

Wytyczne projektowania elementów powiązania drogowych obiektów inżynierskich z terenem i drogą

01-2021.03.02

Wzorce i standardy
rekomendowane przez
Ministra właściwego ds. transportu

WR-M-11

WR-M-11

Wytyczne projektowania elementów powiązania drogowych obiektów inżynierskich z terenem i drogą

Wersja: **01**

Obowiązuje od: **2021.03.02**

Rekomendował: **Minister Infrastruktury w dniu 2 marca 2021 r. (DDP-4.0600.1.2021)**

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:

Janusz Rymśa – koordynator, Jan Biliszczuk, Jerzy Onysyk, Robert Toczkiwicz

Jednostka odpowiedzialna:

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

© Skarb Państwa – Minister Infrastruktury

Zdjęcie na okładce © IBDiM

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



Rzeczpospolita
Polska

Unia Europejska
Fundusz Spójności



Spis treści

1. Przedmiot i zakres stosowania

2. Wykaz opracowań powołanych

- 2.1. Akty prawne
- 2.2. Normy
- 2.3. Pozostałe opracowania

3. Definicje i objaśnienia skrótów

- 3.1. Definicje
- 3.2. Symbole

4. Dostosowanie do warunków terenowych

- 4.1. Wymagania ogólne
- 4.2. Mosty
- 4.3. Przepusty
- 4.4. Wiadukty i estakady
- 4.5. Obiekty mostowe dla pieszych lub rowerów
- 4.6. Tunele
 - 4.6.1. Wymagania ogólne
 - 4.6.2. Tunele drogowe
 - 4.6.3. Tunele dla pieszych lub rowerów
 - 4.6.4. Oświetlenie tuneli
- 4.7. Konstrukcje oporowe
 - 4.7.1. Wymagania ogólne i funkcje
 - 4.7.2. Konstrukcje żelbetowe
 - 4.7.3. Konstrukcje z gruntu zbrojonego
 - 4.7.4. Konstrukcje gabionowe
 - 4.7.5. Konstrukcje z grodzic
 - 4.7.6. Przerwy dylatacyjne
- 4.8. Obiekty inżynierskie na terenach podlegających wpływom eksploatacji górniczej
 - 4.8.1. Zabezpieczenia przed wpływami deformacji terenu
 - 4.8.2. Ustrój nośny
 - 4.8.3. Podpory i posadowienie
 - 4.8.4. Łożyska i urządzenia dylatacyjne
- 4.9. Wymagania w zakresie estetyki
 - 4.9.1. Kolorystyka
 - 4.9.2. Pozostałe wymagania
 - 4.9.3. Konkursy na projekty obiektów mostowych

5. Droga na i w obiekcie inżynierskim

- 5.1. Przekrój drogi na obiekcie mostowym i w tunelu
 - 5.1.1. Elementy przekroju drogi
 - 5.1.2. Modyfikacje przekroju drogi
- 5.2. Obiekty mostowe o jezdniach rozdzielonych
- 5.3. Skrajnie
- 5.4. Dostosowanie do przebiegu drogi
 - 5.4.1. Wymagania ogólne
 - 5.4.2. Pochylenia podłużne
 - 5.4.3. Pochylenia poprzeczne

6. Połączenie obiektu inżynierskiego z drogą

- 6.1. Wymagania ogólne
- 6.2. Rodzaje przyczółków
 - 6.2.1. Przyczółki masywne
 - 6.2.2. Przyczółki sztywne
 - 6.2.3. Przyczółki ściankowe
 - 6.2.4. Ściany ramownic skrzynkowych

- 6.2.5. Przyczółki słupowe
- 6.2.6. Przyczółki z elementami z gruntu zbrojonego
- 6.2.7. Przyczółki specjalne
- 6.3. Obramowanie korpusu drogi
- 6.3.1. Wymagania wobec ściany czołowej i ścian bocznych
- 6.3.2. Kształtowanie stożków nasypu i ścian bocznych
- 6.4. Umocnienie skarp i stożków nasypu

7. Nasyp drogowy w strefie interakcji z przyczółkiem

- 7.1. Strefa przejściowa nasypu
- 7.1.1. Wymagania ogólne
- 7.1.2. Materiały
- 7.1.3. Kształtowanie zasypek
- 7.1.4. Nasypy z gruntu zbrojonego
- 7.1.5. Modyfikacja podłoża gruntowego
- 7.2. Płyty przejściowe
- 7.2.1. Zastosowanie
- 7.2.2. Kształtowanie
- 7.3. Odwodnienie zasypki przyczółka
- 7.3.1. Kształtowanie
- 7.3.2. Warstwa filtracyjna z gruntów niespoistych
- 7.3.3. Warstwa filtracyjna z pustaków
- 7.3.4. Warstwa filtracyjna z geokompozytów
- 7.3.5. Odprowadzenie wody

8. Dostęp do obiektów inżynierskich

- 8.1. Wymagania ogólne
- 8.2. Schody i pochylnie
- 8.2.1. Wymiary użytkowe
- 8.2.2. Elementy składowe
- 8.2.3. Bezpieczeństwo użytkowników
- 8.3. Urządzenia mechaniczne
- 8.3.1. Dźwigi osobowe
- 8.3.2. Schody ruchome

9. Urządzenia zapewniające dostęp w celach utrzymaniowych

- 9.1. Rodzaje urządzeń i wymagania ogólne
- 9.2. Schody dla obsługi
- 9.3. Chodniki dla obsługi i korytarze
- 9.4. Pomosty, spoczniki i galerie
- 9.5. Wózki rewizyjne
- 9.6. Klamry i drabiny
- 9.7. Wymagania wspólne

1. Przedmiot i zakres stosowania

(1) Przedmiot wytycznych stanowią zasady projektowania elementów powiązania drogowych obiektów inżynierskich z warunkami terenowymi.

(2) Wytyczne dotyczą drogowych obiektów inżynierskich, które mogą być usytuowane nad naturalnymi lub sztucznymi przeszkodami terenowymi, pod takimi przeszkodami, w ciągu dróg przeznaczonych do ruchu pojazdów, w tym rowerów, lub pieszych, a w szczególności:

- a) mostów,
- b) wiaduktów,
- c) estakad,
- d) tuneli,
- e) przepustów,
- f) konstrukcji oporowych.

(3) Zakres wytycznych obejmuje zasady dotyczące projektowania elementów powiązania drogowych obiektów inżynierskich z terenem, w szczególności w zakresie:

- a) dostosowania obiektów inżynierskich do warunków terenowych,
- b) kształtowania stref dojazdu,
- c) połączenia obiektów mostowych z drogą,
- d) zapewnienia ciągłości elementów drogi,
- e) kształtowania konstrukcji umożliwiających dostęp do obiektów inżynierskich.

(4) Wytyczne dotyczą obiektów nowobudowanych, chyba, że zapisy odniesiono do obiektów przebudowywanych lub rozbudowywanych. Zaleca się, aby w miarę możliwości technicznych, uwzględniać niniejsze wytyczne w odniesieniu do obiektów przebudowywanych lub rozbudowywanych.

2. Wykaz opracowań powołanych

2.1. Akty prawne

- [1] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie (Dz. U. poz. 987, z późn. zm.).
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2019 r. poz. 1065, z późn. zm.).
- [3] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 7 maja 2002 r. w sprawie klasyfikacji śródlądowych dróg wodnych (Dz. U. poz. 695, z późn. zm.).
- [4] Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 3 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań dla dźwigów i elementów bezpieczeństwa do dźwigów (Dz. U. poz. 811).
- [5] Rozporządzenie Ministra Przedsiębiorczości i Technologii z dnia 30 października 2018 r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego w zakresie eksploatacji, napraw i modernizacji urządzeń transportu bliskiego (Dz. U. poz. 2176).
- [6] Dyrektywa 2004/54/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie minimalnych wymagań bezpieczeństwa dla tuneli w transeuropejskiej sieci drogowej (Dz. Urz. UE L 167 z 30 kwietnia 2004 r., s. 39-91).

2.2. Normy

- [7] PN-EN 1991-2:2007 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 2: Obciążenia ruchome mostów.
- [8] PN-EN 1993-5:2009 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 5: Palowanie i ścianki szczelne.
- [9] PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- [10] PN-EN 206+A1:2016-12 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [11] PN-EN 13369:2018-05 Wspólne wymagania dla prefabrykatów z betonu.
- [12] PN-EN 1338:2005 Betonowe kostki brukowe. Wymagania i metody badań.
- [13] PN-EN 1339:2005 Betonowe płyty brukowe. Wymagania i metody badań.
- [14] PN-EN 12670:2019-07 Kamień naturalny. Terminologia.
- [15] PN-EN 10248-2:1999 Grodzice walcowane na gorąco ze stali niestopowych. Tolerancje kształtu i wymiarów.
- [16] PN-EN 1317-1:2010 Systemy ograniczające drogę. Część 1: Terminologia i ogólne kryteria metod badań.
- [17] PN-EN 1317-2:2010 Systemy ograniczające drogę. Część 2: Klasy działania, kryteria przyjęcia badań zderzeniowych i metody badań barier ochronnych.
- [18] PN-EN 12063:2001 Wykonawstwo specjalistycznych robot geotechnicznych. Ścianki szczelne.
- [19] PN-EN 12716:2019-01 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Iniekcja strumieniowa.
- [20] PN-EN 14475:2006 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Grunt zbrojony.
- [21] PN-EN 14679:2005 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Wgłębne mieszanie gruntu.
- [22] PN-EN 14731:2005 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Wzmacnianie gruntu metodą wibrowania wgłębego.

- [23] PN-EN 15237:2007 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Drenaż pionowy.
- [24] PN-EN 81-20:2014-10 Przepisy bezpieczeństwa dotyczące budowy i instalowania dźwigów. Dźwigi przeznaczone do transportu osób i towarów. Część 20: Dźwigi osobowe i dźwigi towarowo-osobowe.
- [25] PN-EN 13015+A1:2008 Konserwacja dźwigów i schodów ruchomych. Zasady opracowywania instrukcji konserwacji.
- [26] PN-EN ISO 11600:2004 Konstrukcje budowlane. Wyroby do uszczelniania. Klasyfikacja I wymagania dotyczące kitów.
- [27] PN-B-04481:1988 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- [28] PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty Ziemi. Wymagania i badania.
- [29] PN-S-96012:1997 Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem.
- [30] BN-76/8950-03:1976 Obliczanie współczynnika filtracji gruntów niespoistych na podstawie uziarnienia i porowatości.
- [31] ISO 21542:2011 Building construction. Accessibility and usability of the built environment.
- [32] EN 115-1:2008+A1:2010 Safety of escalators and moving walks. Part 1: Construction and installation.

2.3. Pozostałe opracowania

- [33] Instrukcja ITB 364/2007. Wymagania techniczne dla obiektów budowlanych wznoszonych na terenach górniczych. Warszawa 2007.
- [34] Instrukcja ITB 429/2007. Projektowanie konstrukcji oporowych, stromych skarp i nasypów z gruntu zbrojonego geosyntetykami. Warszawa 2007.
- [35] Standardy Techniczne. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem). Tom I – Droga szynowa. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2019.
- [36] Standardy Techniczne. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem). Tom II – Skrajnia budowlana linii kolejowych. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2017.
- [37] Standardy Techniczne. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem). Tom XI – Budowle. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2017.
- [38] Wytyczne wzmacniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym. GDDP, IBDiM, Warszawa 2002.
- [39] Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia drogowych obiektów mostowych. GDDKiA, Warszawa 2009.
- [40] Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia tuneli samochodowych, przejść podziemnych i przepustów. GDDKiA, Warszawa 2009.
- [41] Zarządzenie nr 31 GDDKiA z dnia 23 kwietnia 2010 r. w sprawie wytycznych stosowania drogowych barier ochronnych na drogach krajowych.
- [42] Przepusty drogowe. Przepusty drogowe z elementów prefabrykowanych. Transprojekt Warszawa, Warszawa 2007.
- [43] Kowalski K.: Projektowanie bez barier – wytyczne. Stowarzyszenie Przyjaciół Integracji, Warszawa 2012.
- [44] Kuniczuk K.: Beton architektoniczny. Wytyczne techniczne. Stowarzyszenie Producentów Cementu, Kraków 2011.

- [45] CIE 088:2004. Guide for the lighting of road tunnels and underpasses, 2nd ed. International Commission on Illumination, 2004.
- [46] IABSE Guidelines for Design Competitions for Bridges. International Association for Bridge and Structural Engineering, Zürich 2013.
- [47] Recommendations for Design and Analysis of Earth Structures using Geosynthetic Reinforcements – EBGeo. Ernst & Sohn, 2011.
- [48] Wildlife and traffic: a European handbook for identifying conflicts and designing solutions. KNNV Publishers, Delft 2003.
- [49] Ajdukiewicz J.: Strome nasypy drogowe zbrojone geosyntetykami efektem wyspecjalizowanych prac inżynierskich. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, z. 97, 2003.
- [50] Fryc I., Perkowicz J. K., Tabaka P.: Oświetlenie tuneli drogowych: modelowanie i analiza wpływu rodzaju oprawy oświetleniowej na jakość oświetlenia. Stowarzyszenie Elektryków Polskich Oddział Łódzki, Łódź 2017.
- [51] Furtak K., Wrań B.: Mosty zintegrowane. WKiŁ, Warszawa 2005.
- [52] Gajewska B., Kłosiński B., Rychlewski P., Grzegorzewicz K.: Zastosowanie geosyntetyków w budowlach ziemnych. Studium poznawczo-techniczne. IBDiM, Warszawa 2003.
- [53] Rymśa J., Bohatkiewicz J., Wysokowski A., Dębiński M., Howis J., Jukowski M., Turek W, Rymśa B., Efektywność przejść dla zwierząt na drogach publicznych w Polsce. IBDiM, Seria „S” zeszyt 84, Warszawa 2019.
- [54] Łęcki P., Różański M.: Wzmacnianie podłoża gruntowego budowli drogowych. Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne, marzec-kwiecień 2015.
- [55] Madaj A., Wołowicki W.: Podstawy projektowania budowli mostowych. WKiŁ, Warszawa 2008.
- [56] Pisarczyk S.: Geoinżynieria. Metody modyfikacji podłoża gruntowego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.
- [57] Salamak M.: Obiekty mostowe na terenach z deformującym się podłożem w świetle kinematyki brył. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2013.
- [58] Salamak M., Kaczmarek T.: Projekty i realizacje obiektów mostowych na terenach z deformacjami górnymi. Materiały seminarium "Wrocławskie Dni Mostowe. Aktualne realizacje mostowe", Wrocław 2011.
- [59] Sobala D., Tomaka W., Maksim P.: Projekt i wykonanie podpór zintegrowanego wiaduktu drogowego z wykorzystaniem grodzic stalowych. Materiały seminarium "Konstrukcje stalowe w geotechnice", Warszawa 2010.
- [60] Waniek G., Kwiecień S.: Analiza współpracy przyczółka mostowego z nasypem drogowym na podłożu gruntowym o małej sztywności. Drogownictwo, nr 9/2015.

3. Definicje i objaśnienia skrótów

3.1. Definicje

Balustrada – pionowa konstrukcja zabezpieczająca przed upadkiem z wysokości, zwieńczona poręczą.

Bariera ochronna – urządzenie bezpieczeństwa ruchu drogowego stosowane w celu zapobieżenia wyjechaniu pojazdu z obiektu mostowego, korony drogi, przejechaniu pojazdu na jezdnię przeznaczoną dla przeciwnego kierunku ruchu lub niedopuszczenia do powstania kolizji pojazdu z obiektem znajdującym się w pobliżu jezdni lub innym użytkownikiem drogi (pieszym, rowerzystą).

Beton architektoniczny – beton specjalnie projektowany, który powinien spełniać wymagania dotyczące powierzchni, wpływającej na wygląd obiektu.

Betonowa kostka – prefabrykowany element budowlany wykonany metodą wibroprasowania z betonu, charakteryzujący się kształtem, który umożliwia wzajemne przystawanie elementów.

Betonowa płyta ażurowa – prefabrykowany element budowlany wykonany z betonu, mający otwory, charakteryzujący się kształtem, który umożliwia wzajemne przystawanie elementów.

Bryła konstrukcji – wydzielony fragment konstrukcji, oddzielony od sąsiednich fragmentów łożyskami lub przerwami dylatacyjnymi.

Chodnik dla obsługi – część drogi na obiekcie inżynierskim przeznaczona dla obsługi obiektu inżynierskiego i służb ratowniczych.

Deformacje terenu – zmiany ukształtowania powierzchni terenu wynikające z oddziaływania eksploatacji górniczej.

Długość całkowita obiektu mostowego – odległość w rzucie poziomym mierzona po osi jezdni lub ciągu komunikacyjnego, między zewnętrznymi krawędziami pomostu.

Długość całkowita tunelu – długość najdłuższego pasa ruchu, drogi dla pieszych, rowerów lub pieszych i rowerów, torowiska tramwajowego lub przejścia dolnego dla zwierząt, mierzona na całkowicie zabudowanej części tunelu.

Dźwig osobowy – urządzenie podnoszące, obsługujące określone poziomy, wyposażone w podstawę ładunkową poruszającą się wzdłuż sztywnych prowadnic lub po ustalonym torze, przeznaczone do transportu osób.

Gabion – element budowlany mający formę kosza z siatki z drutu stalowego, wypełniony luźnym, grubo granulowanym materiałem kamiennym.

Geosyntetyk – materiał o postaci ciągłej, wytwarzany z wysoko spolimeryzowanych włókien syntetycznych, takich jak polietylen, polipropylen, poliester.

Kąt skosu przęsła – mierzony w rzucie poziomym kąt $\beta < 90^\circ$ między osią podłużną konstrukcji przęsła i osią podparcia przęsła na podporze; kąt skosu przęsła może być zmienny, gdy osie podpór nie są równoległe lub oś podłużna konstrukcji przęsła nie jest prostą.

Kąt skrzyżowania z przeszkodą – mierzony w rzucie poziomym kąt $\alpha \leq 90^\circ$ między osią drogi na obiekcie mostowym i osią przeszkody.

Klasa wytrzymałości betonu na ściskanie – symbol literowo-liczbowy (np. C30/37) klasyfikujący beton pod względem wytrzymałości na ściskanie zgodnie z [10].

Konstrukcja z gruntu zbrojonego – konstrukcja, w której aktywne siły wywierane przez grunt i obciążenia zewnętrzne są przenoszone częściowo przez grunt i częściowo przez zbrojenie kotwione w gruncie poprzez tarcie, licowana najczęściej elementami osłonowymi.

Korpus drogi – nasyp lub ta część wykopu, która jest ograniczona koroną drogi i skarpami rowów.

Ława podłożyskowa – część podpory znajdująca się bezpośrednio pod łożyskami lub ciosami podłożyskowymi.

Łożysko – element konstrukcyjny przenoszący obciążenia z przęsła na podporę i umożliwiający wzajemne przemieszczenia obu tych części obiektu mostowego.

Monitoring – systemowe pomiary i analiza zmian cech konstrukcji, w celu porównania ze stanem wyjściowym lub wartościami granicznymi.

Nasiąkliwość betonu – stosunek masy wody, którą jest zdolny wchłonąć beton, do jego masy w stanie suchym.

Nasyp – drogową budowlą ziemną wykonaną powyżej powierzchni terenu w obrębie pasa drogowego.

Nisza łożyskowa – wolna przestrzeń znajdująca się pomiędzy ławą podłożyskową a spodem przęsła.

Obiekt mostowy typu „landmark” – obiekt mostowy o nietypowym ukształtowaniu architektoniczno-konstrukcyjnym, pełniący rolę punktu charakterystycznego.

Obiekt mostowy zintegrowany – obiekt mostowy o ustroju nośnym połączonym z przyczółkami bez łożysk i dylatacji, którego konstrukcja jest powiązana w sposób ciągły z dojazdem.

Polimerobeton – kompozyt, w którym spoiwem jest żywica polimerowa, a wypełniaczem mieszanka mineralna.

Pomost – część przęsła mostowego bezpośrednio obciążona ruchem pojazdów lub pieszych, przenosząca obciążenia na dźwigary główne przęsła.

Powłoka antygraffiti – trwała powłoka ochronna, odporna na działanie środowiska atmosferycznego, umożliwiająca usunięcie graffiti za pomocą strumienia wody pod ciśnieniem.

Prefabrykat – powtarzalny element budowlany służący do montażu na placu budowy, wykonany w kontrolowanych warunkach technologicznych.

Przyczółek – skrajna podpora obiektu mostowego zapewniająca połączenie jego konstrukcji z nasypem lub korpusem drogi.

Przyczółek masywny – przyczółek wykonany w szczególności z kamienia, cegły lub betonu niezbrojonego, którego elementy nie przenoszą znacznych naprężeń rozciągających.

Przyczółek słupowy – przyczółek wykonany z betonu zbrojonego, ukształtowany w postaci słupów zwieńczonych oczepem.

Przyczółek specjalny – przyczółek o konstrukcji zindywidualizowanej, mogący w szczególności stanowić hybrydę przyczółków różnego typu.

Przyczółek sztywny – przyczółek wykonany z betonu zbrojonego, mający pełną ścianę czołową z wykształconą niszą podłożyskową, w którego projektowaniu nie uwzględnia się współpracy z gruntem zasypowym.

Przyczółek sztywny skrzyniowy – przyczółek sztywny, którego ścianę czołową stanowi konstrukcja skrzyniowa umożliwiająca dostęp do ustroju nośnego obiektu mostowego.

Przyczółek sztywny tarczowy – przyczółek sztywny, którego ścianę czołową stanowi konstrukcja tarczowa.

Przyczółek sztywny tarczowo-słupowy – przyczółek sztywny, którego ścianę czołową stanowi konstrukcja tarczowa wzmocniona słupami.

Przyczółek ściankowy – przyczółek wykonany z betonu zbrojonego, którego ścianę czołową stanowi wiotka ściana połączona w sposób sztywny z ustrojem nośnym, w którego projektowaniu uwzględnia się współpracę z gruntem zasypowym.

Przykrycie dylatacyjne – zabezpieczenie szczeliny dylatacyjnej wbudowane w nawierzchnię obiektu mostowego.

Rozpiętość przęsła teoretyczna – pozioma odległość między osiami podparć przęsła, mierzona wzdłuż osi obiektu.

Rozpiętość przęsła w świetle – najmniejsza pozioma odległość między licami sąsiednich podpór, na poziomie styku przęsła z ławami podporowymi, mierzona wzdłuż osi obiektu.

Schody dla obsługi – schody przeznaczone dla obsługi obiektu inżynierskiego i służb ratowniczych.

Schody ruchome – urządzenie transportowe służące do przewozu osób pomiędzy określonymi poziomami, składające się z konstrukcji nośnej, stopni zamocowanych do specjalnego łańcucha i poręczy, napędzanych przez zespół napędowy.

Skrajnia budowli linii kolejowej – definicja zgodna z podaną w rozporządzeniu [1].

Słabe podłoże – warstwy gruntu, na których nie jest możliwe posadowienie bezpośrednio.

Stopień mrozoodporności betonu – symbol literowo-liczbowy (np. F200) klasyfikujący beton pod względem jego odporności na działanie mrozu; liczba po literze F oznacza wymaganą liczbę cykli zamrażania i odmrażania próbek betonowych.

Stopień wodoszczelności betonu – symbol literowo-liczbowy (np. W4) klasyfikujący beton pod względem przepuszczalności wody.

Stożek nasypu – fragment nasypu drogowego o ukształtowanej powierzchni stożkowej, usytuowany w obrębie przyczółka obiektu mostowego lub przy ścianie czołowej przepustu.

Strefa przejściowa – strefa styku nasypu z obiektem mostowym.

Szczelina (przerwa) dylatacyjna – szczelina w konstrukcji budowlanej, oddzielająca sąsiadujące elementy konstrukcyjne, która umożliwia kompensowanie przemieszczeń elementów konstrukcyjnych wywołanych w szczególności zmianami temperatury, działaniem obciążeń ruchomych, procesami reologicznymi i siłami sprężającymi.

Szerokość użytkowa – szerokość wolnej przestrzeni przeznaczonej do prowadzenia określonego rodzaju ruchu, mierzona prostopadle do osi elementu.

Ścianka szczelna – ściana ciągła składająca się w szczególności z profili stalowych (grodziec), używana zazwyczaj w celu zabezpieczenia stateczności ścian wykopów oraz w celu odgradzenia się od wody gruntowej napływającej do wykopu.

Ściek skarpowy – urządzenie otwarte przeznaczone do liniowego sprowadzania wody po skarpię do podstawy nasypu drogowego.

Urządzenie dylatacyjne – urządzenie wbudowane w strefie przerwy dylatacyjnej, umożliwiające swobodne przemieszczenia krawędzi przerwy dylatacyjnej oraz niezakłócony ruch pojazdów lub pieszych przez tę przerwę.

Warstwa filtracyjna – warstwa służąca do odprowadzania wody.

Wpływy eksploatacji górniczej – oddziaływania eksploatacji górniczej mogące wywoływać uszkodzenia terenu oraz znajdujących się na nim obiektów inżynierskich.

Wysokość konstrukcyjna przęsła – największa odległość pomiędzy dolną krawędzią przęsła a niweletą drogi na obiekcie.

3.2. Symbole

(1) W tab. 3.2.1 zestawiono wykaz symboli użytych w niniejszych wytycznych wraz z odpowiednią jednostką oraz opisem.

Tab. 3.2.1. Wykaz zastosowanych symboli

Symbol	Jednostka	Opis
H_n	[m]	wysokość nasypu
I_s	[-]	wskaźnik zagęszczenia
L	[cd/m ²]	luminancja
L_c	[m]	długość całkowita
L_{pp}	[m]	długość płyty przejściowej
L_t	[m]	rozpiętość teoretyczna
U	[-]	wskaźnik różnoziarnistości

b_u	[m]	szerokość użytkowa
d_{ss}	[m]	długość stopnia schodów
h_b	[m]	wysokość balustrady
h_k	[m]	wysokość konstrukcyjna
h_{ss}	[m]	wysokość stopnia schodów
i	[%]	pochylenie podłużne
i_p	[%]	pochylenie poprzeczne
k	[m/s]	współczynnik filtracji
α	[°]	kąt skrzyżowania z przeszkodą
β	[°]	kąt skosu przęsła

4. Dostosowanie do warunków terenowych

4.1. Wymagania ogólne

- (1) Usytuowanie obiektu inżynierskiego w planie powinno być podporządkowane parametrom technicznym drogi, w ciągu której obiekt się znajduje.
- (2) Obiekt inżynierski powinien być możliwie najkrótszy i jak najmniej skomplikowany geometrycznie.
- (3) Podział obiektu mostowego na przęsła powinien wynikać z kryteriów [55]:
 - a) funkcjonalnych – z uwagi na planowany sposób organizacji przestrzeni pod obiektem,
 - b) statycznych i konstrukcyjnych,
 - c) materiałowych i technologicznych,
 - d) ekonomicznych – z uwagi na koszty związane przede wszystkim z budową i utrzymaniem obiektu,
 - e) estetycznych.
- (4) W przypadku obiektów mostowych zlokalizowanych w płaskim terenie, w szczególności zurbanizowanym, należy dążyć do uzyskania możliwie najmniejszej wysokości konstrukcyjnej h_k , w celu redukcji długości dojazdów, wysokości nasypów i ścian bocznych przyczółków.
- (5) Decyzja o przekroczeniu kilku przeszkód terenowych, usytuowanych w bliskim sąsiedztwie, jednym wspólnym obiektem mostowym lub kilkoma nad poszczególnymi przeszkodami, powinna wynikać z przesłanek ekonomicznych i możliwości technicznych oraz ukształtowania terenu.
- (6) Należy dążyć do kształtowania obiektów mostowych jako konstrukcji o możliwie ograniczonej liczbie łożysk i urządzeń dylatacyjnych, w szczególności jako obiektów zintegrowanych.

4.2. Mosty

- (1) Most, w zależności od przeznaczenia i rodzaju przeszkody terenowej, powinien w szczególności spełniać następujące wymagania:
 - a) umożliwiać ruch pojazdów oraz pieszych poruszających się po drodze, w ciągu której jest usytuowany,
 - b) umożliwiać przepływ wód cieku pod mostem – zgodnie z WR-M-12,
 - c) umożliwiać spływ lodu, drzew i innych przedmiotów niesionych przez wodę cieku,
 - d) zapewniać żeglugę jednostek pływających ciekami wodnymi,
 - e) umożliwiać przemieszczanie się zwierząt dziko żyjących w przestrzeni pod mostem, o ile wynika to z decyzji lub operatów środowiskowych,
 - f) zapewniać ciągłość ekosystemu cieku.
- (2) Spełnienie powyższych wymagań, mające na celu zagwarantowanie zachowania skrajni na obiekcie i pod nim oraz prześwitów umożliwiających przemieszczanie się zwierząt dziko żyjących, o ile wynika to z decyzji lub operatów środowiskowych, powinno być zapewnione w szczególności poprzez dobór takich parametrów jak:
 - a) długość i szerokość obiektu,
 - b) rozpiętość przęseł w świetle,
 - c) usytuowanie wysokościowe obiektu nad przeszkodą.
- (3) W celu zapewnienia ciągłości ruchu pojazdów i pieszych powinny być wykonywane mosty stałe. Mosty ruchome (rys. 4.2.1) mogą być zastosowane tylko w przypadku, gdy warunki transportowe lub terenowe zmuszają do takiego rozwiązania, a natężenie ruchu drogowego lub ruchu jednostek pływających pozwala na czasowe zamykanie ruchu.
- (4) Osie podpór mostów usytuowanych obok siebie powinny znajdować się w tej samej linii – w odniesieniu do osi toru żeglugowego lub nurtu rzeki. Układ osi podpór powinien być dostosowany do kąta skrzyżowania mostu z nurtem cieku i zgodny z WR-M-12.
- (5) Należy unikać lokalizacji podpór w nurcie cieku. W przypadku lokalizacji podpór w nurcie cieku wodnego należy dążyć do ograniczenia liczby podpór nurtowych, zachowując ich racjonalną liczbę w relacji do rozpiętości przęseł.



Rys. 4.2.1. Ruchomy most zwodzony

4.3. Przepusty

- (1) Przepust, w zależności od przeznaczenia, powinien w szczególności umożliwiać:
 - a) swobodny przepływ pod drogą wody zbieranej z obszaru zlewni – zgodnie z WR-M-12,
 - b) przeprowadzenie urządzeń niezwiązanych z użytkowaniem drogi,
 - c) przeprowadzenie pod drogą szlaku wędrówek zwierząt dziko żyjących.
- (2) Przepusty, o ile jest to możliwe, powinny być sytuowane w miejscach naturalnych zagłębień terenu.
- (3) Zaleca się, aby przepusty były usytuowane prostopadle do osi drogi. Kąt skrzyżowania między osią przepustu a osią drogi powinien być nie mniejszy niż $\alpha = 60^\circ$, przy czym w przypadku przepustów hydraulicznych na istniejących ciekach wodnych dopuszcza się kąt mniejszy.
- (4) W przypadku dróg klasy A i S należy projektować przepusty o wysokości w świetle otworu nie mniejszej niż 1,9 m, o ile nie będzie powodowało to zmiany niwelety w stosunku do niwelety, jaka byłaby przy zastosowaniu minimalnych wymaganych parametrów przepustów.
- (5) W przypadku przepustów dla zwierząt należy spełnić wymagania wynikające z decyzji lub operatów środowiskowych, zgodnie z [48] i [53].

4.4. Wiadukty i estakady

- (1) Wiadukt lub estakada, w zależności od przeznaczenia i rodzaju przeszkody terenowej, powinny w szczególności spełniać wymagania:
 - a) umożliwiać ruch pojazdów oraz pieszych poruszających się po drodze, w ciągu której są usytuowane,
 - b) umożliwiać ruch pojazdów i pieszych na przekraczanej drodze,
 - c) umożliwiać ruch pociągów na przekraczanej linii kolejowej,
 - d) umożliwiać przemieszczanie się zwierząt dziko żyjących przez przestrzeń pod wiaduktem lub estakadą, o ile wynika to z decyzji lub operatów środowiskowych.
- (2) Spełnienie powyższych wymagań powinno być zapewnione w szczególności poprzez dobór parametrów, o których mowa w podrozdziale 4.2 akapit (2).
- (3) Podpory wiaduktu zlokalizowanego nad drogą mogą być usytuowane w szczególności:

- a) w pasie dzielącym,
- b) na międzytorzu linii tramwajowej.

W przypadkach, o których mowa w lit. a i b, zaleca się, by były one połączone z ustrojem niosącym w układ ramowy.

(4) Podpory wiaduktu zlokalizowanego nad linią kolejową, pod warunkiem zachowania niezmiennych parametrów układu torowego, określonych zgodnie z rozporządzeniem [1] i standardem [35], mogą być usytuowane w szczególności:

- a) poza obrysem skrajni budowli linii kolejowej,
- b) na międzytorzu,
- c) na peronach stacyjnych – pod warunkiem zachowania wolnych przestrzeni między torem a krawędzią podpory, spełniających wymagania:
 - szerokość określona zgodnie z rozporządzeniem [1] i standardem [37],
 - wysokość, mierzona od powierzchni peronu do spodu elementów konstrukcyjnych wiaduktu, określona z rozporządzeniem [1] i standardem [37], lecz nie mniejsza niż 2,50 m.

(5) Lokalizacja podpór powinna umożliwiać wykonywanie czynności kontrolnych i utrzymaniowych bez wprowadzania ograniczeń w ruchu pociągów.

(6) Zabezpieczenie podpór wiaduktu zlokalizowanego nad linią kolejową, przed skutkami wykolejenia się taboru, wykonane według sposobu określonego w rozporządzeniu [1], powinno być przewidziane w szczególności:

- a) na odcinku prostym – gdy odległość lica podpory wiaduktu od osi toru kolei normalnotorowej jest mniejsza niż 3,20 m,
- b) na odcinku w łuku poziomym – odległość, o której mowa w lit. a, powinna być zwiększona o wielkość przewidzianą z uwagi na poszerzenie skrajni na łuku toru zgodnie z:
 - dla linii kolejowej zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. – standardem [36],
 - dla linii kolejowej zarządzanej przez innego zarządcę – odrębną dokumentacją techniczną.

4.5. Obiekty mostowe dla pieszych lub rowerów

(1) Obiekt mostowy dla pieszych lub rowerów, w zależności od przeznaczenia i rodzaju przeszkody terenowej, powinien w szczególności spełniać wymagania:

- a) umożliwiać ruch pieszych i rowerów poruszających się po drodze, w ciągu której są usytuowane,
- b) spełniać pozostałe wymagania, określone w podrozdziale 4.2 lub 4.4 akapit (1), odpowiednio wobec mostów lub wiaduktów.

(2) Spełnienie powyższych wymagań powinno być zapewnione w szczególności poprzez dobór parametrów, o których mowa w podrozdziale 4.2 akapit (2).

(3) Dojście (dojazd) do obiektu mostowego dla pieszych lub rowerów może mieć formę:

- a) pochylni,
- b) pochylni i schodów (rys. 4.5.1a),
- c) pochylni i schodów ruchomych,
- d) dźwigów osobowych i schodów lub schodów ruchomych i schodów, gdy warunki terenowe i brak miejsca nie pozwalają na wykonanie pochylni (rys. 4.5.1b),
- e) wyjątkowo tylko schodów, gdy warunki terenowe i brak miejsca nie pozwalają na wykonanie pochylni, oraz pod warunkiem, że na obiekcie nie dopuszcza się ruchu rowerów, a osobom niepełnosprawnym, zapewniono możliwość przekroczenia przeszkody w poziomie, w odległości nie większej niż 200 m od osi obiektu.

(4) Pomost obiektu mostowego dla pieszych lub rowerów należy ukształtować w sposób uniemożliwiający spadnięcie z niego przedmiotów, w szczególności poprzez:

- a) wykonanie bocznych gzymsów o wysokości nie mniejszej niż 0,10 m powyżej krawędzi płaszczyzny pomostu,
- b) zastosowanie pełnych balustrad, tzn. takich, które nie mają elementów ażurowych i prześwitów – w obiektach, z których spadające przedmioty mogą powodować realne zagrożenie dla osób znajdujących się pod obiektami.



Rys. 4.5.1. Dojście (dojazd) do wiaduku dla pieszych: a) w formie pochylni i schodów; b) w formie dźwigu osobowego i schodów

(5) W szczególnych przypadkach (np. obiekty zlokalizowane nad drogami krajowymi w pobliżu szkół, obiektów sportowych) zaleca się całkowite osłonięcie pomostu, w sposób uniemożliwiający celowe zrzućenie przedmiotów z obiektu, np. za pomocą transparentnych paneli ze szkła organicznego mocowanych na stalowym stelażu (rys. 4.5.2).



Rys. 4.5.2. Wiaduk dla pieszych z osłoniętym pomostem zlokalizowany nad ulicą dwujezdniową

4.6. Tunele

4.6.1. Wymagania ogólne

(1) Przekrój tunelu powinien zapewnić zachowanie wymaganych skrajni, zgodnie z WR-D-21, takich samych jak na odcinkach przed i za tunelem.

(2) Tunel, w zależności od potrzeb, powinien być wyposażony w szczególności w system wentylacyjny i przeciwpożarowy, które powinny spełniać wymagania podane w dyrektywie [6] (w przypadku tuneli o długości $L_c > 500$ m znajdujących się w transeuropejskiej sieci drogowej) oraz w WR-M-41 i WR-M-42.

(3) Przy projektowaniu elementów odwodnienia tuneli zaleca się stosowanie zasad podanych w [40].

4.6.2. Tunele drogowe

(1) Tunele o długości $L_c > 500$ m znajdujące się w transeuropejskiej sieci drogowej, będące w eksploatacji, w trakcie budowy lub na etapie projektowania, powinny spełniać w zakresie bezpieczeństwa co najmniej minimalne wymagania określone w dyrektywie [6]. Skrót wymagań zestawiono w tab. 4.6.2.1.

Tab. 4.6.2.1. Skrót wymagań minimalnych dotyczących bezpieczeństwa tuneli drogowych [6] (1 z 2)

Element tunelu		Natężenie ruchu ≤ 2000 pojazdów na pas ruchu			Natężenie ruchu > 2000 pojazdów na pas ruchu			Dodatkowe warunki do wprowadzenia, które mają być obowiązkowe lub uwagi
		$L_c > 500$ m	$L_c \leq 1000$ m	$L_c > 1000$ m	$L_c > 500$ m	$L_c \leq 1000$ m	$L_c > 1000$ m $L_c \leq 3000$ m	
Środki dotyczące budowli	Dwie nawy lub więcej							Obowiązkowe, jeżeli 15-letnie przewidywania wykazują, że natężenie ruchu przekroczy 10000 pojazdów na pas ruchu.
	Pochylenie podłużne $i \leq 5\%$	■	■	■	■	■	■	Obowiązkowe, chyba że nie jest geograficznie możliwe.
	Pomosty ewakuacyjne	■	■	■	■	■	■	Obowiązkowe, jeżeli nie ma żadnego awaryjnego pasa ruchu, chyba że przestrzegane są warunki zawarte w [6]. W istniejących tunelach, jeżeli nie ma ani żadnego awaryjnego pasa ruchu, ani pomostów ewakuacyjnych, zostają podjęte środki uzupełniające / wzmacniające.
	Wyjścia awaryjne przynajmniej co 500 m	○	○	■	■	■	■	Wprowadzenie wyjść awaryjnych w istniejących tunelach podlega ocenie dla każdego przypadku osobno.
	Połączenia poprzeczne dla służb ratunkowych przynajmniej co 1500 m	○	○/●	○	○/●	●	●	Obowiązkowe w tunelach dwunawowych dłuższych niż 1500 m.
	Przejazd przez pas rozdzielający na zewnątrz każdego wjazdu	●	●	●	●	●	●	Obowiązkowe na zewnątrz tuneli dwu- lub wielonawowych w każdym przypadku, gdy jest to geograficznie możliwe.
	Zatoki przynajmniej co 1000 m	○	○	○	○/●	○/●	○/●	Obowiązkowe w nowych tunelach dwukierunkowych o długości > 1500 m bez pasów awaryjnych. W istniejących tunelach dwukierunkowych o długości > 1500 m: zależnie od analizy. Zarówno dla nowych, jak i istniejących tuneli, zależnie od dodatkowej użytecznej szerokości tunelu.
	Kanalizacja dla płynów łatwopalnych i trujących	■	■	■	■	■	■	Obowiązkowe, jeżeli dozwolony jest przewóz towarów niebezpiecznych.
	Ogniotrwałość budowli	●	●	●	●	●	●	Obowiązkowe, jeżeli miejscowe zawałenie może mieć katastrofalne skutki.
	Oświetlenie	Oświetlenie normalne	●	●	●	●	●	●
Oświetlenie bezpieczeństwa		●	●	●	●	●	●	
Oświetlenie ewakuacyjne		●	●	●	●	●	●	

Tab. 4.6.2.1. Skrót wymagań minimalnych dotyczących bezpieczeństwa tuneli drogowych [6] (2 z 2)

Element tunelu		Natężenie ruchu ≤ 2000 pojazdów na pas ruchu		Natężenie ruchu > 2000 pojazdów na pas ruchu			Dodatkowe warunki do wprowadzenia, które mają być obowiązkowe lub uwagi
		$L_t > 500$ m	$L_t \leq 1000$ m	$L_t > 500$ m	$L_t \leq 1000$ m	$L_t > 1000$ m	
Wentylacja	Wentylacja mechaniczna	○	○	○	●	●	
	Specjalne instalacje wentylacji (pół-)poprzecznej	○	○	○	○	●	Obowiązkowe w tunelach dwukierunkowych, jeżeli jest centrum kontroli.
Stacje pogotowia ratunkowego	Przynajmniej co 150 m	■	■	■	■	■	Wyposażone w telefon i 2 gaśnice. Dopuszczony jest maksymalny odstęp 250 m w istniejących tunelach.
Zaopatrzenie w wodę	Przynajmniej co 250 m	●	●	●	●	●	Jeżeli nie jest dostępne, obowiązkowe jest zapewnienie wody w inny sposób.
Znaki drogowe		●	●	●	●	●	Dla wszystkich urządzeń bezpieczeństwa przewidzianych dla użytkowników tunelu.
Centrum kontroli		○	○	○	○	●	Nadzór nad kilkoma tunelami może być zcentralizowany w jednym centrum kontroli.
System monitorowania	Video	○	○	○	○	●	Obowiązkowe, jeżeli jest centrum kontroli.
	Automatyczne wykrywanie zdarzeń i/lub wykrywanie pożaru	●	●	●	●	●	Przynajmniej jeden z dwóch systemów jest obowiązkowy, jeżeli w tunelu jest centrum kontroli
Urządzenia do zamykania tunelu	Sygnały ruchu drogowego przed wjazdem	○	●	○	●	●	
	Sygnały ruchu drogowego wewnątrz tunelu przynajmniej co 1000 m	○	○	○	○	▲	Zalecane, jeżeli jest centrum kontroli i długość przekracza 3000 m.
System łączności	Nadawanie przez radio dla służb ratunkowych	○	○	○	●	●	
	Alarmowe komunikaty radiowe dla użytkowników tunelu	●	●	●	●	●	Obowiązkowe, jeżeli nadawanie przez radio jest skierowane do użytkowników tunelu i jeżeli jest centrum kontroli.
	Głośniki w schronach i wyjściach	●	●	●	●	●	Obowiązkowe, jeżeli ewakuujący się użytkownicy muszą przecześć zanim wydadzą się na zewnątrz.
Awaryjne zasilanie energią		●	●	●	●	●	W celu zapewnienia funkcjonowania niezbędnych urządzeń bezpieczeństwa przynajmniej w czasie ewakuacji użytkowników tunelu.
Ogniotrwałość urządzeń		●	●	●	●	●	Ma na celu utrzymanie niezbędnych funkcji bezpieczeństwa.
		<ul style="list-style-type: none"> ● obowiązkowe dla wszystkich tuneli ■ obowiązkowe z wyjątkami ○ nieobowiązkowe ▲ zalecane 					

(2) Dla dróg, dla których przewidywany w perspektywie 15 lat średni dobowy ruch przypadający na jeden pas ruchu przekroczy 10 000 pojazdów, oraz dla dróg dwujezdniowych, poszczególne kierunki ruchu powinny być prowadzone w oddzielnych tunelach lub w oddzielonych pełną ścianą nawach jednego tunelu, przy czym w tunelach o długości $L_c \leq 500$ m dopuszcza się, aby poszczególne kierunki ruchu były oddzielone co najmniej betonową barierą ochronną.

(3) W tunelu o długości $L_c > 500$ m szerokość powolnego pasa ruchu nie może być mniejsza niż 3,50 m.

4.6.3. Tunele dla pieszych lub rowerów

(1) Szerokość użytkowa tunelu dla pieszych lub rowerów powinna wynosić nie mniej niż:

- a) $b_u = 3,00$ m – jeżeli tunel przeznaczony jest wyłącznie do ruchu pieszych lub wyłącznie do ruchu rowerów,
- b) $b_u = 4,00$ m – jeżeli tunel przeznaczony jest do ruchu pieszych i rowerów.

(2) Wysokość skrajni w tunelu dla pieszych lub rowerów powinna wynosić:

- a) nie mniej niż wymagana w WR-D-21,
- b) nie mniej niż 3,20 m w przypadku, gdy przewidywany jest przejazd pojazdów uprzywilejowanych o masie całkowitej nie większej niż 2,5 t.

(3) Dojście (dojazd) do tunelu dla pieszych lub rowerów może mieć formę opisaną w podrozdziale 4.5 akapit (3).

4.6.4. Oświetlenie tuneli

(1) W tunelu powinno być zastosowane sztuczne oświetlenie przez całą dobę, z wyłączeniem sytuacji opisanej w akapicie (2).

(2) Nie ma potrzeby stosowania sztucznego oświetlenia tunelu w porze dziennej, jeśli są spełnione następujące warunki:

- a) tunel usytuowany jest w linii prostej,
- b) stosunek łącznej powierzchni wlotu i wylotu do łącznej powierzchni nawierzchni na długości L_c tunelu jest nie mniejszy niż 1:12,
- c) dostęp naturalnego światła do tunelu nie jest ograniczony w szczególności przez:
 - skarpę nasypu lub ścianę położoną naprzeciw wlotu lub wylotu,
 - roślinność w pobliżu wlotu lub wylotu,
 - zabudowę w sąsiedztwie wlotu lub wylotu— usytuowane od nich w promieniu mniejszym niż 20 m.

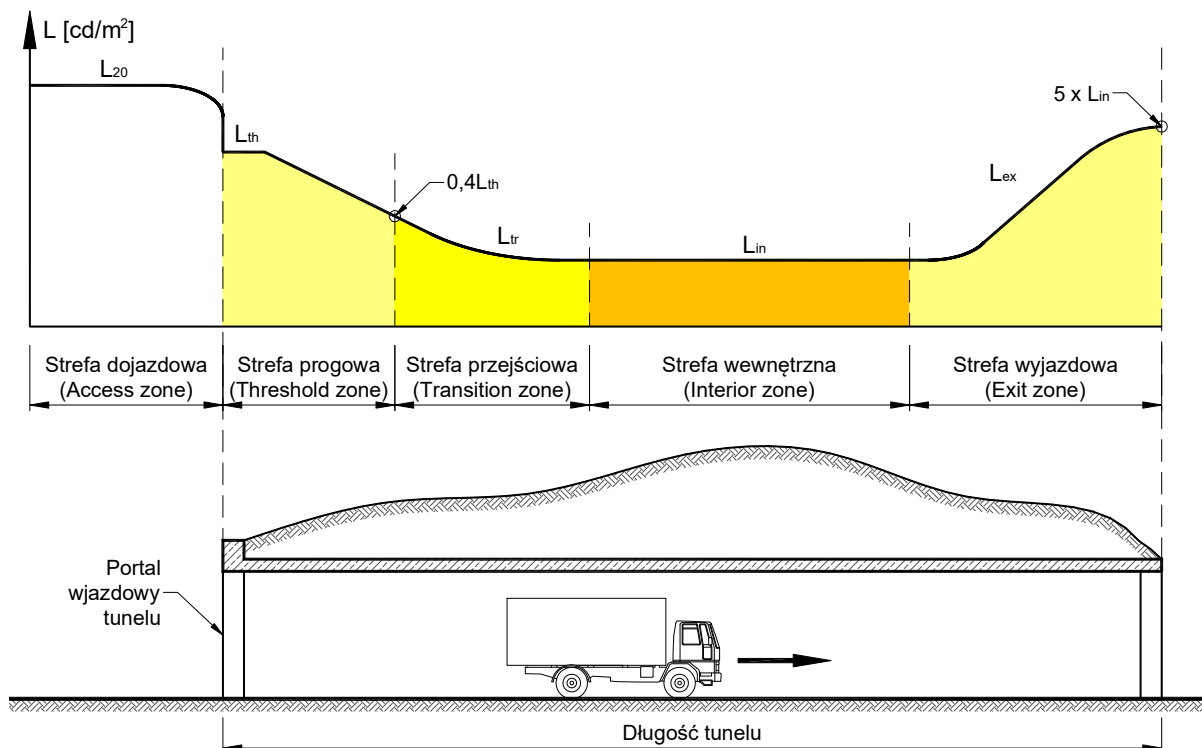
(3) Oświetlenie tuneli drogowych powinno spełniać wymagania określone w [45], a w przypadku tuneli o długości $L_c > 500$ m, znajdujących się w transeuropejskiej sieci drogowej, także wymagania określone w dyrektywie [6], w szczególności w zakresie:

- a) sposobu oświetlenia jezdni w przekroju poprzecznym i na długości tunelu – w warunkach dziennych i nocnych,
- b) oświetlenia bezpieczeństwa – w przypadku awarii zasilania,
- c) oświetlenia ewakuacyjnego – w celu prowadzenia użytkowników opuszczających tunel pieszo.

(4) Przy projektowaniu oświetlenia tuneli drogowych należy uwzględnić zmienność oświetlenia dostosowanego do wydzielonych stref tunelu o różnym poziomie luminancji L (rys. 4.6.4.1), zależnej w szczególności od długości tunelu, rodzaju nawierzchni, ukształtowania niwelety, prędkości pojazdów i natężenia ruchu [45]:

- a) strefa dojazdowa – strefa zlokalizowana przed portalem wjazdowym tunelu, której jasność wpływa na zdolność kierowcy do wykrycia przeszkód przy wjeździe do tunelu; poziom luminancji strefy L_{20} stanowi średnią luminancję otoczenia, nieba i drogi w stożku pola widzenia kierowcy wjeżdżającego do tunelu,
- b) strefa progowa – w początkowej części strefy wymagana luminancja L_{th} jest stała i związana z poziomem luminancji L_{20} strefy dojazdowej; w końcowej części strefy poziom luminancji ulega redukcji do wartości $0,4L_{th}$;
- c) strefa przejściowa – strefa, w której luminancja L_{tr} jest zmniejszana stopniowo do poziomu L_{in} wymaganego w strefie wewnętrznej,

- d) strefa wewnętrzna – obszar między strefą przejściową i strefą wyjazdową, często najdłuższy odcinek tunelu; stały poziom luminancji L_{in} określony jest w zależności od prędkości pojazdów i natężenia ruchu,
- e) strefa wyjazdowa – strefa przed wyjazdem z tunelu, w której widoczność zależy od jasności na zewnątrz tunelu, poziom luminancji zwiększany jest do poziomu $L_{ex} = 5L_{in}$.



Rys. 4.6.4.1. Strefy dziennego oświetlenia tunelu drogowego

(5) Długości stref tunelu i wymagane wartości poziomów luminancji należy wyznaczyć zgodnie z zasadami podanymi w [45], gdzie podano również wymagania dotyczące:

- a) jednorodności luminancji w przekroju poprzecznym tunelu i na długości pasa ruchu,
- b) ograniczenia efektu olśnienia,
- c) zalecanych odstępów pomiędzy punktami świetlnymi, z uwagi na dopuszczalną częstotliwość migotania.

(6) Układ oświetlenia tunelu drogowego może być w szczególności [45]:

- a) liniowy – przy użyciu opraw oświetleniowych z lampami zorientowanymi równolegle do osi jazdy, montowanych w rzędach wzdłuż stropu tunelu lub w narożach stropu i ścian tunelu,
- b) punktowy:
 - symetryczny,
 - kierunkowy (tzw. „counter-beam”) – dopuszczalny w tunelach o ruchu jednokierunkowym.

(7) Oświetlenie tuneli dla pieszych lub rowerów powinno spełniać następujące wymagania:

- a) natężenie światła powinno wynosić od 200 do 300 lx,
- b) elementy oświetleniowe mogą być montowane na ścianach lub stropie w układzie liniowym lub punktowym i nie mogą znajdować się w skrajni drogi w tunelu.

(8) Oświetlenie w tunelu powinno być wspomagane uzupełniającymi rozwiązaniami, polegającymi w szczególności na:

- a) zmianie barwy nawierzchni jezdni – z ciemnej na drodze na jasną w tunelu,
- b) zastosowaniu jasnych oblicowań ścian tunelu nie dających refleksów.

(9) Przy projektowaniu oświetlenia tuneli zaleca się stosowanie zasad podanych w [50].

4.7. Konstrukcje oporowe

4.7.1. Wymagania ogólne i funkcje

- (1) Konstrukcje oporowe mogą w szczególności:
 - a) zabezpieczać uskok terenu,
 - b) zapewniać zachowanie stateczności gruntu zasypowego w obiekcie inżynierskim.
- (2) Konstrukcje oporowe mogą występować w szczególności jako:
 - a) samodzielne konstrukcje związane z drogą,
 - b) elementy konstrukcji obiektów mostowych obramowujące korpus drogi,
 - c) ściany czołowe przepustów,
 - d) ściany czołowe tuneli.
- (3) Dopuszcza się stosowanie konstrukcji z gruntu zbrojonego, pełniących funkcję konstrukcji oporowych, zgodnie z zasadami projektowania podanymi w normie [9] i instrukcji [34].

4.7.2. Konstrukcje żelbetowe

- (1) Grubość elementów żelbetowej konstrukcji oporowej powinna wynosić nie mniej niż:
 - a) 0,30 m – w przypadku konstrukcji monolitycznych,
 - b) 0,15 m – w przypadku konstrukcji prefabrykowanych.
- (2) Elementy prefabrykowane powinny spełniać wymagania normy [11].
- (3) Elementy prefabrykowane powinny być połączone zwieńczeniem z betonu monolitycznego, zabezpieczającym przed ich nierównomiernym przemieszczaniem się (rys. 4.7.2.1).



Rys. 4.7.2.1. Zastosowanie prefabrykatów żelbetowych w budowie dojścia do mostu dla pieszych

4.7.3. Konstrukcje z gruntu zbrojonego

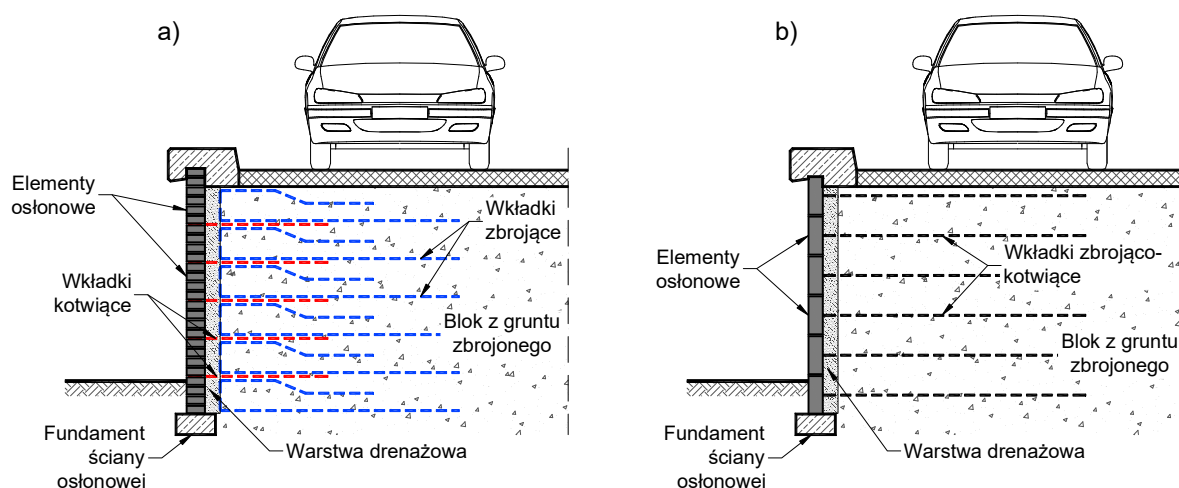
- (1) Konstrukcje z gruntu zbrojonego mogą mieć w obiektach mostowych zastosowanie w szczególności jako:
 - a) blok z gruntu zbrojonego oddzielony pustką od ściany czołowej i ścian bocznych przyczółka, przejmujący parcie zasypki,
 - b) konstrukcja oporowa tworząca ściany przyczółka (rys. 4.7.3.1),
 - c) posadowienie fundamentów podpór.

- (2) Dopuszcza się wykorzystanie konstrukcji z gruntu zbrojonego do posadowienia fundamentów podpór obiektów mostowych, których projektowana trwałość jest nie większa niż 50 lat (np. obiektów istniejących poddanych przebudowie), pod warunkiem zapewnienia:
- spełnienia stanu granicznego nośności podłoża i ogólnej stateczności podpory zgodnie z normą [9],
 - odległości krawędzi fundamentu podpory od krawędzi ściany osłonowej nie mniejszej niż 1,00 m,
 - nieprzekazywania bezpośredniego oddziaływania fundamentu podpory obiektu mostowego na ścianę osłonową.



Rys. 4.7.3.1. Ściana z gruntu zbrojonego zlokalizowana za podporą słupową

- (3) Konstrukcje z gruntu zbrojonego, pełniące funkcję konstrukcji oporowych, można wykonywać w systemie:
- biernym (rys. 4.7.3.2a) – gdzie zbrojenie gruntu jest dzielone na konstrukcyjne (wkładki zbrojące zawijane w licu bloku gruntu zbrojonego) oraz pomocnicze (wkładki kotwiące umieszczane pomiędzy wkładkami zbrojącymi), do którego kotwi się elementy osłonowe ściany; ściana osłonowa oraz blok z gruntu zbrojonego tworzą odrębne konstrukcje, co umożliwia ich niezależne wykonanie – system umożliwia budowę ściany osłonowej po ustabilizowaniu się ośrodka gruntowego,
 - czynnym (rys. 4.7.3.2b) – gdzie wkładki zbrojące grunt są kotwione w elementach osłonowych ściany (wkładki zbrojąco-kotwiące) – równoległe z formowaniem bloku z gruntu zbrojonego układa się elementy osłonowe spełniające funkcję szalunku dla kolejnych warstw materiału zasypowego.



Rys. 4.7.3.2. Konstrukcja oporowa z gruntu zbrojonego: a) w systemie biernym; b) w systemie czynnym

(4) Jako elementy przyczółków zaleca się stosowanie konstrukcji z gruntu zbrojonego w systemie biernym, z uwagi na mniejszy wpływ osiadań zasyпки gruntowej.

(5) W projektowaniu konstrukcji z gruntu zbrojonego zaleca się stosować zasady podane w instrukcji [34] i rekomendacji [47].

(6) Jako zbrojenie gruntu należy stosować w szczególności pasy stalowe żebrowane, geosiatki polietylenowe, pasy polimerowe lub pasy z włókien poliestrowych w powłóce z polietylenu spełniające wymagania określone w instrukcji [34]. Zbrojenie należy łączyć z elementami osłonowymi za pomocą łączników systemowych.

(7) Jako kruszywo zasypkowe należy stosować grunty niespoiste, gruboziarniste, przepuszczalne i dobrze zagęszczalne (żwir, pospółka, piasek gruby lub średni), spełniające następujące wymagania:

- a) kąt tarcia wewnętrznego $\varphi \geq 35^\circ$,
- b) wskaźnik różnoziarnistości $C \geq 5$ określony zgodnie z normą [27],
- c) maksymalna wielkość cząstki gruntowej dobrana do rodzaju zastosowanego zbrojenia, w celu uniknięcia jego uszkodzenia, lecz nie większa niż 63 mm.

(8) Ściana osłonowa konstrukcji z gruntu zbrojonego powinna spełniać następujące wymagania:

- a) dopuszcza się stosowanie prefabrykowanych elementów osłonowych, w szczególności betonowych, żelbetonowych, lub polimerobetonowych o grubości nie mniejszej niż 0,12 m,
- b) beton stosowany w elementach osłonowych powinien mieć następujące własności:
 - klasa wytrzymałości co najmniej C30/37,
 - nasiąkliwość $< 5\%$,
 - stopień mrozoodporności co najmniej F150,
- c) elementy ściany osłonowej należy posadzić na ławie betonowej o szerokości nie mniejszej niż 0,50 m i wysokości nie mniejszej niż 0,25 m, wykonanej z betonu klasy co najmniej C25/30.

4.7.4. Konstrukcje gabionowe

(1) Konstrukcja oporowa z gabionów (rys. 4.7.4.1) powinna spełniać warunki stateczności na przesuw, obrót oraz nośności podłoża zgodnie z normą [9].

(2) Konstrukcja gabionowa powinna spełniać następujące wymagania:

- a) kosze należy wykonywać z siatki stalowej, z drutu o średnicy nie mniejszej niż 3,0 mm zabezpieczonego antykorozyjnie co najmniej powłoką cynkową o grubości nie mniejszej niż 230 g/m²,

- b) wypełnienie koszy powinien stanowić materiał kamienny ze skał twardych łamanych lub w postaci otoczków, klasyfikowany zgodnie z normą [14], o granulacji nie mniejszej niż wymiary oczek siatki i nie większej niż 200 mm,
- c) do łączenia ze sobą koszy należy używać łączników (np. spiral lub pierścieni) z drutu stalowego ocynkowanego lub ze stali trudnordzewiejącej,
- d) konstrukcję z gabionów należy posadzić na warstwie betonu klasy nie niższej niż C20/25, o grubości nie mniejszej niż 0,20 m.



Rys. 4.7.4.1. Ściana oporowa z gabionów

4.7.5. Konstrukcje z grodziec

(1) Konstrukcje oporowe z elementów stalowych w postaci grodziec należy wykonywać zgodnie z normą [18]. Grodziec stalowe powinny spełniać w zakresie tolerancji kształtu i wymiarów wymagania podane w normie [15].

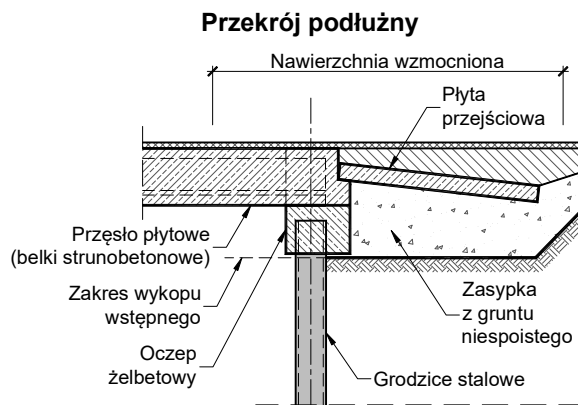
(2) Konstrukcja z grodziec stalowych powinna mieć w szczególności:

- a) żelbetowe monolityczne zwieńczenie zabezpieczające przed nierównomiernym przemieszczaniem się jej elementów,
- b) nadatki przekrojów na ubytki korozyjne o wielkości określonej w zależności od warunków gruntowych i wodnych zgodnie z normą [8] lub zapewnioną ochronę antykorozyjną, zgodnie z WR-M-31.

(3) Nie dopuszcza się stosowania stali trudno rdzewiejących do wykonania elementów konstrukcji oporowych.

(4) Dopuszcza się wykorzystanie grodziec stalowych w konstrukcji podpór i posadowienia obiektów mostowych, w szczególności zintegrowanych (rys. 4.7.5.1), zlokalizowanych w ciągach dróg klasy L i D.

(5) Dopuszcza się stosowanie grodziec z materiałów kompozytowych FRP oraz termoplastycznych winylowych (z PVC) w konstrukcjach oporowych, których obciążenie użytkowe stanowi obciążenie tłumem według normy [7] lub tylko naziomem.



Rys. 4.7.5.1. Przykład obiektu zintegrowanego, posadwionego na grodzicach stalowych [59]

4.7.6. Przerwy dylatacyjne

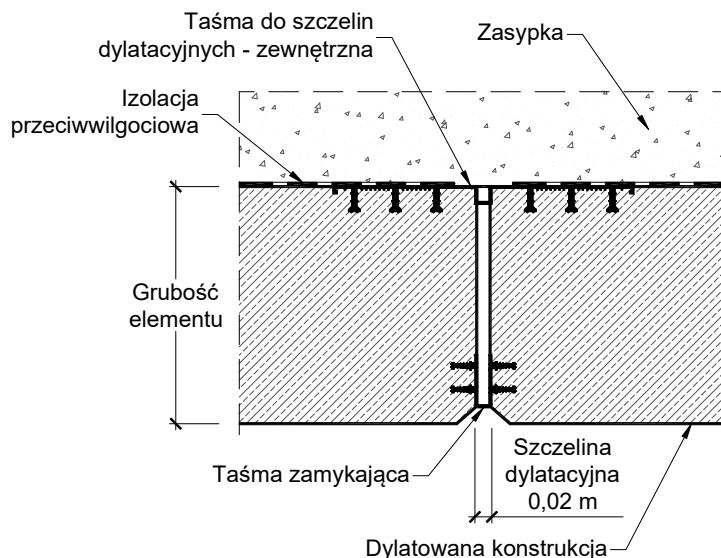
(1) W konstrukcjach oporowych, o ile wynika to z ich typu, powinny być wykonywane przerwy dylatacyjne (szczeliny dylatacyjne), zapewniające swobodę przemieszczeń wywołanych wydłużeniem, skróceniem, osiadaniem i przechyleniem rozdzielonych części konstrukcji, zabezpieczające w szczególności przed skutkami:

- a) zmian temperatury,
- b) skurczu betonu,
- c) przemieszczeń.

(2) Szczeliny dylatacyjne powinny przechodzić w jednej płaszczyźnie pionowej przez ścianę i fundament konstrukcji oporowej, z wyjątkiem przerw oddzielających ścianę czołową od ścian bocznych przyczółka, zamocowanych we wspólnym fundamencie.

(3) Szczeliny dylatacyjne powinny być zabezpieczone przed przeciekaniem i nasiąkaniem wodą w sposób jak na rys. 4.7.6.1, spełniający wymagania:

- a) szerokość szczeliny powinna wynosić nie mniej niż 0,02 m,
- b) od strony zasyпки (naporu wody) należy stosować taśmę uszczelniającą zewnętrzną z elastycznym rdzeniem dylatacyjnym i karami kotwiącymi,
- c) od strony zewnętrznej szczelinę należy zabezpieczyć materiałem trwale elastycznym (kitem poliuretanowym spełniającym wymagania podane w normie [26]) lub profilem czołowym (taśmą zamykającą),
- d) odległość pomiędzy taśmą uszczelniającą a zbrojeniem powinna być nie mniejsza niż 0,02 m.



Rys. 4.7.6.1. Sposób zabezpieczenia przerwy dylatacyjnej (szczeliny dylatacyjnej)

4.8. Obiekty inżynierskie na terenach podlegających wpływom eksploatacji górniczej

4.8.1. Zabezpieczenia przed wpływami deformacji terenu

(1) Przy projektowaniu obiektów inżynierskich usytuowanych w rejonach podlegających wpływom eksploatacji górniczej należy określić możliwe deformacje terenu, wynikające z bieżącej i przyszłej działalności wydobywczej kopalń. W tym celu należy wykonać ekspertyzę górnictwo-geologiczną, która uściśli wskaźniki deformacji powierzchni terenu, na którym znajduje się projektowany obiekt.

(2) Przy doborze zabezpieczeń zaleca się stosowanie wymagań zawartych w instrukcji [33], w zakresie odnoszącym się do obiektów inżynierskich będących przedmiotem wytycznych.

(3) Konstrukcja obiektu inżynierskiego na terenach podlegających wpływom eksploatacji górniczej powinna zapewniać w szczególności:

- a) swobodę przemieszczeń poszczególnych brył konstrukcji, takich jak przęsła, filary, przyczółki, ściany oporowe – wywołanych deformacją terenu spowodowaną robotami górnictwami,
- b) możliwość rektyfikacji położenia brył konstrukcji – w celu likwidacji przemieszczeń zagrażających bezpieczeństwu ruchu i zmniejszających komfort użytkownika oraz dla zachowania jego własności użytkowych na etapie eksploatacji – w szczególności poprzez:
 - uwzględnienie w obliczeniach statyczno-wytrzymałościowych dodatkowych schematów obliczeniowych (np. podnoszenie przęsła),
 - określenie siły niezbędnej do podniesienia przęsła na każdym łożysku,
- c) umożliwienie przeniesienia dodatkowych sił będących efektem wpływów górniczych.

(4) W celu oceny zmian geometrycznych użytkowanych mostów zlokalizowanych na terenach podlegających wpływom eksploatacji górniczej, należy prowadzić monitoring polegający na okresowych pomiarach niwelacyjnych [57].

4.8.2. Ustrój nośny

(1) Podstawową metodą biernego zabezpieczenia konstrukcji na terenach podlegających wpływom eksploatacji górniczej jest dobór właściwego schematu statycznego [57]:

- a) statycznie wyznaczalnego, gwarantującego swobodę przemieszczeń poszczególnych brył konstrukcji – w szczególności w przypadku konstrukcji klasyfikowanych według instrukcji [33] jako obiekty odkształcalne,
- b) statycznie niewyznaczalnego – który może być stosowany w szczególności w przypadku konstrukcji klasyfikowanych według instrukcji [33] jako obiekty sztywne.

(2) Dopuszcza się stosowanie ustrojów nośnych ciągłych (statycznie niewyznaczalnych), w przypadku konstrukcji klasyfikowanych według instrukcji [33] jako obiekty sztywne, pod warunkiem spełnienia wymagań, polegających na przystosowaniu konstrukcji do przeniesienia dodatkowych sił, wywołanych dostosowywaniem się konstrukcji do odkształceń podłoża gruntowego.

(3) Zaleca się kształtowanie ustroju nośnego obiektu mostowego w taki sposób, aby miał [57], [58]:

- a) ograniczoną liczbę dźwigarów głównych – preferowane są układy dwubelkowe,
- b) niewielką sztywność poprzeczną,
- c) niewielką sztywność giętną w przypadku układów ciągłych statycznie niewyznaczalnych – preferowane są ustroje nośne:
 - betonowe sprężone,
 - stalowe zespolone.

(4) W przypadku konstrukcji klasyfikowanych według instrukcji [33] jako obiekty sztywne, mających postać ramy zamkniętej, należy dzielić je na sekcje o długości nie większej niż 15 m, zapobiegając przed klawiszowaniem segmentów w szczególności poprzez:

- a) wykonanie pod stykiem segmentów dodatkowej płyty z przekładkami poślizgowymi,
- b) połączenie segmentów łącznikami w postaci dybli, które mogą być uzupełnione krótkimi cięgnami uniemożliwiającymi oddalenie się od siebie segmentów [57].

4.8.3. Podpory i posadowienie

(1) Obiekty mostowe na terenach podlegających wpływom eksploatacji górniczej powinny mieć zapewnioną podatność posadowienia podpór do przyjmowania przemieszczeń wywołanych eksploatacją górnictwem. Podatność ta może być osiągnięta w szczególności przez:

- a) stosowanie wiotkich pali,
- b) oparcie podpór monolitycznych na głowicach pali, bez ich zakotwienia,
- c) zastosowanie warstw przekładkowych o grubości nie mniejszej niż 0,50 m, wykonanych z piasków średnioziarnistych o wskaźniku zagęszczenia $I_s \leq 0,85$.

(2) W obiektach wznoszonych na terenach podlegających wpływom eksploatacji górniczej zaleca się stosować posadowienie bezpośrednie [33].

(3) Wartości uogólnionych przemieszczeń podpór od ciężaru własnego konstrukcji powinny być nie większe niż:

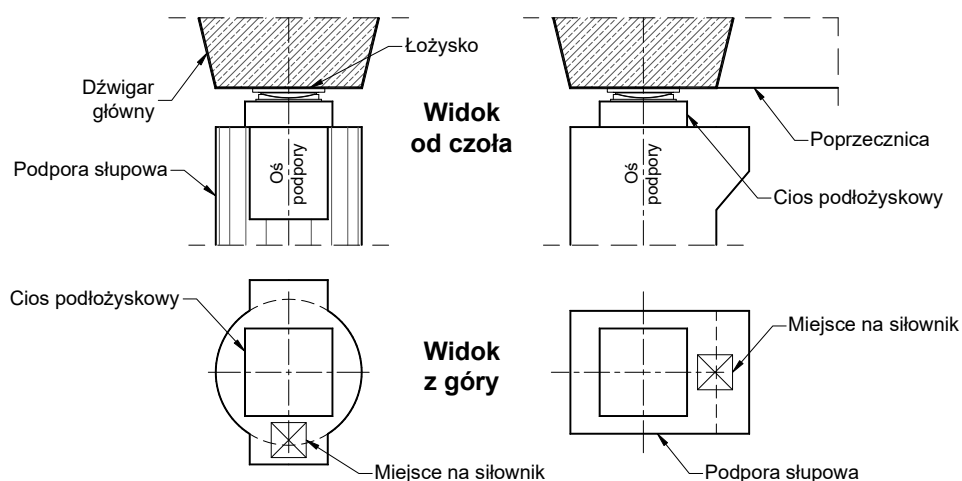
- a) 0,20 m – dla średnich osiadań podstawy fundamentu,
- b) 0,01 rad – dla kąta obrotu podpory lub poszczególnych wydzielonych jej części – w płaszczyźnie pionowej poprowadzonej przez oś przęsła.

(4) Konstrukcja przyczółków sztywnych na terenach górniczych powinna spełniać wymagania podane w podrozdziale 6.2.2 akapit (3).

(5) W celu likwidacji lokalnych deformacji osi jezdni na obiekcie, konstrukcja obiektu mostowego powinna być przygotowana do podnoszenia i przesuwania przęseł w szczególności poprzez:

- a) ukształtowanie ław podłożyskowych na podporach,
- b) poszerzenie głowic podpór słupowych lub wykonanie w ich górnej części pilastrów (rys. 4.8.3.1),
- c) połączenie podpór słupowych oczepami,

w taki sposób, aby pozostawić miejsca o wymiarach w planie dostosowanych do przewidywanych sił, lecz nie mniejszych niż $0,30 \times 0,30$ m, w celu ustawienia niezbędnego sprzętu (np. siłowników hydraulicznych).

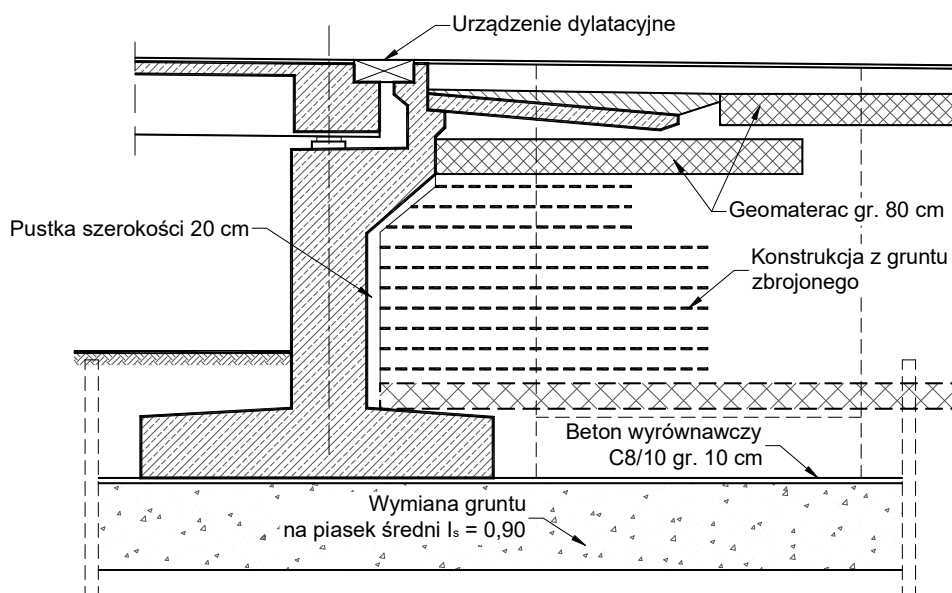


Rys. 4.8.3.1. Przykład modyfikacji głowicy podpory słupowej

(6) W celu redukcji parcia gruntu na przyczółki należy stosować w szczególności (rys. 4.8.3.2):

- a) gładkie wykończenie tylnej powierzchni ścian przyczółków izolacjami epoksydowymi wraz z zastosowaniem zasyпки z piasku średniego zamiast pospółki,
- b) zasypkę przyczółka uformowaną w postaci bryły z gruntu zbrojonego, z pozostawieniem pomiędzy tylną płaszczyzną ściany czołowej przyczółka

- a czołową powierzchnią konstrukcji z gruntu zbrojonego pustki o szerokości nie mniejszej niż 0,20 m,
- c) przekładki podatne (np. ze styropianu) o grubości do 0,50 m pomiędzy ścianami przyczółka a zasypką,
- d) półki odciążające.



Rys. 4.8.3.2. Różne formy zabezpieczeń w obrębie przyczółka [57]

4.8.4. Łożyska i urządzenia dylatacyjne

(1) Przy doborze rodzaju i parametrów łożysk oraz urządzeń dylatacyjnych, w celu zapewnienia swobody wzajemnych przemieszczeń brył konstrukcji, należy uwzględnić w szczególności wpływ:

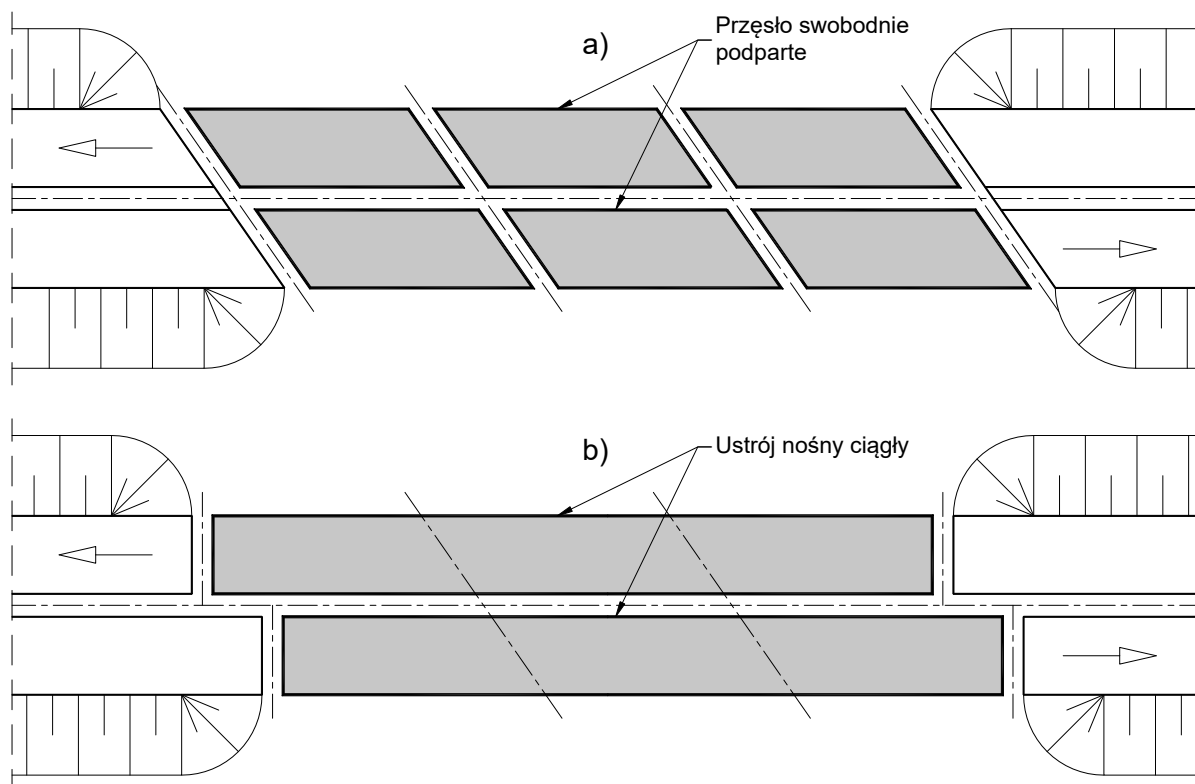
- a) deformacji terenu,
- b) efektów termicznych,
- c) efektów reologicznych.

(2) Przy doborze łożysk w przekroju poprzecznym przęsła należy w szczególności [57]:

- a) minimalizować ich liczbę – zaleca się ograniczenie do dwóch,
- b) uwzględnić redystrybucję reakcji na poszczególnych łożyskach.

(3) Sposób łożyskowania przęseł obiektów mostowych powinien być zgodny z zasadami podanymi w WR-M-71.

(4) W obiektach mostowych zlokalizowanych w szczególności w ciągach dróg klasy A, S i GP należy dążyć do eliminowania ukośnych przerw dylatacyjnych. O ile jest to możliwe, zaleca się projektować obiekty ciągłe, o dylatacjach prostopadłych do osi jezdni. W przypadku obiektów rozdzielonych, zlokalizowanych w ciągu drogi dwujezdniowej, należy przewidzieć wzajemne przesunięcie podpór skrajnych, w celu dostosowania ich geometrii do skrzyżowania z przeszkodą (rys. 4.8.4.1).



Rys. 4.8.4.1. Sposób kształtowania dylatacji w obiektach mostowych usytuowanych w skosie: a) niezalecany; b) zalecany

4.9. Wymagania w zakresie estetyki

4.9.1. Kolorystyka

- (1) Dobór kolorystyki obiektu mostowego powinien spełniać wymagania:
 - a) zasada „szczerości” materiału, tzn. beton powinien wyglądać jak beton, stal jak stal, drewno jak drewno – należy dążyć do podkreślenia naturalnych walorów estetycznych stosowanych materiałów budowlanych (barwy, faktury, połysku),
 - b) liczba kolorów elementów konstrukcji obiektu mostowego powinna być jak najmniejsza – zaleca się ograniczenie do dwóch (rys. 4.9.1.1),
 - c) należy unikać stosowania różnych odcieni jednego koloru.
- (2) Elementy betonowe obiektu mostowego powinny spełniać wymagania:
 - a) na powierzchniach betonowych nie należy stosować powłok malarskich, z wyjątkiem gzymsów, które mogą mieć jednolity kolor kontrastujący z kolorem betonu,
 - b) nie należy stosować innych powłok lub warstw mogących wpływać na zmianę naturalnego wyglądu betonu, o ile nie jest to wymagane zgodnie z WR-M-32,
 - c) w przypadku obiektów usytuowanych w terenie miejskim zaleca się stosowanie faktury na powierzchniach betonowych (tzw. beton architektoniczny), zgodnie z zasadami i zaleceniami zawartymi w [44] – sposób i wymagania dotyczące wykończenia powierzchni betonowych powinny zostać zawarte w projekcie.



Rys. 4.9.1.1. Przykład poprawnie dobranej kolorystyki obiektu mostowego

(3) Balustrady powinny mieć kolor neutralny (zalecane są odcienie bieli, szarości, aluminium, srebrny), nie wyróżniający się i nie wpływający na odbiór estetyczny obiektu, o ile nie są to elementy nietypowe, o indywidualnym ukształtowaniu architektonicznym.

(4) Należy dążyć do korelacji kolorystyki obiektu mostowego i elementów jego otoczenia, w szczególności ekranów przeciwhałasowych (rys. 4.9.1.2).



Rys. 4.9.1.2. Przykład poprawnej korelacji kolorystyki ekranów przeciwhałasowych i obiektu mostowego

(5) Kolorystyka obiektu mostowego, stanowiąca część dokumentacji projektowej, powinna zostać zaakceptowana w szczególności przez architekta miejskiego lub konserwatora zabytków, a w przypadku ich braku, kolorystyka powinna wynikać z dodatkowej analizy architektonicznej.

4.9.2. Pozostałe wymagania

(1) Rozwiązania konstrukcyjne obiektu mostowego powinny, w miarę możliwości, zakrywać urządzenia obce oraz elementy wyposażenia (np. elementy systemu odwodnienia) mogące wpływać negatywnie na odbiór estetyczny obiektu, w szczególności poprzez stosowanie:

- a) gzymsów,
- b) ścianek maskujących,
- c) wnęk w przęsłach płytowych,
- d) umieszczania przewodów:
 - wewnątrz przekroju skrzynkowego,
 - po wewnętrznej stronie dźwigarów skrajnych.

(2) Lokalizacja urządzeń obcych na obiekcie inżynierskim powinna spełniać wymagania podane w WR-M-72.

(3) Ogólnie dostępne powierzchnie obiektów inżynierskich, położonych w terenie miejskim, należy zabezpieczyć powłokami antygraffiti spełniającymi wymagania:

- a) wygląd – jednorodna powłoka, przezroczysta i bezbarwna,
- b) trwałość – nie mniejsza niż 10 lat bez ograniczenia liczby czyszczeń lub nie mniej niż 50 cykli,
- c) odporność na działanie środowiska atmosferycznego:

- odporność na działanie promieni UV – stopień kredowania nie większy niż 3 po pięciu latach ekspozycji,
 - absorpcja kapilarna – nie więcej niż $0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h}^{0,5})$,
 - opór dyfuzyjny dla pary wodnej – nie więcej niż 4 m,
 - opór dyfuzyjny dla dwutlenku węgla – nie mniej niż 50 m,
 - odporność na zmienne cykle mrozowe,
- d) dobre przyleganie do powierzchni zabezpieczonego elementu konstrukcji – przyczepność przy odrywaniu nie mniejsza niż:
- 1,0 MPa (wartość średnia),
 - 0,7 MPa (wartość pojedynczego odczytu),
- e) możliwość usuwania graffiti przy użyciu ciepłej wody pod ciśnieniem nie większym niż 60 bar.

4.9.3. Konkursy na projekty obiektów mostowych

(1) Konkursy na projekty zaleca się organizować w szczególności w przypadku obiektów mostowych:

- a) usytuowanych w terenie miejskim, gdy ich długość L_c przekracza:
 - 300 m – w przypadku obiektu drogowego,
 - 80 m – w przypadku obiektu dla pieszych lub rowerów,
- b) sąsiadujących z obiektami wpisanymi do rejestru zabytków,
- c) usytuowanych w strefach ochrony konserwatorskiej,
- d) usytuowanych na obszarach parków krajobrazowych i narodowych.

(2) Sposób przeprowadzenia konkursu i jego zakres powinny być zgodne z międzynarodowymi standardami zawartymi w [46].

(3) W skład jury konkursu powinni wchodzić inżynierowie posiadający uprawnienia budowlane w specjalności mostowej.

5. Droga na i w obiekcie inżynierskim

5.1. Przekrój drogi na obiekcie mostowym i w tunelu

5.1.1. Elementy przekroju drogi

(1) Elementy drogi, przeznaczone do prowadzenia ruchu na obiekcie mostowym lub w tunelu, powinny stanowić kontynuację odpowiadających im elementów drogi poza obiektem mostowym lub tunelem.

(2) Jeżeli jest przewidywane etapowanie budowy drogi, wówczas szerokość i ukształtowanie obiektu inżynierskiego powinny być dostosowane do docelowego przekroju drogi. W przypadku obiektów inżynierskich o jezdniach rozdzielonych, znajdujących się w ciągu dróg o docelowym przekroju dwujezdniowym, dopuszcza się wykonanie obiektu tylko w ciągu jednej jezdni, jeśli wynika to z planów etapowania budowy drogi.

(3) Dopuszcza się lokalizację torowiska tramwajowego, drogi dla pieszych, drogi dla rowerów lub drogi dla pieszych i rowerów na innym poziomie niż poziom jezdni (rys. 5.1.1.1).



Rys. 5.1.1.1. Droga dla pieszych zlokalizowana poniżej poziomu jezdni na dużym moście podwieszonym

(4) Jezdnie na obiekcie mostowym lub w tunelu, wraz z pobocznymi lub opaskami, jeśli takie występują, powinny być obustronnie ograniczone krawężnikami, które należy stosować w szczególności między jezdnią a:

- a) drogą dla pieszych,
- b) drogą dla rowerów,
- c) drogą dla pieszych i rowerów,
- d) wydzielonym torowiskiem tramwajowym, gdy jezdnia przylegająca do torowiska ma co najmniej dwa pasy ruchu.

(5) Przejście z przekroju drogi z krawężnikami na obiekcie, na przekrój bez krawężników na dojazdach do obiektu powinno być zapewniane poprzez wykonanie krawężników zanikających, począwszy od końca obrysu ścian bocznych lub skrzydeł obiektu mostowego bądź ścian czołowych tunelu, na odcinkach przejściowych nie krótszych niż 5,0 m.

(6) Elementy chroniące na obiektach inżynierskich przed upadkiem osób z wysokości (w szczególności balustrady) powinny być kontynuowane poza nimi na odcinkach, dla których odległość powierzchni, po której może odbywać się ruch pieszych, obsługi lub rowerów od poziomu terenu lub dna cieku jest większa niż 0,5 m.

(7) Bariery ochronne umieszczone na obiekcie mostowym powinny:

- a) stanowić przedłużenie barier znajdujących się w ciągu drogi,

- b) być przedłużane poza obiekt mostowy, zgodnie z WR-M-71, jeśli na drodze, w ciągu której znajduje się obiekt, nie występują bariery,
- c) mieć ciągły przebieg, a w przypadku koniecznych przerw powinny być wykonane rozwiązania zabezpieczające przed wjechaniem pojazdu na przerwę w barierze,
- d) spełniać wymagania norm [16] i [17],
- e) podlegać zasadom stosowania i wymaganiom podanym w [41].

(8) Wpływ odkształcalności barier ochronnych zlokalizowanych w obrębie obiektów inżynierskich należy uwzględnić w szczególności zgodnie z zasadami:

- a) szerokość użytkowa (wolna przestrzeń) drogi dla pieszych, rowerów lub pieszych i rowerów, pozostająca po odkształceniu bariery ochronnej, powinna wynosić nie mniej niż 1,0 m,
- b) usytuowanie elementów konstrukcyjnych i elementów wyposażenia obiektu inżynierskiego nie może kolidować z położeniem pojazdu po odkształceniu bariery ochronnej, na którą najechał.

(9) W celu zapobieżenia olśnieniu użytkowników dróg przez nadjeżdżające z przeciwna samochody na obiektach inżynierskich, w ciągu dróg dwujezdniowych lub dróg równoległych o przeciwnych kierunkach ruchu, mogą być zastosowane osłony przeciwolśnieniowe, jeśli taka potrzeba wynika z ukształtowania drogi na obiekcie. Osłony przeciwolśnieniowe powinny spełniać wymagania określone w WR-D-22-3.

(10) Miejsca obiektu inżynierskiego służące do obsługi serwisowej, nieprzeznaczone do ruchu pieszych lub pojazdów, do których dostęp może narażać osoby postronne na ryzyko utraty zdrowia lub życia, powinny być zabezpieczone w trwały sposób przed dostępem tych osób.

5.1.2. Modyfikacje przekroju drogi

(1) Dopuszcza się zmniejszenie szerokości elementów drogi na obiekcie mostowym lub w tunelu, z wyjątkiem jezdni, w przypadku istniejących tuneli, mostów, wiaduktów i estakad poddawanych odbudowie, rozbudowie lub przebudowie.

(2) Zmniejszenie szerokości elementów drogi powinno zapewnić zachowanie wymaganej odległości:

- a) między krawędzią jezdni a:
 - najbardziej wysuniętym elementem bariery ochronnej na drogach klasy A, S, GP, G i Z,
 - ścianą tunelu na drogach klasy A, S i GP,
 przy czym odległość ta nie może być mniejsza niż 1,00 m,
- b) między krawędzią jezdni, jeśli jest ona ograniczona krawężnikiem wystającym ponad poziom nawierzchni jezdni nie mniej niż 0,14 m, a:
 - najbardziej wysuniętym elementem bariery ochronnej na drogach klasy GP, G i Z w obszarze zabudowanym oraz dróg klasy L i D,
 - ścianą tunelu na drogach klasy G, Z, L i D
 przy czym odległość ta nie może być mniejsza niż 0,50 m.

5.2. Obiekty mostowe o jezdniach rozdzielonych

(1) Wymaga się, aby obiekty mostowe zlokalizowane w ciągu dróg klasy A i S były projektowane i wykonywane jako rozdzielone dla każdej jezdni, niezależnie od długości obiektu, przy czym rozdzielenie to dotyczy zarówno ustroju nośnego, jak i podpór. Wymóg ten może nie być spełniony w przypadku:

- a) obiektów, w których nad konstrukcją ustroju nośnego występuje zasypka gruntowa,
- b) obiektów łukowych, podwieszonych, extradosed i wiszących o rozpiętości przęsła $L_i > 50$ m, w których wymóg rozdzielenia ustroju nośnego i podpór mógłby prowadzić do projektowania obiektów o ukształtowaniu nieuzasadnionym ekonomicznie, technologicznie lub konstrukcyjnie.

(2) Prześwit pomiędzy krawędziami pomostów rozdzielonych obiektów mostowych zlokalizowanych w ciągu dróg klasy A i S powinien wynosić:

- a) od 0,10 m do 0,50 m – gdy zapewniony jest bezpośredni dostęp od spodu ustroju nośnego do elementów konstrukcji, niezbędny w celu dokonania przeglądów lub napraw,
- b) nie mniej niż 2,00 m – gdy nie jest zapewniony bezpośredni dostęp od spodu ustroju nośnego do elementów konstrukcji, niezbędny w celu dokonania przeglądów lub napraw.

Sąsiednie krawędzie po obu stronach prześwitu powinny być zabezpieczone barierami ochronnymi, zgodnie z WR-M-71.

(3) Rozdzielenie podpór obiektów mostowych zlokalizowanych w ciągu dróg klasy A i S polega na:

- a) wykonaniu szczelin dylatacyjnych w osi obiektu we wszystkich elementach podpór (w szczególności korpusach, fundamentach, oczepach),
 - b) zabezpieczeniu szczelin wykonanych w ścianach przyczółków przed przenikaniem wody
- zgodnie z wymaganiami podanymi w podrozdziale 4.7.2.

(4) Konstrukcja obiektu mostowego zaprojektowanego i wykonanego jako nierozdzielony pod każdą jezdnię powinna umożliwiać wykonanie:

- a) zabiegów związanych z utrzymaniem, zgodnie z WR-M-81,
- b) remontu lub przebudowy nawierzchni, elementów wyposażenia lub konstrukcji pomostu prowadzonych w ramach jednej jezdni, przy utrzymaniu ciągłości ruchu na drugiej jezdni.

5.3. Skrajnie

(1) Pod i na obiekcie mostowym oraz w tunelu, w zależności od rodzaju przeszkody i przeznaczenia obiektu inżynierskiego, należy zachować:

- a) skrajnię drogi – zgodnie z WR-D-21,
- b) skrajnię budowli linii kolejowej, zgodnie z rozporządzeniem [1], oraz w przypadku linii kolejowej:
 - zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. – zgodnie ze standardem [36],
 - zarządzanej przez innego zarządcę – zgodnie z odrębną dokumentacją techniczną,
- c) skrajnię szlaku żeglownego – zgodnie z rozporządzeniem [3] oraz wymaganiami zarządcy cieków wodnych,
- d) skrajnię budowli innych środków transportu – odrębną dokumentacją techniczno-ruchową.

(2) Przy określaniu wolnej przestrzeni pod obiektem mostowym należy uwzględnić:

- a) sprawdzenie usytuowania spodu najniższej usytuowanego elementu konstrukcji przęsła w obrębie danej skrajni, z uwzględnieniem jego przemieszczeń wywołanych obciążeniami – odnosi się to do całego obszaru rzutu konstrukcji w obrębie danej skrajni,
- b) sprawdzenie potrzeby zwiększenia przestrzeni w przypadku przekraczania drogi prowadzonej w łuku pionowym lub poziomym.

(3) Skrajnię drogi na obiekcie inżynierskim należy przyjmować zgodnie z WR-D-21, w których podano wymagania dotyczące w szczególności wymiarów, kształtowania oraz zasad stosowania i łączenia poszczególnych rodzajów skrajni.

(4) Skrajnia chodnika dla obsługi na lub w obiekcie inżynierskim, o którym mowa w podrozdziale 9.3, powinna spełniać wymagania:

- a) mieć szerokość nie mniejszą niż 0,9 m,
- b) mieć wysokość nie mniejszą niż 1,9 m,
- c) skrajnia chodnika dla obsługi nie może nakładać się na skrajnię żadnego innego elementu drogi.

5.4. Dostosowanie do przebiegu drogi

5.4.1. Wymagania ogólne

(1) Obiekt inżynierski powinien być dostosowany do elementów geometrycznych drogi, w ciągu której jest usytuowany, a w szczególności do osi drogi oraz niwelety jezdni, poprzez dostosowanie geometrii konstrukcji obiektu:

- a) w planie – do łuków kołowych i krzywych przejściowych,
- b) w przekroju podłużnym i poprzecznym – do niwelety jezdni i pochyłeń poprzecznych elementów drogi na odcinkach prostych i krzywoliniowych.

(2) Dostosowanie obiektu inżynierskiego do elementów geometrycznych drogi powinno obejmować w szczególności:

- a) w planie: elementy ustroju nośnego (płytę pomostową i w miarę możliwości dźwigary główne) oraz gzymsy, bariery ochronne i balustrady,
- b) w przekroju podłużnym i poprzecznym: nawierzchnię jezdni, drogi dla pieszych, drogi dla rowerów, drogi dla pieszych i rowerów, gzymsy, płytę pomostu oraz bariery ochronne i balustrady.

(3) Zaleca się, aby obiekt inżynierski nie był budowany w skosie.

5.4.2. Pochylenia podłużne

(1) Pochylenie niwelety (i) na obiekcie mostowym lub w tunelu powinno wynikać z niwelety przyjętej dla drogi, w ciągu której obiekt się znajduje.

(2) Pochylenie niwelety na obiekcie mostowym powinno spełniać wymagania:

- a) być nie większe niż 4%, przy czym dopuszcza się większe pochylenie w przypadku, gdy rodzaj konstrukcji zapewnia stateczność obiektu, a niweleta jezdni wymusza takie rozwiązanie,
- b) być nie mniejsze niż 1%, z wyjątkiem odcinków w obrębie wierzchołków krzywych wypukłych, gdzie dopuszcza się mniejsze pochylenie.

(3) Pochylenie niwelety na obiekcie mostowym dla pieszych lub rowerów powinno spełniać wymagania:

- a) być nie większe niż:
 - 6% – gdy obiekt przeznaczony jest do ruchu pieszych,
 - 5% – gdy obiekt przeznaczony jest do ruchu rowerów lub pieszych i rowerów,
- b) być nie mniejsze niż 1%, z wyjątkiem odcinków w obrębie wierzchołków krzywych wypukłych, gdzie dopuszcza się mniejsze pochylenie.

(4) Pochylenie niwelety w tunelu powinno spełniać wymagania:

- a) być nie większe niż:
 - 3% – w ciągu transeuropejskiej sieci drogowej,
 - 4% – poza transeuropejską siecią drogową,
- b) być nie mniejsze niż 1%, z wyjątkiem odcinków w obrębie wierzchołków krzywych wypukłych, gdzie dopuszcza się mniejsze pochylenie.

(5) Jeżeli na lub w obiekcie inżynierskim nie można zachować minimalnego pochylenia niwelety, o którym mowa w akapitach (2), (3) i (4) lit. b, należy zapewnić minimalny spadek w ścieku przykrawężnikowym nie mniejszy niż 1%.

(6) Dodatkowo niweleta powinna spełniać wymagania polegające na:

- a) wyeliminowaniu krzywych wklęsłych oraz wklęsłych załamań niwelety, skutkujących lokalizacją najniższego punktu niwelety na obiekcie mostowym lub w tunelu,
- b) umieszczeniu najniższego punktu krzywej wklęsłej niwelety w odległości nie mniejszej niż 20 m od końca pomostu obiektu mostowego lub końca tunelu,
- c) w obiektach miejskich, w których jest zapewnione odprowadzenie wody opadowej do ogólnospławnej kanalizacji deszczowej, dopuszcza się zmniejszenie odległości, o której mowa w lit. b, do 5 m.

5.4.3. Pochylenia poprzeczne

(1) Pochylenie poprzeczne jezdni na obiekcie mostowym lub w tunelu (i_p) powinno spełniać następujące wymagania:

- a) w ciągu drogi na odcinku prostym powinno być nie mniejsze niż 2,5%,
- b) w ciągu krzywoliniowego odcinka drogi powinno być uzależnione w szczególności od promienia łuku oraz prędkości projektowej.

(2) Na obiektach zlokalizowanych w ciągu krzywoliniowych odcinków drogi, niezależnie od pochyłeń, o których mowa w akapicie (1), powinny być stosowane poszerzenia jezdni.

(3) Pochylenie poprzeczne poza jezdnią na obiekcie mostowym lub w tunelu powinno wynosić:

- a) 3% – na drodze dla pieszych, drodze dla rowerów oraz drodze dla pieszych i rowerów,
- b) nie mniej niż 4% – na chodniku dla obsługi oraz wydzielonych powierzchniach nie przeznaczonych do ruchu.

6. Połączenie obiektu inżynierskiego z drogą

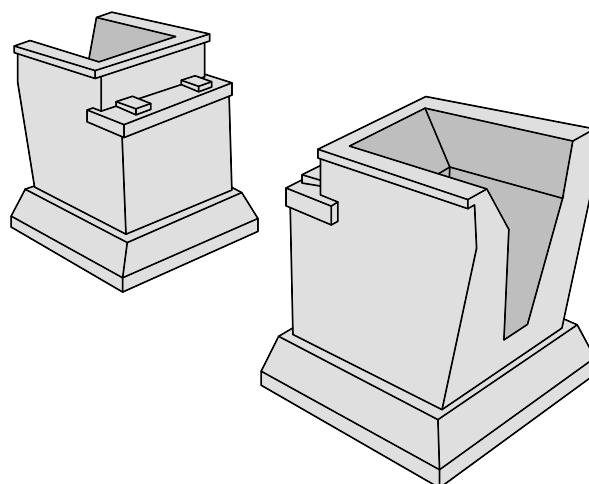
6.1. Wymagania ogólne

- (1) Połączenie obiektu inżynierskiego z nasypem drogowym powinno zapewniać:
 - a) wyrównanie osiadań podpór lub innych elementów konstrukcji obiektu inżynierskiego i przyległego nasypu drogowego,
 - b) zbliżone warunki przejazdu pojazdów na jezdni obiektu i drogi poprzez:
 - zastosowanie nawierzchni o zgodnych parametrach technicznych,
 - zabezpieczenie nawierzchni przed spękaniem wynikającymi z wzajemnych oddziaływań konstrukcji obiektu i nasypu drogowego.
- (2) Połączenie obiektu inżynierskiego z nasypem drogowym powinno zapewniać stabilność wzajemnych oddziaływań konstrukcji obiektu i nasypu drogowego w szczególności poprzez wykonanie:
 - a) nasypu na odcinkach przyległych do obiektu z gruntów o właściwościach mechanicznych niezależnych od zawilgocenia,
 - b) odwodnienia gruntu nasypu drogowego w obrębie podpór skrajnych.
- (3) Przez nasyp drogowy rozumie się nie tylko nasyp drogi stykającej się z obiektem, lecz również naziem gruntów rodzimych.
- (4) Połączenie obiektu mostowego z nasypem drogowym, zależnie od rodzaju i długości obiektu, ukształtowania przestrzeni pod obiektem, rodzaju przeszkody, warunków terenowych i klasy drogi może być dokonane w szczególności poprzez:
 - a) przyczółki masywne,
 - b) przyczółki sztywne,
 - c) przyczółki ściankowe,
 - d) ściany ramownic skrzynkowych,
 - e) przyczółki słupowe,
 - f) przyczółki z elementami z gruntu zbrojonego,
 - g) przyczółki specjalne.
- (5) Nie dopuszcza się połączenia obiektu mostowego z nasypem drogowym poprzez wsporniki przęsła wprowadzone w nasyp.

6.2. Rodzaje przyczółków

6.2.1. Przyczółki masywne

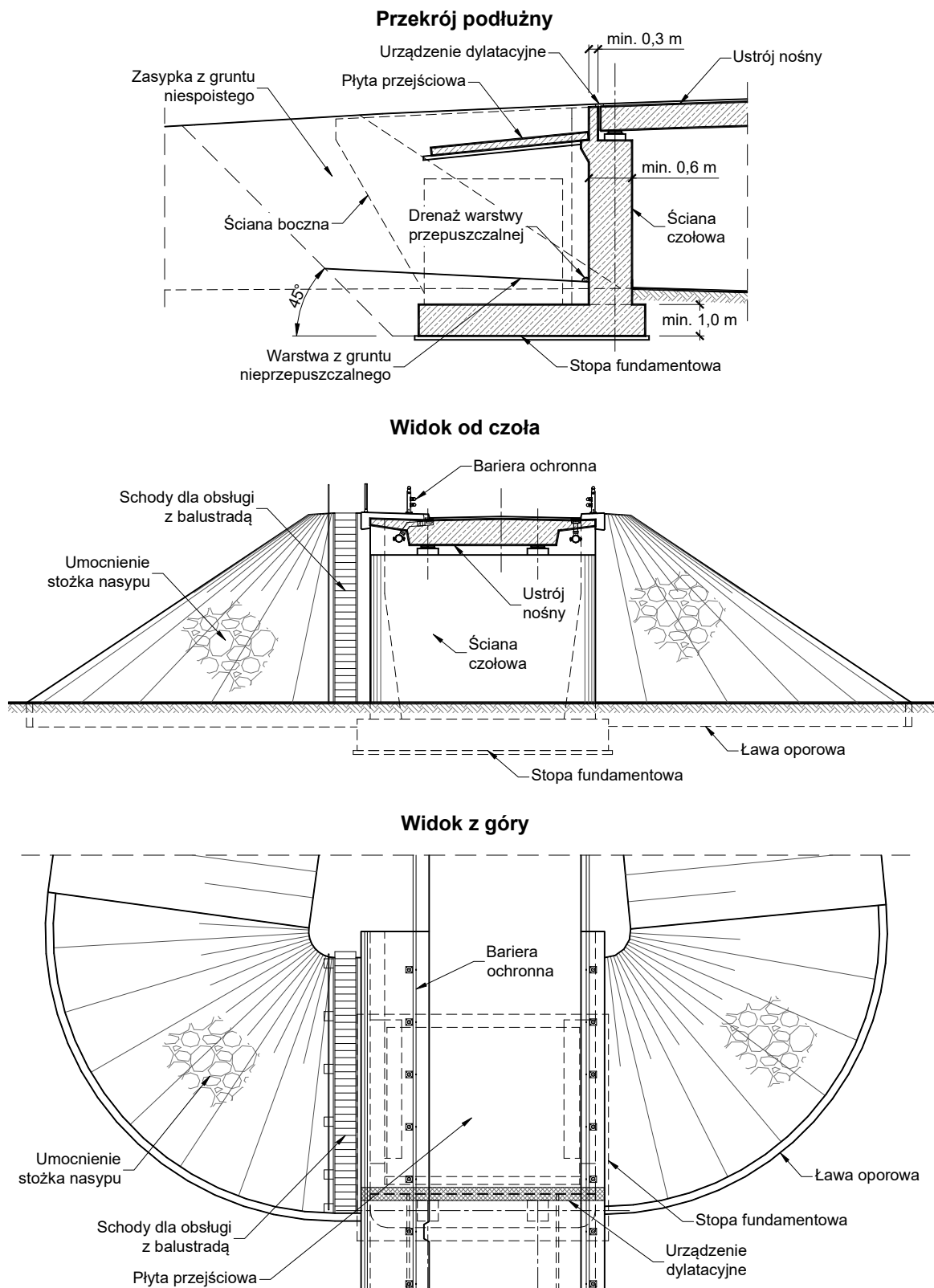
- (1) Przyczółki masywne (rys. 6.2.1.1) mogą być zastosowane w szczególności:
 - a) przy rekonstrukcji obiektów historycznych,
 - b) w mostach i wiaduktach dla pieszych.



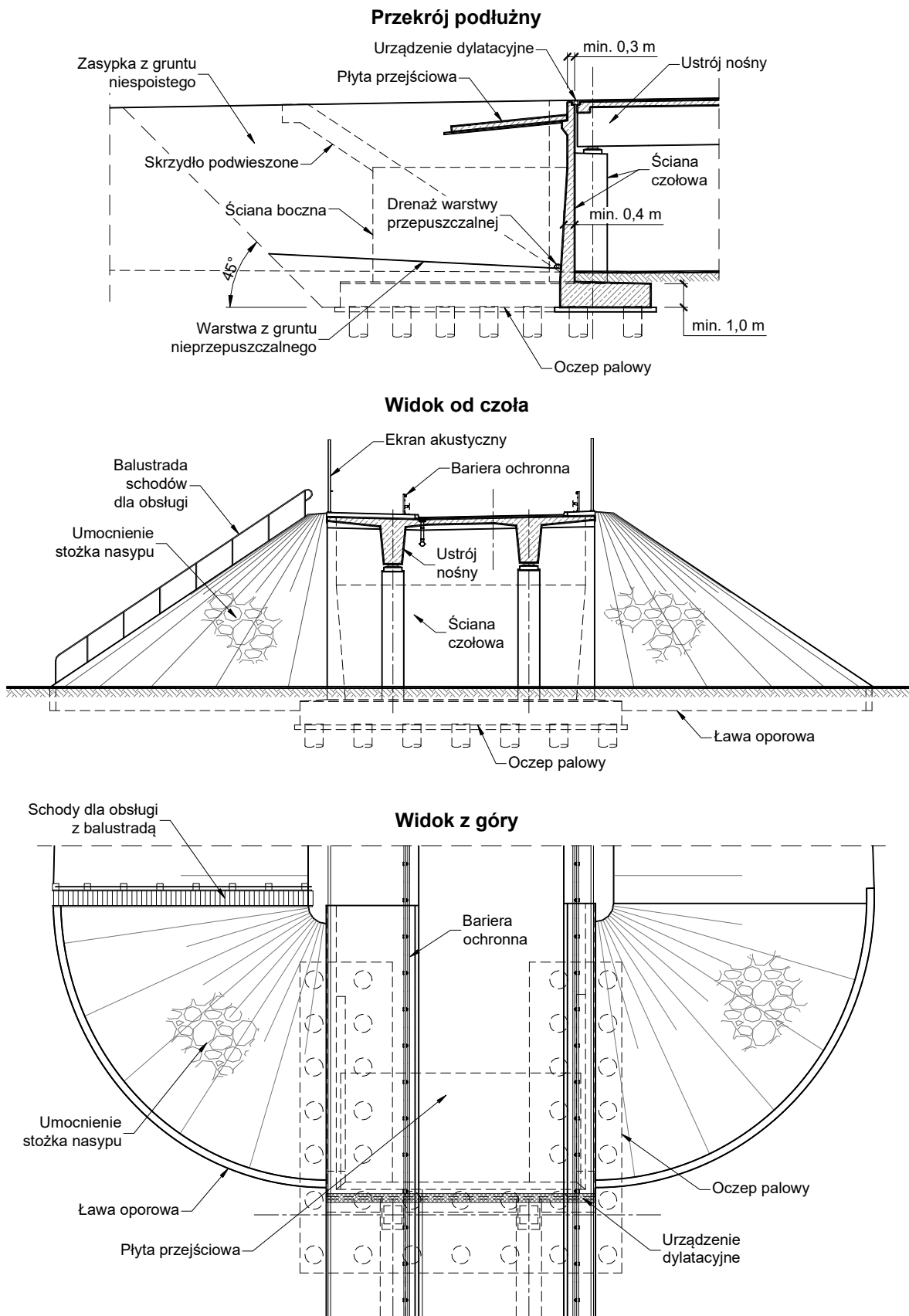
Rys. 6.2.1.1. Przykłady ukształtowania przyczółków masywnych

6.2.2. Przyczółki sztywne

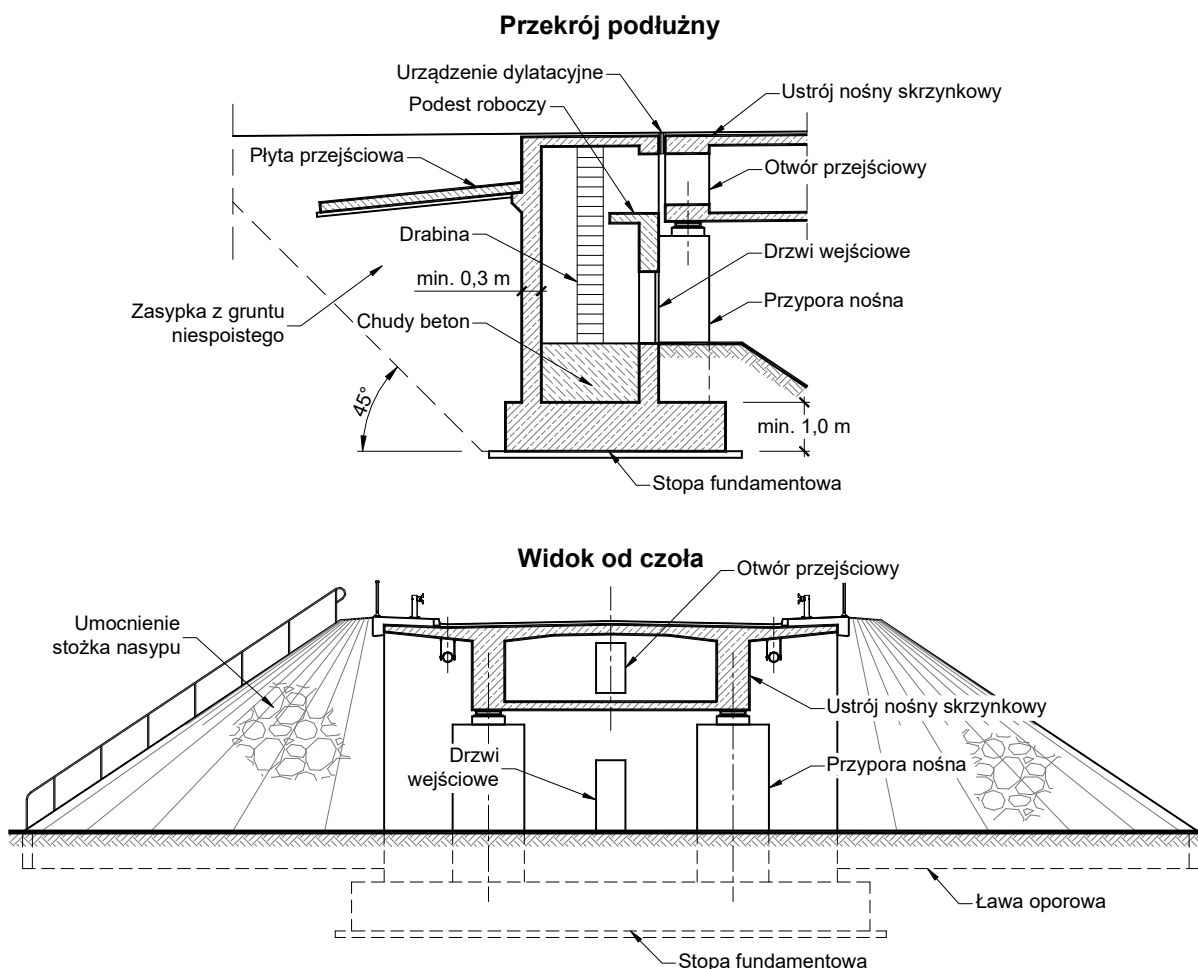
- (1) Przyczółki sztywne powinny być stosowane w szczególności, gdy zachodzi potrzeba:
 - a) wykonania przerw między przęsłem a nasypem zabezpieczonych urządzeniami dylatacyjnymi,
 - b) wykonania pomieszczeń dla urządzeń obcych przechodzących przez obiekt,
 - c) zapewnienia swobody przemieszczeń poszczególnych brył konstrukcji na terenach górniczych,
 - d) umożliwienia podwyższenia podpór oraz podnoszenia przęseł w okresie eksploatacji obiektów na terenach górniczych.
- (2) Wśród przyczółków sztywnych, z uwagi na sposób ich ukształtowania, można wyróżnić w szczególności:
 - a) przyczółki tarczowe, jak na rys. 6.2.2.1,
 - b) przyczółki tarczowo-słupowe, jak na rys. 6.2.2.2,
 - c) przyczółki skrzyniowe, jak na rys. 6.2.2.3.
- (3) Przyczółki sztywne na terenach górniczych powinny być wykonane jako:
 - a) jedna bryła obejmująca ścianę czołową i ściany boczne na wspólnym fundamencie,
 - b) kilka zwartych brył przedzielonych przerwami dylatacyjnymi i spoczywających na oddzielnych fundamentach – w przypadku obiektów o szerokości większej niż 20 m, spełniając jednocześnie następujące wymagania:
 - przerwy dylatacyjne rozmieszczone są w odstępach nie większych niż 10 m,
 - przerwy dylatacyjne przyczółków znajdują się w jednej płaszczyźnie pionowej z podłużnymi przerwami dylatacyjnymi przęseł,
 - szerokość szczelin dylatacyjnych gwarantuje swobodę przemieszczeń poszczególnych brył konstrukcji wywołanych odkształceniem terenu oraz siłami działającymi na te bryły.
- (4) Przyczółki skrzyniowe należy stosować w szczególności w obiektach mostowych o długości $L_c > 150$ m, o ustroju nośnym skrzynkowym, usytuowanych w ciągu dróg klasy A, S i GP.
- (5) Pomieszczenia zamknięte w przyczółkach skrzyniowych, przeznaczone do obsługi i utrzymania, powinny spełniać następujące wymagania:
 - a) mieć wysokość użytkową nie mniejszą niż 1,9 m,
 - b) być wyposażone w otwory wentylacyjne, które powinny być:
 - rozmieszczone tak, aby zapewniały ruch powietrza wewnątrz pomieszczenia,
 - zabezpieczone przed opadami atmosferycznymi oraz dostępem zwierząt,
 - wykonane w szczególności za pomocą rur z PVC o średnicy 0,15 m.



Rys. 6.2.2.1. Przykład ukształtowania przyczółka sztywnego tarczowego



Rys. 6.2.2.2. Przykład ukształtowania przyczółka sztywnego tarczowo-słupowego



Rys. 6.2.2.3. Przykład ukształtowania przyczółka sztywnego skrzyniowego

6.2.3. Przyczółki ściankowe

(1) Przyczółki ściankowe mogą być zastosowane pod warunkiem spełnienia następujących wymagań:

- a) przyczółek jest oparty na jednym rzędzie pali lub przy zastosowaniu innych elementów konstrukcyjnych o niewielkiej sztywności giętej (np. grodziec stalowych),
- b) grunt zalegający za ścianą przyczółka zapewnia sprężyste odkształcenia, umożliwiające przemieszczenia przęsła.

(2) Przyczółki ściankowe mogą być stosowane w obiektach mostowych, zlokalizowanych w ciągu dróg klasy A, S i GP, pod warunkiem spełnienia wymagań:

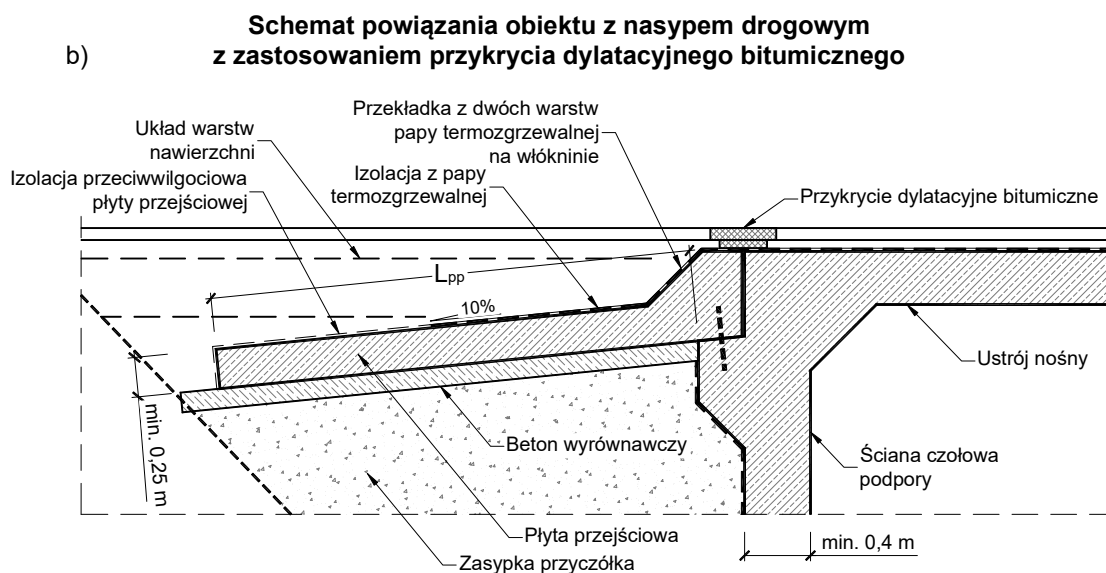
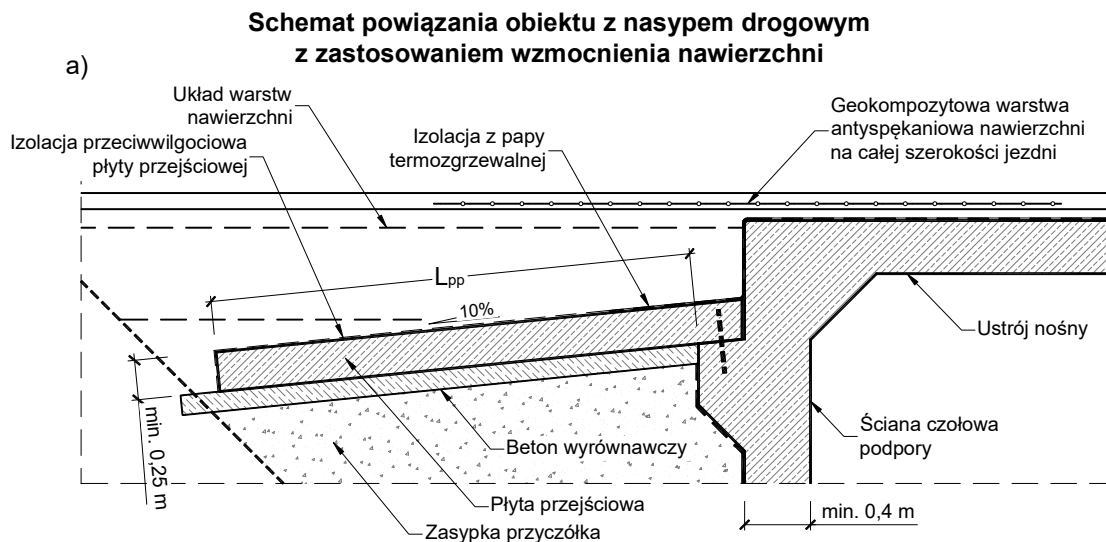
- a) obiekt jest jednoprzęsłowy,
- b) rozpiętość przęsła $L_t \leq 20$ m,
- c) wysokość nasypu drogowego $H_n \leq 5$ m.

(3) Powiązanie przyczółka ściankowego z nasypem drogowym może być wykonane w szczególności z zastosowaniem:

- a) lokalnego wzmocnienia nawierzchni w strefie styku, jak na rys. 6.2.3.1a,
- b) przykrycia dylatacyjnego bitumicznego, jak na rys. 6.2.3.1b.

(4) Przyczółki ściankowe mogą w szczególności stanowić element obiektów mostowych zintegrowanych [51].

(5) Przyczółków ściankowych nie należy stosować na terenach górniczych.

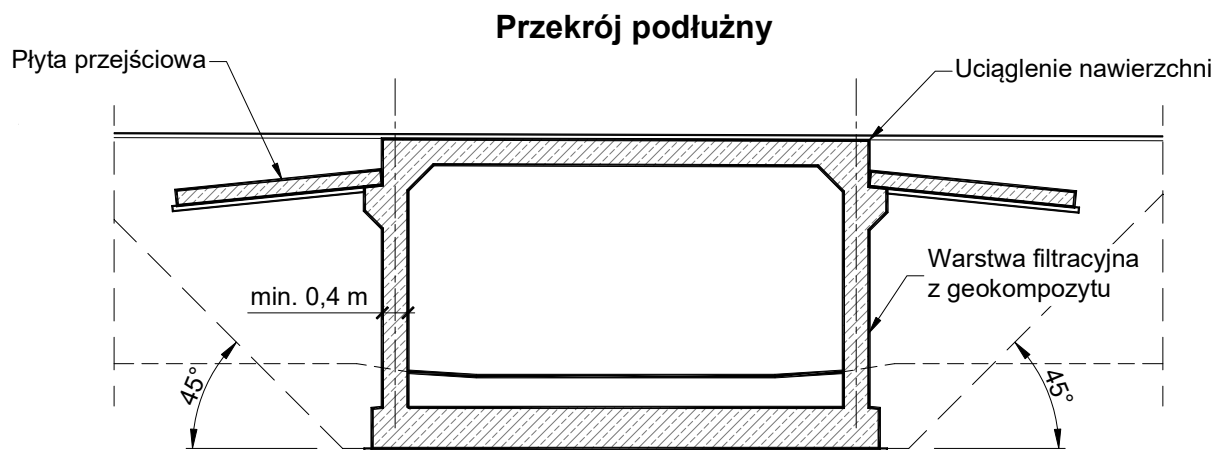


Rys. 6.2.3.1. Przykład ukształtowania połączenia przyczółka ściankowego z nasypem drogowym

6.2.4. Ściany ramownic skrzynkowe

(1) Ramownice skrzynkowe, jak na rys. 6.2.4.1, powinny być stosowane w szczególności, gdy zachodzi potrzeba wykorzystania płyty dolnej ramownicy do przeniesienia nacisków na grunt.

(2) Na terenach górniczych ramownice skrzynkowe mogą być stosowane jako ramownice otwarte, z rygłem górnym opartym swobodnie na ścianach pionowych, umożliwiając podnoszenie rygla górnego i nadbudowę ścian.



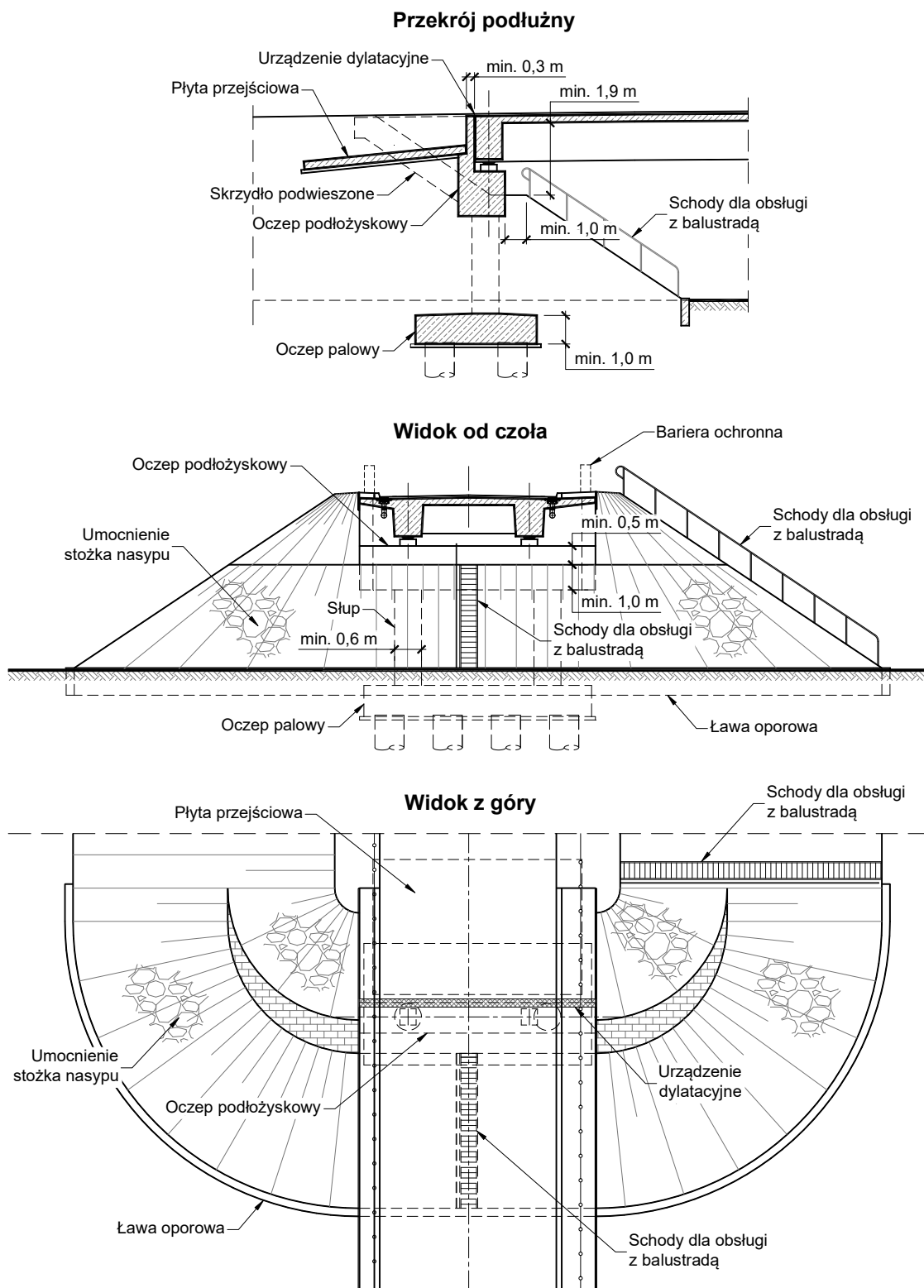
Rys. 6.2.4.1. Przykład połączenia z nasypem poprzez ściany ramownicy skrzynkowej

6.2.5. Przczółki słupowe

(1) Przczółki słupowe zatopione w nasypie, jak na rys. 6.2.5.1, mogą być zastosowane, gdy istnieje możliwość wprowadzenia stożków nasypowych w prześwit przęsła, a w szczególności gdy:

- a) obiekt mostowy jest usytuowany nad przeszkodą w wykopie,
- b) grunt zasypowy zapewnia sprężyste odkształcenia, umożliwiające przemieszczenia przęsła – gdy podpora ma zapewniać poziome przemieszczenia przęsła w ustroju ramowym.

(2) Na terenach górniczych jako przczółki słupowe dopuszcza się zastosowanie pali wielkośrednicowych, niezwiązanych z ustrojem nośnym obiektu.



Rys. 6.2.5.1. Przykład ukształtowania przyczółka słupowego zatopionego w nasypie

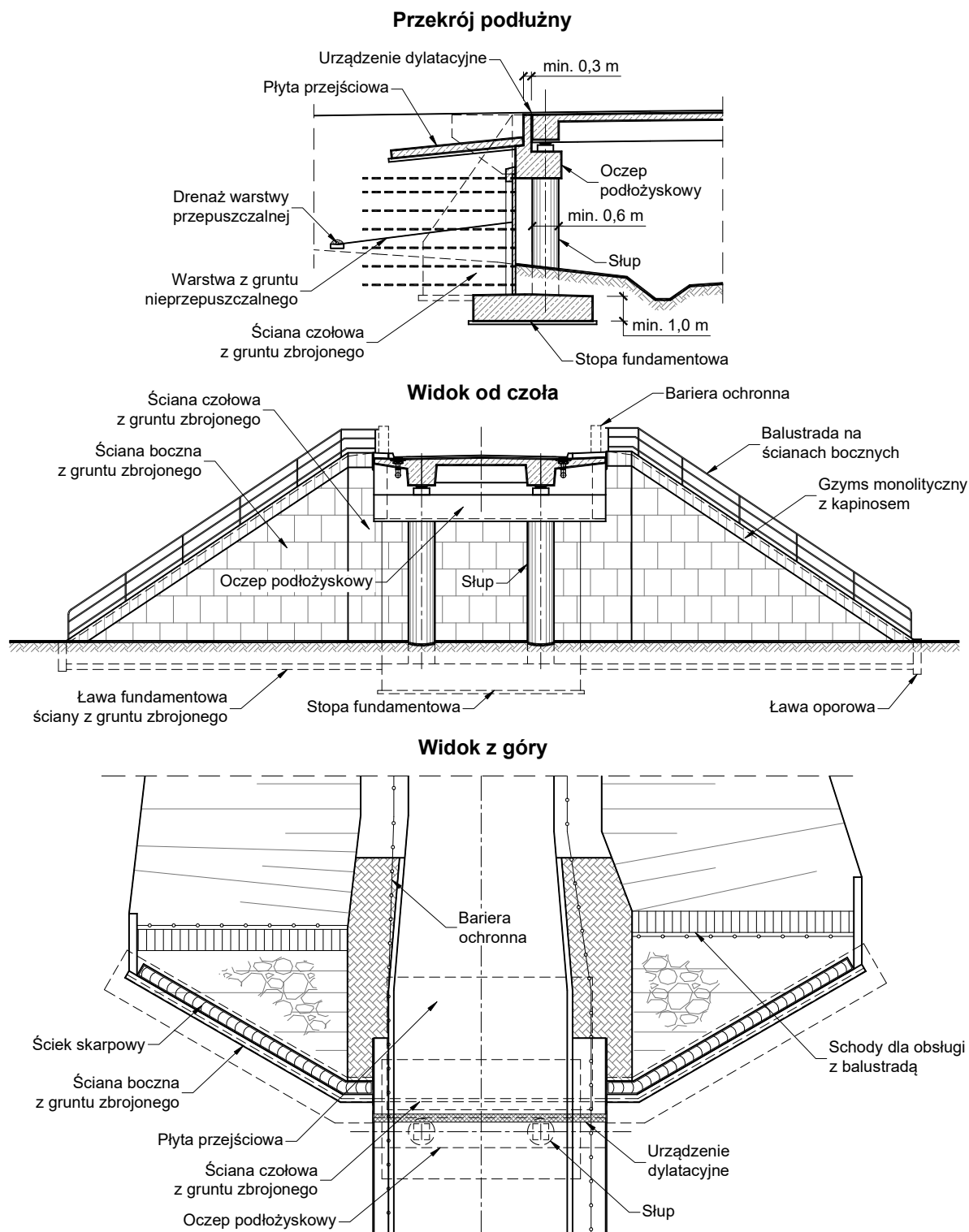
6.2.6. Przyczółki z elementami z gruntu zbrojonego

- (1) Grunt zbrojony może mieć w konstrukcji przyczółka zastosowanie w szczególności jako:
- a) posadowienie, gdy jest ograniczona trwałość projektowanej podpory np. do 50 lat, w przypadku przebudowy obiektu istniejącego,
 - b) ściany boczne,

- c) ściana czołowa, zlokalizowana w szczególności za skrajną podporą słupową, stanowiącą miejsce oparcia przęseł – w przyczółtku złożonym z elementów o rozdzielonych funkcjach (różne elementy przenoszą siły przekazywane przez przęsło i parcie gruntu), jak na rys. 6.2.6.1.

(2) Wszystkie elementy osłonowe ściany należy posadzić na niezależnej ławie fundamentowej, a jeżeli część z nich oparta jest na fundamencie podpory (jak na rys. 6.2.6.1), to na styku ławy fundamentowej i fundamentu podpory należy:

- wykonać pionową dylatację lica ściany,
- ograniczyć różnicę osiadań do wartości 0,01 m.



Rys. 6.2.6.1. Przykład ukształtowania przyczółłka ze ścianą czołową i ścianami bocznymi z gruntu zbrojonego

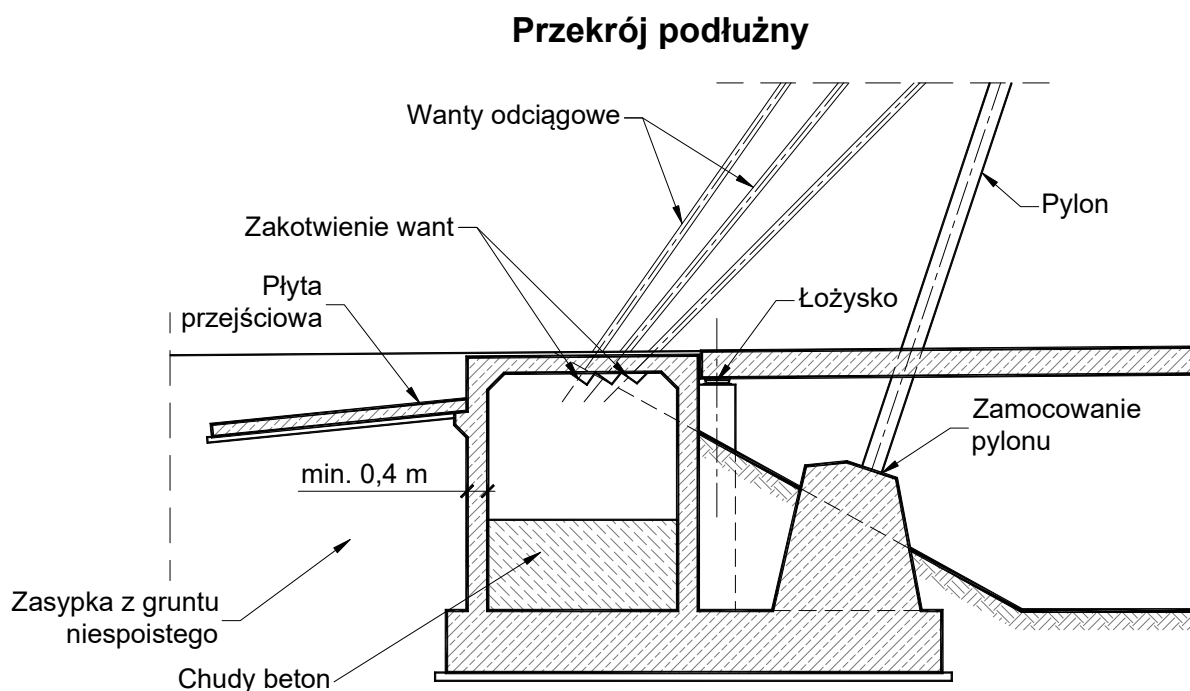
6.2.7. Przyczółki specjalne

(1) Przyczółki specjalne powinny być stosowane w szczególności, gdy zachodzi potrzeba:

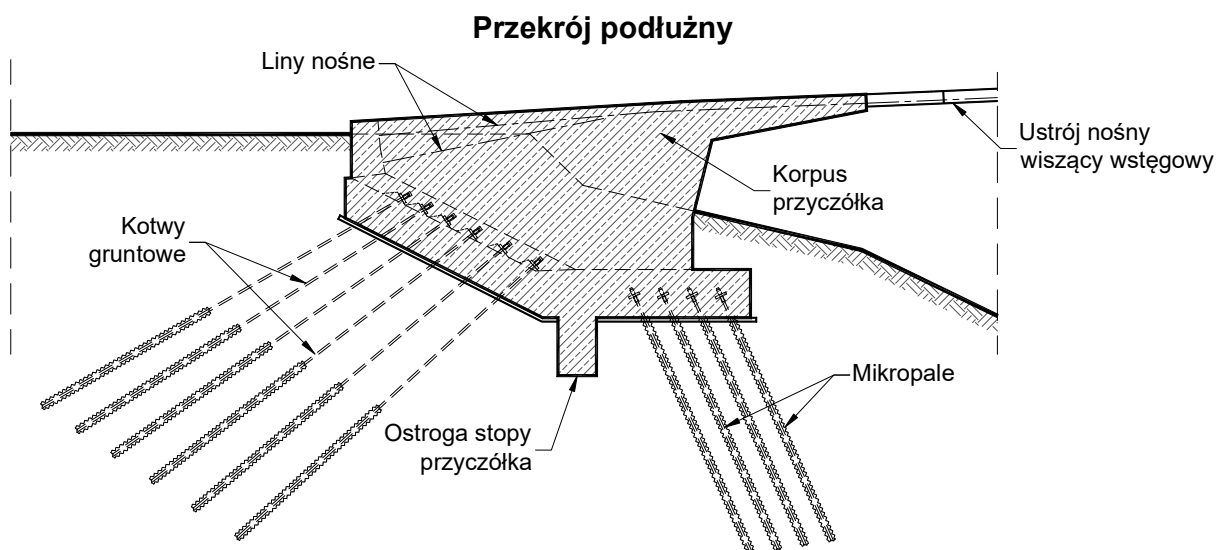
- a) przeniesienia sił z zakotwień cięgien nośnych w mostach podwieszonych, extradosed lub wiszących (rys. 6.2.7.1 i 6.2.7.2),
- b) przeniesienia reakcji ujemnych za pomocą specjalnie projektowanych elementów konstrukcji.

(2) Przyczółki specjalne, w których przewidziano lokalizację zakotwień cięgien nośnych, powinny mieć ukształtowanie zapewniające dostęp do zakotwień na etapie budowy i, o ile wynika to z potrzeb związanych z utrzymaniem obiektu, na etapie eksploatacji.

(3) Przyczółki specjalne, w których przewidziano przestrzeń przeznaczoną do obsługi i utrzymania, powinny mieć wysokość użytkową nie mniejszą niż 1,9 m.



Rys. 6.2.7.1. Przykład ukształtowania przyczółka specjalnego mostu dla pieszych o konstrukcji podwieszonej



Rys. 6.2.7.2. Przykład ukształtowania przyczółka specjalnego mostu dla pieszych o konstrukcji wiszącej wstęgowej

6.3. Obramowanie korpusu drogi

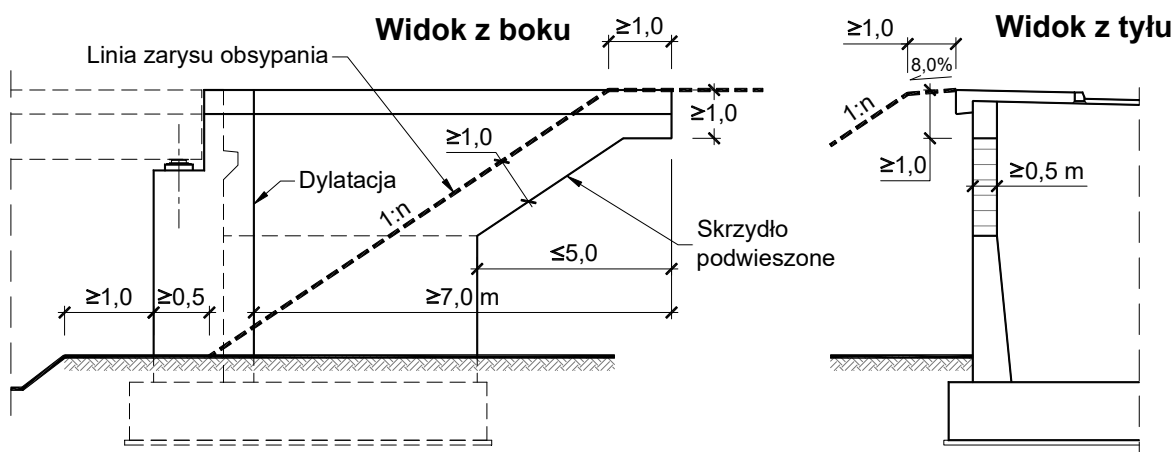
6.3.1. Wymagania wobec ściany czołowej i ścian bocznych

- (1) Korpus drogi stykający się z obiektem mostowym może być obramowany ścianą czołową i ścianami bocznymi.
- (2) Ścianę czołową może stanowić w szczególności:
 - a) korpus przyczółka sztywnego, ściana przyczółka ściankowego lub ściana ramownicy skrzynkowej – wymagane dla obiektów zlokalizowanych w ciągu dróg klasy A, S i GP,
 - b) ściana oczepu przyczółka słupowego zatopionego w nasypie – dopuszczona dla obiektów zlokalizowanych w ciągach dróg klasy G, Z, L i D,
 - c) konstrukcja z gruntu zbrojonego wraz ze słupami wysuniętymi przed nasyp drogowy zabezpieczony od czoła tą konstrukcją (jak na rys. 6.2.6.1) – dopuszczona dla obiektów zlokalizowanych w ciągach dróg klasy G, Z, L i D.
- (3) Ścianę boczną może stanowić w szczególności:
 - a) wolno stojąca ściana oporowa – wymagana dla obiektów zlokalizowanych w ciągach dróg klasy A i S,
 - b) skrzydło w kształcie trójkątnej tarczy podwieszone do korpusu lub ściany przyczółka, lub do ściany ramownicy skrzynkowej – dopuszczone dla obiektów zlokalizowanych w ciągach dróg klasy GP, G, Z, L i D,
 - c) skrzydło w kształcie trójkątnej tarczy podwieszone do ściany oczepu zwieńczającego słupy zatopione w nasypie – dopuszczone dla obiektów zlokalizowanych w ciągach dróg klasy G, Z, L i D,
 - d) konstrukcja z gruntu zbrojonego – dopuszczona dla obiektów zlokalizowanych w ciągach dróg klasy G, Z, L i D.
- (4) Dopuszcza się rezygnację ze ścian bocznych i utrzymanie nasypu tylko przez ścianę czołową o kształcie dostosowanym do pochylenia skarp nasypu:
 - a) dla obiektów zlokalizowanych w ciągu dróg klasy L i D,
 - b) dla przyczółków dwudzielnych w obiektach zlokalizowanych na terenach górniczych.
- (5) Dopuszcza się, aby ściana boczna wykonana z gruntu zbrojonego była odchylona od osi obiektu mostowego, jak na rys. 6.2.6.1.

6.3.2. Kształtowanie stożków nasypu i ścian bocznych

- (1) Ściana boczna, wykonana w postaci wolno stojącej ściany oporowej lub podwieszonego skrzydła, w zetknięciu z nasypem drogowym powinna być obsypana gruntem uformowanym jako wycinek stożka ściętego, o nachyleniu tworzącej dostosowanym do pochylenia skarpy nasypu 1:n, ukształtowanym przy spełnieniu następujących wymagań (rys. 6.3.2.1):
 - a) obsypanie odnosi się do kierunku podłużnego i poprzecznego nasypu drogowego i powinno wynosić nie mniej niż 1,0 m na poziomie płaszczyzny ścięcia stożka, wyznaczonym górną powierzchnią nasypu,
 - b) podstawa stożka nasypu powinna być odsunięta od przedniej powierzchni ściany czołowej na odległość nie mniejszą niż 0,5 m w kierunku nasypu,
 - c) tworząca stożka nasypu powinna być odsunięta na odległość nie mniejszą niż 0,5 m od tylnej krawędzi nieosłoniętej ławy podłożyskowej,
 - d) przy ścianie czołowej, od strony przęsła, powinna być wykonana przylegająca do niej pozioma odsadzka o szerokości nie mniejszej niż 1,0 m, uformowana w stożku nasypu lub na poziomie terenu; szerokość odsadzki może wynosić 0,5 m, gdy nie zapewnia dostępu do łożysk i teren lub stożek nasypu są umocnione,
 - e) dopuszcza się pochylenie skarpy 1:1 w kierunku równoległym do osi obiektu mostowego przy wysokości nasypu $H_n \leq 6,0$ m, pod warunkiem odpowiedniego jej umocnienia,
 - f) dopuszcza się pochylenie skarpy większe niż 1:1,5 w kierunku poprzecznym do osi obiektu mostowego, pod warunkiem wykonania nasypu z gruntu zbrojonego.
- (2) Ściana boczna powinna spełniać następujące wymagania dotyczące jej ukształtowania geometrycznego (rys. 6.3.2.1):

- a) grubość ściany nie może być mniejsza niż:
 - 0,5 m – w obiektach drogowych,
 - 0,3 m – w obiektach dla pieszych lub rowerów,
- b) długość ścian bocznych przy obiekcie mostowym powinna być ustalana przez linię zarysu obsypania ściany przeprowadzoną wzdłuż tworzącej powierzchni stożkowej przylegającej do ściany,
- c) ściana boczna o długości większej niż 5,0 m powinna być wykonana jako ściana oporowa, która może być zakończona skrzydłem podwieszonym,
- d) ściana boczna o długości większej niż 7,0 m powinna być zdylatowana względem korpusu przyczółka, z tym że na terenach górniczych dylatacja powinna przechodzić również przez fundament,
- e) długość skrzydła podwieszonego nie może być większa niż 5,0 m (zalecana 3,0 m),
- f) ściana boczna niezakończona skrzydłem podwieszonym powinna mieć od strony nasypu krawędź dostosowaną do jego ukształtowania,
- g) górną krawędź ścian bocznych należy dostosować do linii gzymsu obiektu mostowego oraz do przekroju poprzecznego drogi i jej niwelety,
- h) ściana boczna może być zwieńczona kapą chodnikową, stanowiącą przedłużenie kapy chodnikowej znajdującej się na pomoście.



Rys. 6.3.2.1. Ukształtowanie nasypu przy ścianie bocznej w postaci wolno stojącej ściany oporowej

(3) Długość ścian czołowych tuneli (rys. 6.3.2.2 i 6.3.2.3) i ścian czołowych przepustów powinna być ustalona analogicznie jak długość ścian bocznych opisana w akapicie (1), przy czym odsunięcie podstawy stożka powinno być odniesione od końcowego punktu rzutu otworu tunelu lub przewodu przepustu na płaszczyznę poziomą.



Rys. 6.3.2.3. Przykład ukształtowania powiązania portalu wjazdowego tunelu z terenem (1)



Rys. 6.3.2.3. Przykład ukształtowania powiązania portalu wjazdowego tunelu z terenem (2)

6.4. Umocnienie skarp i stożków nasypu

(1) Skarpa pod przęsłem i stożki nasypu powinny być umocnione za pomocą materiałów zabezpieczających je przed niszczącym działaniem wody i wiatru. Należy stosować w szczególności (rys. 6.4.1):

- a) przy pochyleniu skarpy większym niż 1:1,5:
 - prefabrykowane betonowe płyty ażurowe z wypełnieniem humusem z obsianiem trawą, spełniające wymagania normy [13],
 - kostkę betonową spełniającą wymagania [12],
 - naturalne materiały kamienne, klasyfikowane zgodnie z normą [14],
- b) przy pochyleniu skarpy nie większym niż 1:1,5 także:
 - darninę,
 - maty polimerowe z humusowaniem i obsiane trawą,
 - geokratę z wypełnieniem humusem i obsiane trawą.

(2) Zaleca się, aby przyjęty sposób umocnienia umożliwiał wegetację roślin, z wyłączeniem odcinków skarpy pod przęsłem.

(3) Skarpa pod przęsłem może być wyposażona, w zależności od potrzeb, w szczególności w:

- a) ścieki skarpowe dla odprowadzenia wód opadowych z systemu odwodnienia,
- b) schody dla obsługi, umożliwiające wejście na odsadzkę skarpy.

(4) W przypadku sztywnego umocnienia stożków nasypu i skarpy pod przęsłem (np. za pomocą betonowych płyt ażurowych), ich podstawy powinny być zabezpieczone przez obramowanie ławą oporową o grubości nie mniejszej niż 0,30 m, wykonaną z betonu zbrojonego klasy nie niższej niż C25/30. Ławę oporową należy posadzić poniżej poziomu przemarzania gruntu i zdylatować co 4 ÷ 6 m. Górna powierzchnia ławy oporowej powinna znajdować się nie wyżej niż 0,20 m ponad poziomem terenu.



Rys. 6.4.1. Przykład umocnienia stożków nasypu: a) betonowymi płytami ażurowymi, b) materiałem kamiennym.

7. Nasyp drogowy w strefie interakcji z przyczółkiem

7.1. Strefa przejściowa nasypu

7.1.1. Wymagania ogólne

(1) Nasyp drogowy, na odcinkach przyległych do obiektu inżynierskiego, powinien być zabezpieczony w celu wyrównania osiadań w strefie styku z podporą i zapobieżenia powstawania nierówności nawierzchni drogi w szczególności poprzez:

- a) zagęszczenie gruntu nasypu drogowego,
- b) wykonanie płyt przejściowych pomiędzy obiektem a nasypem,
- c) wykonanie nasypu z gruntu zbrojonego,
- d) wzmocnienie podłoża gruntowego,
- e) przyspieszenie konsolidacji podłoża,
- f) zabiegi technologiczne, takie jak:
 - równoczesne wykonanie nasypów wraz z budową podpór,
 - oparcie przęseł na łożyskach po zejściu osiadań podpór wywołanych ich ciężarem własnym oraz ciężarem nasypu,
- g) wypełnienie pustek po płytkiej eksploatacji górniczej.

(2) W celu ochrony nawierzchni jezdni przed spękaniem, powinny być przewidziane zabezpieczenia przerw dylatacyjnych między ustrojem nośnym a przyczółkiem, zgodnie z WR-M-71.

7.1.2. Materiały

(1) Nasyp drogowy na odcinkach przylegających do obiektu inżynierskiego powinien być wykonany z gruntów niespoistych, spełniających wymagania podane w normie [28].

(2) Wskaźnik zagęszczenia gruntu powinien wynosić $I_s \geq 1,00$, z wyjątkiem stożków nasypu, dla których powinien wynosić $I_s \geq 0,95$.

(3) W nasypie drogowym należy stosować grunty spełniające wymagania:

- a) wskaźnik różnoziarnistości $U \geq 3$ określony według normy [27],
- b) współczynnik filtracji $k_{10} \geq 6 \times 10^{-5}$ m/s określony według normy [30],
- c) zawartość części organicznych poniżej 2% określony według normy [27].

7.1.3. Kształtowanie zasypek

(1) Nasyp drogowy na odcinkach przyległych do obiektu mostowego, w zależności od ukształtowania połączenia obiektu z nasypem, powinien być wykonany w obrębie:

- a) co najmniej klina odłamu za podporą skrajną, którego płaszczyzna jest odchylona od poziomu pod kątem nie większym niż 45° ,
- b) stożków nasypu zachodzących nie mniej niż 1,0 m poza tylną płaszczyznę podpór przewidzianych w nasypie,
- c) nadsypki obiektu zagłębionego w gruncie – na wysokość 1,0 m ponad najwyższy punkt jego konstrukcji, przy czym nadsypka powinna być wykonywana również nad klinem odłamu odpowiadającym wysokości zagłębionego obiektu.

(2) Płaszczyzna klina odłamu powinna znajdować się w odległości 1,0 m od:

- a) tylnej krawędzi spodu fundamentu,
- b) tylnej krawędzi spodu oczepu wieńczącego pale zagłębione poniżej poziomu terenu,
- c) tylnej krawędzi pala na poziomie terenu, gdy wprowadzony jest w nasyp,
- d) pionowej płaszczyzny wyznaczonej przez końce ścian bocznych w przypadku, gdy fundamenty ścian bocznych przyczółka wystają od strony nasypu poza fundament ściany czołowej, na całej szerokości przyczółka na poziomie spodu fundamentu.

(3) W przypadku występowania w obszarze połączenia obiektu mostowego z nasypem drogowym podłoża z gruntów spoistych nieprzepuszczalnych lub zmieniających pod wpływem wody cechy wytrzymałościowo-strukturalne, niepodlegających wymianie, wymaga się, aby

nasyp klina odłamu, wraz z pozostałą częścią wykopu, poniżej stropu tych gruntów został wykonany z gruntów rodzimych lub spoistych nieprzepuszczalnych o parametrach zbliżonych do gruntów rodzimych, z nadaniem im pochyłeń nie mniejszych niż 5%, umożliwiającących odprowadzenie wody.

7.1.4. Nasypy z gruntu zbrojonego

- (1) Nasypy z gruntu zbrojonego należy wykonywać w szczególności w celu:
 - a) zwiększenia wytrzymałości gruntu na ścinanie,
 - b) zmniejszenia parcia na konstrukcję oporową,
 - c) zapewnienia równomiernego rozkładu odkształceń w nasypie,
 - d) wykonania nasypów o skarpach o pochyleniu większym niż 1:1,5 [49].
- (2) W projektowaniu nasypów z gruntu zbrojonego należy stosować instrukcję [34] oraz [47].
- (3) Rodzaj i właściwości geosyntetyków, używanych do zbrojenia gruntu w nasypach, powinny odpowiadać wymaganiom określonym w instrukcji [34] oraz w [52].

7.1.5. Modyfikacja podłoża gruntowego

- (1) Wzmocnienie podłoża gruntowego w strefie przejściowej może być wykonane według [54] i [56], w szczególności poprzez:
 - a) wymianę słabego podłoża,
 - b) poprawienie właściwości podłoża bez stosowania domieszek innych materiałów:
 - zagęszczanie dynamiczne podłoża ubijakiem,
 - dynamiczną wymianę gruntu,
 - wibroflotację [22],
 - c) zastosowanie domieszek innych materiałów:
 - wibrowymianę – kolumny żwirowe,
 - wibrowymianę – kolumny scementowane,
 - wykonanie kolumn DSM [21],
 - iniekcję strumieniową [19],
 - stabilizację powierzchniową spoiwami hydraulicznymi [29].
 - d) użycie geosyntetyków [20].
- (2) Sposób wzmocnienia podłoża gruntowego drogi powinien spełniać wymagania podane w [38].
- (3) Konsolidacja gruntu, zalecana w szczególności w gruntach spoistych [60], może być wykonana jako:
 - a) konsolidacja nasypem przeciążającym – przy wzmacnianiu warstw o miąższości do 3,0 m,
 - b) konsolidacja wspomagana drenami [23] – w celu redukcji czasu konsolidacji nasypem przeciążającym lub przy większej miąższości wzmacnianego gruntu,
 - c) konsolidacja przez odwodnienie.

7.2. Płyty przejściowe

7.2.1. Zastosowanie

- (1) Płyty przejściowe należy umieścić w obiekcie mostowym na całej szerokości ściany czołowej przyczółka. W przypadku kolizji płyt przejściowych z elementami mocowanymi w korpusie drogi (np. słupkami barier ochronnych), należy dokonać rozdzielenia płyty przejściowej na możliwie małej szerokości.
- (2) Płyt przejściowych nie należy stosować w obiektach mostowych, w których:
 - a) konstrukcja nośna otoczona jest zasypką gruntową i ma – w przekroju równoległym do osi drogi – kształt łukowy, owalny lub eliptyczny oraz zapewnioną płynną zmianę sztywności połączenia z nasypem drogowym, jak na rys. 7.2.1.1, a w szczególności w:
 - obiektach o konstrukcji gruntowo-powłokowej,
 - przepustach żelbetowych o przekroju kołowym,

- b) górna krawędź konstrukcji nośnej znajduje się nie wyżej niż w połowie wysokości nasypu drogowego H_n , liczonej wraz z konstrukcją nawierzchni, przy czym minimalna grubość wszystkich warstw naziomu nad konstrukcją nie może być mniejsza niż 2,0 m.

(3) W przepustach żelbetonowych skrzynkowych dopuszcza się rozwiązania alternatywne wobec płyt przejściowych, w szczególności stosowanie dwukierunkowych siatek polipropylenowych o sztywnych węzłach, o wytrzymałości na rozciąganie nie mniejszej niż 30 kN/m, umieszczonych w podbudowie i nawierzchni jezdni, przy czym w strefie przepustu wymagane jest zagęszczenie zasypki do poziomu $I_s = 1,00$ [42]. Rozwiązanie to można stosować na drogach kategorii L i D, przy wysokości konstrukcji przepustu nie większej niż 2,0 m.



Rys. 7.2.1.1. Przykłady obiektów mostowych niewymagających stosowania płyt przejściowych

7.2.2. Kształtowanie

(1) Płyta przejściowa powinna być posadowiona na zagęszczonym gruncie nasypu poniżej podbudowy nawierzchni i oparta jednym końcem na konstrukcji obiektu. Wymagany wskaźnik zagęszczenia warstwy nasypu grubości 0,50 m pod płytą przejściową wynosi $I_s = 1,03$.

(2) Płyta przejściowa powinna spełniać wymagania (rys. 6.2.3.1):

- być wykonana jako element żelbetonowy monolityczny lub prefabrykowany, z betonu klasy nie mniejszej niż C25/30 – wymagane jest zapewnienie przylegania płyty do konstrukcji, na której jest oparta,
- mieć pochylenie podłużne $i = 10,0 \div 12,5\%$,
- mieć grubość nie mniejszą niż 0,25 m,
- mieć długość, mierzoną od zewnętrznej krawędzi elementu, na którym jest oparta (jak na rys. 6.2.3.1), spełniającą warunki:

- $L_{pp} \geq 0,60 H_n$,
- $L_{pp} \geq 4,00$ m,
- $L_{pp} \geq 6,00$ m przy posadowieniu obiektu na palach,

gdzie wysokość nasypu H_n stanowi różnicę pomiędzy rzędną terenu i rzędną niwelety jezdni, mierzonymi w osi oparcia płyty na konstrukcji obiektu; jeżeli w wyniku wykonywania konstrukcji obiektu naruszony zostanie grunt rodzimy, w wartości H_n należy uwzględnić także grubość naruszonej warstwy mierzoną do spodu fundamentu lub oczepu palowego.

- (3) Odwodnienie płyty przejściowej powinno mieć formę:
- warstwy filtracyjnej poziomej w postaci przekładki podatnej o grubości nie mniejszej niż 0,05 m, wykonanej z piasku jednofrakcyjnego na płycie przejściowej zabezpieczonej warstwą izolacji wodoszczelnej,
 - drenażu układanego przy czole płyty, który należy wykonać z rurek drenarskich z PVC o średnicy 0,10 m układanych na folii, obsypanych warstwą grysłu jednofrakcyjnego ze skał magmowych, owiniętego geowłókniną filtracyjną.
- (4) W przypadku lokalizacji obiektu mostowego na terenie górniczym płyty przejściowe powinny [57]:
- być połączone przegubowo z ustrojem nośnym obiektu,
 - mieć zagwarantowaną możliwość przemieszczeń w nasypie drogowym, w szczególności poprzez:
 - odpowiedni kształt – polegający na zmiennej grubości oraz ostro zakończonych krawędzi od strony nasypu,
 - podparcie końcowej części płyty w obszarze nasypu drogowego na betonowym progu, zapewniające swobodę odkształceń kątowych,
 - oddzielenie płyty przejściowej od nasypu, na którym jest oparta, powłoką poślizgową (np. dwiema warstwami folii).

7.3. Odwodnienie zasypki przyczółka

7.3.1. Kształtowanie

- (1) Nasyp drogowy, w obrębie połączenia z obiektem mostowym, niezależnie od odwodnienia powierzchniowego, powinien mieć odwodnienie wgłębne w postaci warstw filtracyjnych.
- (2) Warstwy filtracyjne mogą być wykonane w szczególności jako:
- pionowe i poziome przy podporach skrajnych,
 - ukośne, ułożone na stoku zbocza za klinem odłamu – w celu eliminacji ciśnienia spływowego wody gruntowej.
- (3) Warstwy filtracyjne pionowe należy lokalizować:
- w przyczółkach masywnych i sztywnych – przy ścianie czołowej i ścianach bocznych,
 - w przyczółkach ściankowych i ramownicach skrzynkowych – przy ścianach pionowych,
 - w przyczółkach słupowych – przy ścianie nadłożyskowej oczepu wieńczącego słupy oraz przy słupach od strony nasypu,
 - w konstrukcjach z gruntu zbrojonego – przy ścianach osłonowych.
- (4) Warstwy filtracyjne poziome mogą być wykonane w szczególności:
- na fundamentach,
 - na stropach ramownic skrzynkowych,
 - jako przewarstwienia nasypu drogowego.
- (5) Warstwy filtracyjne mogą być wykonane w szczególności z:
- gruntów niespoistych,
 - pustaków z betonu porowatego,
 - geokompozytów drenażowych lub geowłókniny filtracyjnej.
- (6) Przy projektowaniu, budowie i utrzymaniu odwodnienia strefy zasypki przyczółka zaleca się stosowanie [39].

7.3.2. Warstwa filtracyjna z gruntów niespoistych

- (1) Warstwa filtracyjna z gruntów niespoistych (żwiru, pospółki, piasku grubo- i średnioziarnistego) powinna mieć:
- uziarnienie zabezpieczające przed zamuleniem cząsteczkami gruntu nasypu oraz współczynnik filtracji zgodny z normą [28],
 - grubość nie mniejszą niż 0,50 m.

(2) Dopuszcza się rezygnację z doboru uziarnienia warstwy filtracyjnej i wykonanie zabezpieczenia przed zamuleniem za pomocą geowłókniny oddzielającej warstwę filtracyjną od zasypki lub zbcza.

7.3.3. Warstwa filtracyjna z pustaków

(1) Pustaki z betonu porowatego, służące do wykonania warstwy filtracyjnej, powinny spełniać następujące wymagania:

- a) klasa betonu nie mniejsza niż C12/15,
- b) stopień mrozoodporności nie mniejszy niż F75,
- c) współczynnik filtracji $k \geq 1,5 \times 10^{-4}$ m/s.

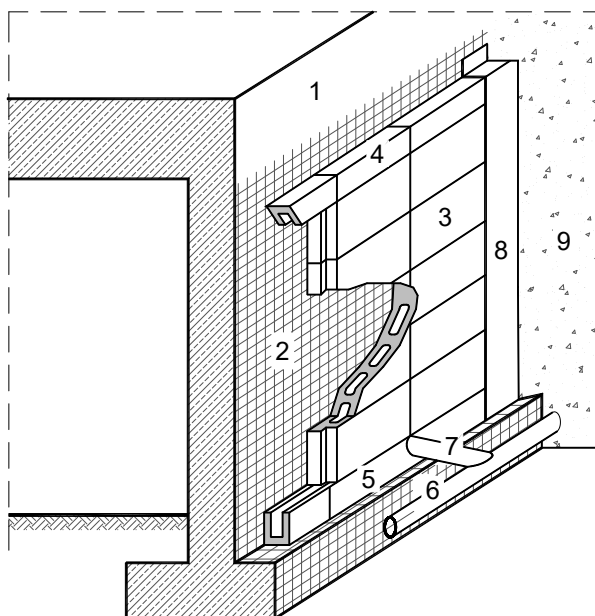
(2) Pionowa warstwa filtracyjna z pustaków powinna stanowić samonośną ścianę opartą w szczególności na odsadźce fundamentu podpory lub na odrębnej ławie betonowej. Pustaki powinny mieć pionowe otwory ułatwiające odprowadzenie przesączającej się do nich wody.

(3) Warstwa filtracyjna z pustaków powinna być zabezpieczona przed:

- a) dostaniem się gruntu zasypowego do otworów w pustakach – w szczególności za pomocą elementów zwieńczających wykonanych z betonu o właściwościach, jakie spełniają pustaki,
- b) zamuleniem – w szczególności za pomocą geowłókniny umieszczonej od strony nasypu na ścianie pustaków i wieńczących ją elementach.

(4) Schemat odwodnienia przy pomocy warstwy filtracyjnej z pustaków powinien być następujący (rys. 7.3.3.1):

- a) pierwszą warstwę należy wykonać z pustaków z betonu klasy C16/20 – jako rynnę zbiorczą wypełnioną zaprawą niskoskurczową profilującą pochylenie nie mniejsze niż 3% wzdłuż ściany,
- b) kolejne warstwy należy układać z pustaków filtracyjnych z betonu porowatego,
- c) ostatnią warstwę należy wykonać z pustaków wieńczących,
- d) od strony zasypki należy do ściany z pustaków przykleić geowłókninę,
- e) wodę z rynny zbiorczej należy odprowadzić do kolektora przy pomocy rurek z PVC o średnicy 0,05 m ułożonych w spadku 5%.



Rys. 7.3.3.1. Schemat odwodnienia nasypu za ścianą mostu zintegrowanego [51]: 1 – konstrukcja obiektu; 2 – izolacja bitumiczna; 3 – pustak z betonu porowatego; 4 – pustak wieńczący; 5 – rynna zbiorcza; 6 – kolektor odprowadzający wodę poza nasyp; 7 – rura łącząca; 8 – warstwa geowłókniny; 9 – zasypka

7.3.4. Warstwa filtracyjna z geokompozytów

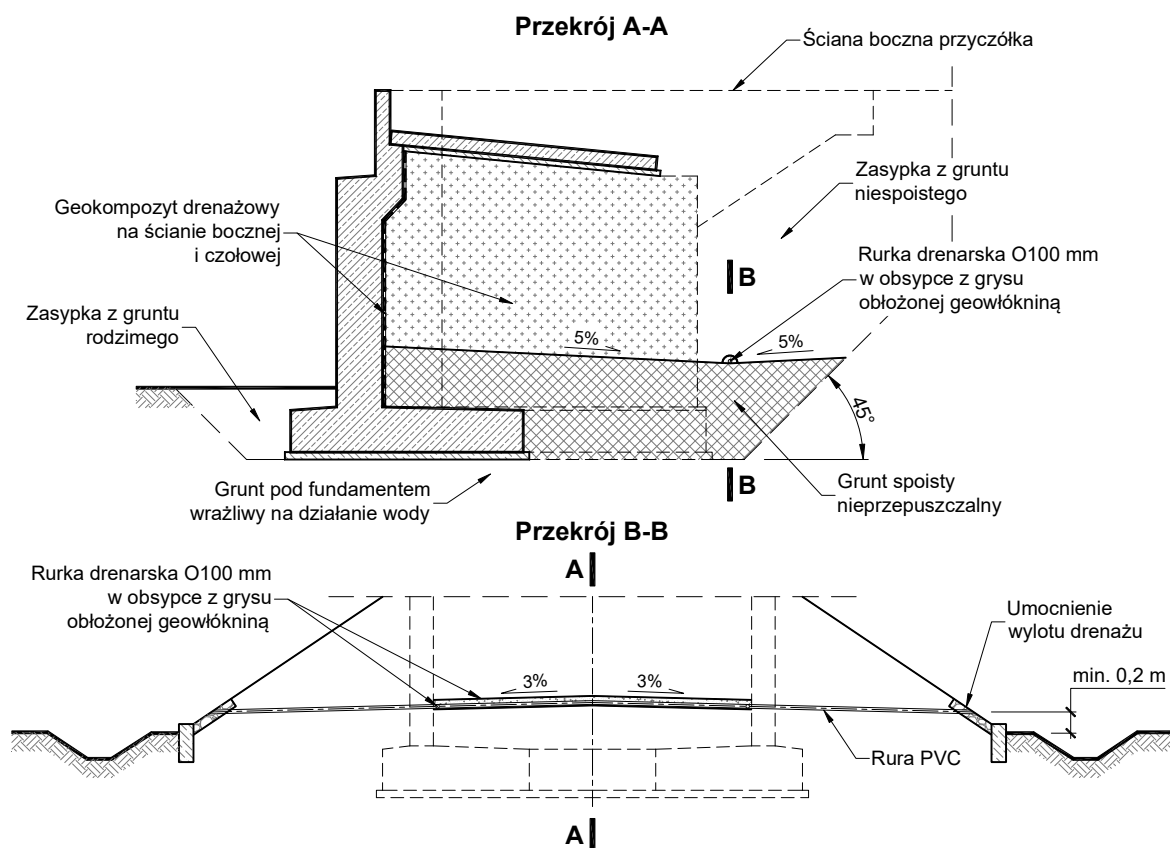
- (1) Geokompozyty drenażowe powinny pełnić funkcje:
 - a) izolacji wodoszczelnej,
 - b) drenażu powierzchniowego,
 - c) umożliwiać wentylację ścian w kontakcie z gruntem, zapewniając dostęp powietrza i obniżanie wilgotności.
- (2) Należy stosować warstwy filtracyjne z geokompozytów drenażowych o strukturze wielowarstwowej lub z geowłókniny filtracyjnej z tworzyw sztucznych, zapewniającej przepływ wody równoległe do jej powierzchni, o współczynniku filtracji $k \geq 1,5 \times 10^{-4}$ m/s, spełniającej wymagania określone w [52].
- (3) Geokompozyty drenażowe na warstwy filtracyjne powinny w szczególności spełniać następujące wymagania:
 - a) mieć rdzeń o ukształtowanych pustkach w kierunku pionowym, zapewniających przepływ wody,
 - b) mieć warstwę osłaniającą od strony gruntu zasypowego, zabezpieczającą przed zamuleniem i ułatwiającą dopływ wody do rdzenia.
- (4) W celu uzyskania właściwości drenażowych, izolacyjnych i wentylacyjnych zaleca się stosować geokompozyt wykonany z folii wytłaczanej z polietylenu o wysokiej gęstości (geomembrana), połączonej z geotkaniną polipropylenową, pełniącą funkcję filtracyjną. Zastosowany system drenażowy powinien zapewniać szczelność, np. przez ukształtowanie w pasmach geomembrany zamków ze ścieżkami z samoprzylepnego bitumu.

7.3.5. Odprowadzenie wody

- (1) Woda zbierająca się w dolnej części warstw filtracyjnych powinna być ujęta i odprowadzona w szczególności za pomocą rurek drenarskich lub rynien ściekowych:
 - a) poza obszar nasypu (rys. 7.3.5.1),
 - b) bezpośrednio do podłoża, jeśli jest ono zbudowane z gruntów niespoistych i nie ma przeciwwskazań do odprowadzenia zebranej wody do wód gruntowych.
- (2) Rurki drenarskie lub rynny ściekowe powinny być umieszczane w szczególności:
 - a) na dnie warstwy zasypowej klina odłamu wykonanej z gruntu niespoistego, gdy istnieje możliwość odprowadzenia wody poza obszar nasypu,
 - b) na poziomie terenu lub powyżej, z zachowaniem możliwości odprowadzenia wody i zabezpieczenia jej przed zamarzaniem.
- (3) Woda z rurek drenarskich lub rynien ściekowych powinna być odprowadzana poza obszar nasypu w szczególności:
 - a) na przylegający do nasypu teren w pasie drogowym,
 - b) do rowów drogowych,
 - c) do drogowej kanalizacji deszczowej,
 - d) do wód stojących, przy czym poziom ujścia wody z rurek powinien znajdować się przynajmniej 0,30 m powyżej poziomu wód,
 - e) do wód płynących, przy czym poziom ujścia wody z rurek powinien znajdować się przynajmniej 0,50 m powyżej średniego stanu wód.
- (4) Nie dopuszcza się odprowadzenia zebranej wody bezpośrednio na nawierzchnię jezdni, drogi dla pieszych, drogi dla rowerów lub drogi dla pieszych i rowerów.
- (5) Dopuszcza się odprowadzenie wody z warstw filtracyjnych przez otwory odpływowe o średnicy nie mniejszej niż 0,07 m wykonane w ścianach podpór.
- (6) Wylot rurek drenarskich lub rynien ściekowych powinien być:
 - a) umieszczony przynajmniej 0,20 m powyżej podstawy nasypu lub dna rowu, gdy woda jest odprowadzana na przylegający do nasypu teren w pasie drogowym lub do rowów drogowych,
 - b) obsypany grubym tłuczniem na odcinku o długości nie mniejszej niż 0,25 m lub umocniony np. brukiem kamiennym na podsypce cementowo-piaskowej, tworzącym pole o wymiarach nie mniejszych niż 1,0 × 1,0 m.

(7) Rurki drenarskie służące do odprowadzenia wody z warstwy filtracyjnej powinny spełniać następujące wymagania:

- a) być wykonane z HDPE,
- b) mieć średnicę nie mniejszą niż 0,10 m,
- c) być układane z pochyleniem nie mniejszym niż 3%,
- d) być układane w obsypce z grysłu ze skał magmowych o grubości nie mniejszej niż 0,15 m, obłożonej geowłókniną.



Rys. 7.3.5.1. Przykład odwodnienia gruntu zasypowego przyczółka za pomocą geokompozytu drenażowego z odprowadzenie wody poza obszar nasypu

8. Dostęp do obiektów inżynierskich

8.1. Wymagania ogólne

(1) Jeżeli droga dla pieszych, droga dla rowerów lub droga dla pieszych i rowerów są usytuowane na obiekcie mostowym krzyżującym się z drogą dla pieszych, drogą dla rowerów lub drogą dla pieszych i rowerów przebiegającymi pod tym obiektem, to oba te poziomy należy łączyć w następujący sposób:

- a) w przypadku, gdy na obu poziomach znajdują się wyłącznie drogi dla rowerów – za pomocą pochylni (z możliwością pozostawienia miejsca w konstrukcji obiektu oraz miejsca w terenie dla zamontowania dźwigu osobowego),
- b) w przypadku, gdy na jednym poziomie znajduje się wyłącznie droga dla pieszych i rowerów, a na drugim droga dla rowerów lub droga dla pieszych i rowerów – za pomocą pochylni lub pochylni i schodów, a wyjątkowo, gdy warunki terenowe i brak miejsca nie pozwalają na wykonanie pochylni, za pomocą dźwigów osobowych i schodów,
- c) w pozostałych przypadkach – za pomocą pochylni lub pochylni i schodów, a wyjątkowo, gdy warunki terenowe i brak miejsca nie pozwalają na wykonanie pochylni, za pomocą dźwigów osobowych i schodów lub tylko schodów, gdy osobom niepełnosprawnym zapewniono możliwość komunikacji pomiędzy oboma poziomami w odległości nie większej niż 200 m od osi obiektu.

(2) Zaleca się wykonanie schodów i pochylni przeznaczonych do ruchu pieszych jako konstrukcji o ukształtowaniu prostym lub łamanym (pod kątem 90° lub 180°) w planie.

(3) Pochylnie, na których dopuszcza się ruch rowerów, powinny być kształtowane w planie bez ostrych załamań – np. jako połączenie odcinków prostych i łuków. Minimalny promień łuku poziomego wewnętrznej krawędzi szerokości użytkowej pochylni, na której dopuszcza się ruch rowerów, wynosi $R = 5,0$ m.

(4) Przy projektowaniu schodów i pochylni zaleca się, w zakresie stosowalnym do obiektów inżynierskich, uwzględnienie zasad i wytycznych związanych z dostępnością dla osób z niepełnosprawnościami i starszych, podanych w normie [31] oraz w [43].

8.2. Schody i pochylnie

8.2.1. Wymiary użytkowe

(1) Szerokość użytkowa schodów b_u powinna stanowić wielokrotność pasa o szerokości wynoszącej 0,75 m i wynosić nie mniej niż 1,5 m oraz spełniać wymagania określone w WR-D-41-2.

(2) Szerokość użytkowa pochylni b_u powinna stanowić wielokrotność pasa o szerokości wynoszącej 0,75 m i wynosić nie mniej niż 2,0 m (zalecana 3,0 m) oraz spełniać wymagania określone w WR-D-41-2.

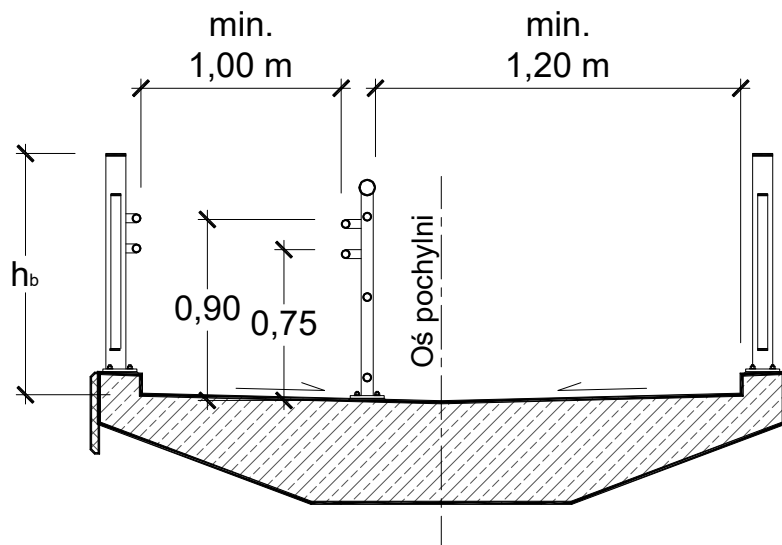
(3) Szerokość użytkową schodów lub pochylni należy mierzyć między wewnętrznymi krawędziami balustrad lub bocznych gzymsów (jak na rys. 8.2.1.1), a w przypadku powierzchni (np. ścian lub słupów) ograniczających schody lub pochylnie – między poręczami mocowanymi do nich.

(4) Schody lub pochylnie, stanowiące przedłużenie tuneli dla pieszych lub obiektów mostowych dla pieszych, powinny mieć nie mniejszą od nich łączną szerokość użytkową.

(5) Pochylnie przeznaczone do ruchu pieszych lub pieszych i rowerów powinny mieć wyznaczony za pomocą obustronnych balustrad pas ruchu dla osób niepełnosprawnych o szerokości użytkowej $b_u = 1,0$ m, przy czym pozostała szerokość użytkowa pochylni nie może być mniejsza niż:

- a) $b_u = 1,2$ m – w przypadku pochylni przeznaczonych wyłącznie do ruchu pieszych (rys. 8.2.1.1),
- b) minimalna szerokość drogi dla pieszych lub pieszych i rowerów, z uwzględnieniem ich skrajni zgodnie z WR-D-21.

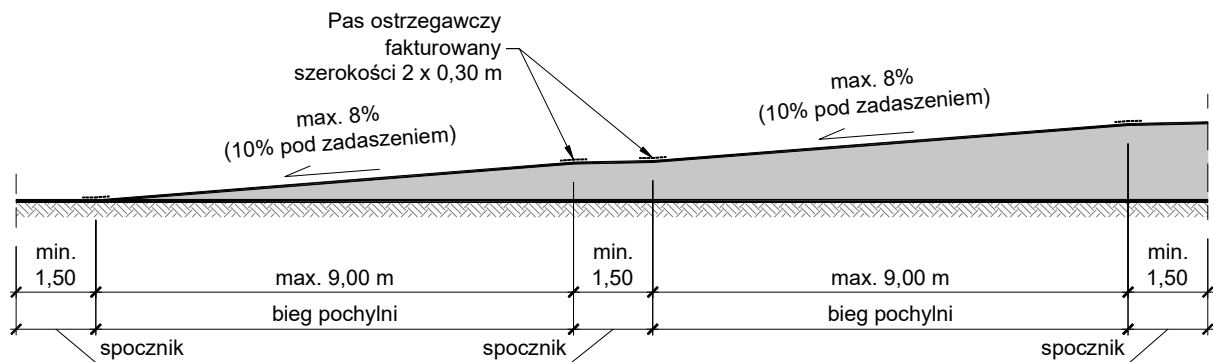
(6) Wysokość skrajni na schodach i pochylniach powinna wynikać z wysokości skrajni przyjętej na obiekcie inżynierskim, zgodnie z WR-D-21.



Rys. 8.2.1.1. Przykładowy przekrój pochylni dla pieszych z pasem ruchu dla osób niepełnosprawnych

8.2.2. Elementy składowe

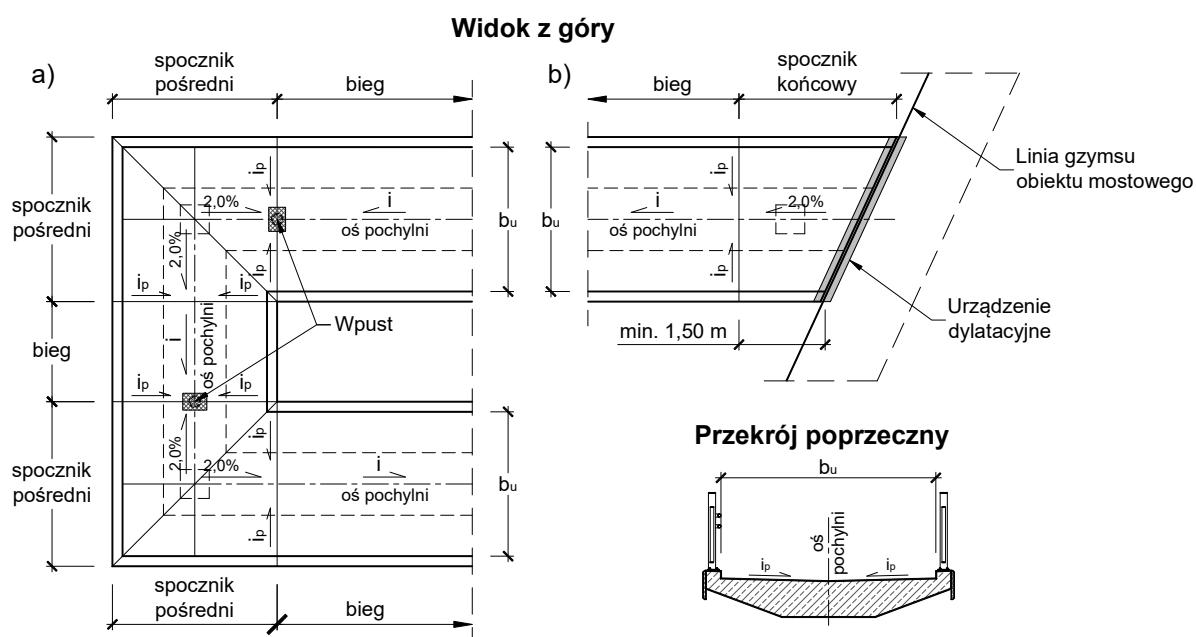
- (1) Schody i pochylnie dzieli się na biegi i spoczniki.
- (2) Liczba stopni w biegu schodów nie może być większa niż 13 i mniejsza niż 3, przy czym w schodach jednobiegowych dopuszcza się liczbę stopni nie większą niż 17.
- (3) Stopnie schodów powinny spełniać następujące wymagania:
 - a) wysokość stopnia $h_{ss} \leq 0,175$ m,
 - b) szerokość stopnia $d_{ss} = 0,30 \div 0,35$ m,
 - c) relacja pomiędzy szerokością a wysokością stopnia powinna spełniać zależność wyrażoną wzorem (8.2.2.1):
$$0,60 \leq 2h_{ss} + d_{ss} \leq 0,65 \quad (8.2.2.1)$$
 - d) pochylenie podłużne stopni $i = 2\%$ i powinno być zgodne z nachyleniem biegu schodów,
 - e) stopnie schodów powinny być bez nosków i nasunięć,
 - f) szerokość stopnia schodów kręconych oraz wachlarzowych powinna wynosić nie mniej niż 0,25 m w odległości 0,40 m od krawędzi wewnętrznej balustrady.
- (4) Pochylnie powinny spełniać następujące wymagania:
 - a) długość biegu pochylni przeznaczonej do ruchu pieszych lub pieszych i rowerów, mierzona w rzucie na płaszczyznę poziomą, nie może być większa niż 9,00 m,
 - b) pochylenie podłużne biegu pochylni wynoszące:
 - $i \leq 8\%$, a w przypadku pochylni zadanej $i \leq 10\%$ – gdy pochylnia przeznaczona jest do ruchu pieszych (rys. 8.2.2.1),
 - $i \leq 5\%$ – gdy pochylnia przeznaczona jest do ruchu rowerów lub pieszych i rowerów,
 - c) dopuszcza się rezygnację ze spoczników pośrednich w przypadku:
 - pochylni przeznaczonych do ruchu rowerów lub pieszych i rowerów,
 - pochylni przeznaczonych do ruchu pieszych, gdy pochylenie podłużne pochylni $i \leq 6\%$, pod warunkiem, że spoczniki nie znajdują się w miejscach załamań pochylni w planie.



Rys. 8.2.2.1. Zasady kształtowania pochylni przeznaczonych do ruchu pieszych

(5) Spoczniki schodów i pochylni powinny spełniać następujące wymagania:

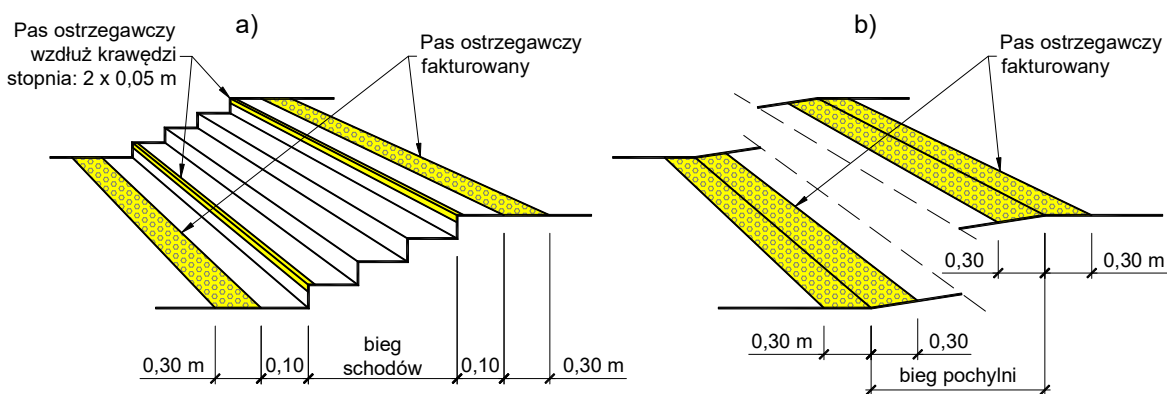
- a) być usytuowane:
 - przed pierwszym biegiem pochylni (spoczniki początkowe),
 - pomiędzy biegami schodów lub pochylni (spoczniki pośrednie),
 - za ostatnim biegiem schodów lub pochylni (spoczniki końcowe – w poziomie obiektu mostowego),
- b) długość spocznika początkowego, mierzona w osi biegu, powinna być nie mniejsza niż 1,50 m (zalecana 2,50 m),
- c) długość spocznika pośredniego, mierzona w osi biegów, powinna być nie mniejsza niż 1,50 m i powinna być dostosowana do geometrii biegów w planie (szerokości, kątów załamań) – jak na rys. 8.2.2.2a,
- d) długość spocznika końcowego powinna być nie mniejsza niż 1,50 m (zalecana 2,50 m) i należy ją mierzyć:
 - w osi biegu schodów lub pochylni – w przypadku ich usytuowania równoległe lub prostopadłe do linii gzymsu obiektu,
 - wzdłuż krótszej krawędzi spocznika, w obrębie szerokości użytkowej schodów lub pochylni – w przypadku ich usytuowania skośnie do linii gzymsu obiektu (rys. 8.2.2.2b),
- e) szerokość użytkowa spoczników nie może być mniejsza od szerokości użytkowej schodów lub pochylni,
- f) dopuszcza się kształtowanie spoczników pośrednich jako półkolistych lub zaokrąglonych, w dostosowaniu do geometrii biegów w planie,
- g) pochylenie podłużne spoczników powinno wynosić $i = 2\%$.



Rys. 8.2.2.2. Zasady kształtowania w planie pochylni łamanej przeznaczonych do ruchu pieszych

8.2.3. Bezpieczeństwo użytkowników

- (1) Schody i pochylnie o różnicy poziomów większej niż 0,50 m należy wyposażyć:
 - a) od strony otwartej przestrzeni – w balustrady z poręczami równoległymi do płaszczyzny nachylenia biegów lub spoczników,
 - b) od strony zabezpieczonej ścianą lub słupem – w poręcze równoległe do płaszczyzny nachylenia biegów lub spoczników, zamocowane na wysokości odpowiadającej wysokości balustrad.
- (2) Wysokość balustrad na schodach i pochylniach powinna być taka, jak na obiekcie mostowym.
- (3) Wysokość balustrad na biegach schodów należy mierzyć względem górnej krawędzi czoła stopni.
- (4) Na schodach lub pochylniach usytuowanych skośnie na skarpie można nie stosować balustrad od strony wznoszącej się skarpy.
- (5) Balustrady i ściany, zabezpieczające na pochylniach pasy ruchu przeznaczone dla osób niepełnosprawnych, powinny mieć dwie dodatkowe poręcze umieszczone na wysokości 0,75 m i 0,90 m powyżej płaszczyzny ruchu (rys. 8.2.1.1).
- (6) Nawierzchnie schodów i pochylni powinny być wykonane z materiałów o właściwościach antypoślizgowych. Wymagany współczynnik tarcia kinetycznego wynosi:
 - a) w stanie suchym $\geq 0,24$,
 - b) w stanie mokrym $\geq 0,12$.
- (7) Schody oraz pochylnie przeznaczone do ruchu pieszych lub pieszych i rowerów należy wyposażyć w elementy ostrzegawcze umożliwiające wzrokową i dotykową identyfikację krawędzi i zmian pochyłości (rys. 8.2.3.1):
 - a) po obu stronach krawędzi pierwszego i ostatniego stopnia każdego biegu schodów, na całej szerokości użytkowej schodów należy nanieść żółty kontrastowy pas ostrzegawczy o szerokości 0,05 m,
 - b) przed każdym i za każdym biegiem schodów należy wykonać pas ostrzegawczy o długości równej szerokości użytkowej schodów i szerokości 0,30 m, umieszczony w odległości 0,10 m od początku lub końca biegu schodów, barwy żółtej, fakturowany (ścięte kopytki lub stożki),
 - c) po obu stronach krawędzi początku lub końca biegu pochylni należy wykonać pas ostrzegawczy o długości równej szerokości użytkowej pochylni i szerokości 0,30 m, barwy żółtej, fakturowany (ścięte kopytki lub stożki).



Rys. 8.2.3.1. Schemat oznakowania wzrokowego i dotykowego: a) schodów; b) pochylni

8.3. Urządzenia mechaniczne

8.3.1. Dźwigi osobowe

(1) Dźwigi osobowe zlokalizowane przy obiektach inżynierskich powinny spełniać wymagania określone w rozporządzeniach [2] i [4], w szczególności w zakresie:

- a) wymiarów przestrzeni użytkowej,
- b) dostępności dla osób niepełnosprawnych,
- c) wyposażenia,
- d) elementów bezpieczeństwa.

(2) Dźwigi osobowe przeznaczone do transportu rowerów powinny mieć przestrzeń użytkową o wymiarach co najmniej 1,5 × 2,5 m.

(3) Budowa i instalacja dźwigów osobowych powinny spełniać w zakresie bezpieczeństwa wymagania podane w normie [24].

(4) Zakres czynności, związany z utrzymaniem i dozorem technicznym w ramach eksploatacji, napraw i modernizacji dźwigów osobowych, powinien spełniać wymagania stawiane w rozporządzeniu [5].

(5) Konserwacja dźwigów osobowych powinna być prowadzona zgodnie z instrukcją konserwacji opracowaną według normy [25].

8.3.2. Schody ruchome

(1) Schody ruchome zlokalizowane przy obiektach inżynierskich powinny spełniać w szczególności następujące wymagania:

- a) szerokość stopnia nie mniejsza niż 0,8 m,
- b) nachylenie biegu nie większe niż 35°,
- c) prędkość nie większa niż 0,5 m/s,
- d) wysokość balustrady nie mniejsza niż 1,1 m,
- e) wysokość skrajni wynikająca z wysokości skrajni przyjętej na obiekcie inżynierskim, zgodnie z WR-D-21,
- f) odstęp poziomy od zewnętrznej krawędzi poręczy do ścian lub innych przeszkód nie mniejszy niż 80 mm na całej wysokości skrajni.

(2) Schody ruchome powinny być zabezpieczone przed zmiennymi wpływami atmosferycznymi, w szczególności zadaszone. Zaleca się ich całkowite osłonięcie, np. za pomocą transparentnych paneli ze szkła organicznego mocowanych na stalowym stelażu.

(3) Budowa i instalacja schodów ruchomych powinny spełniać w zakresie bezpieczeństwa wymagania podane w normie [32].

(4) Zakres czynności związany z utrzymaniem i dozorem technicznym w ramach eksploatacji, napraw i przebudowy schodów ruchomych powinien spełniać wymagania podane w rozporządzeniu [5].

(5) Konserwacja schodów ruchomych powinna być prowadzona zgodnie z instrukcją konserwacji opracowaną według normy [25].

9. Urządzenia zapewniające dostęp w celach utrzymaniowych

9.1. Rodzaje urządzeń i wymagania ogólne

(1) Obiekt inżynierski powinien być dostępny dla obsługi w celu dokonywania przeglądów i bieżącego utrzymania w zakresie przewidzianym w WR-M-81. Dostęp ten może być zapewniony w szczególności poprzez:

- a) schody dla obsługi,
- b) chodniki dla obsługi,
- c) korytarze,
- d) pomosty,
- e) spoczniki,
- f) galerie,
- g) wózki rewizyjne,
- h) klamry,
- i) drabiny,
- j) windy.

(2) Urządzenia, o których mowa w akapicie (1), powinny być wykonane z materiałów trwałych i niepalnych oraz zabezpieczone przed dostępem osób postronnych.

9.2. Schody dla obsługi

(1) Schody dla obsługi należy wykonywać przy obiektach inżynierskich, których skarpy nasypu mają wysokość $H_n > 1,5$ m.

(2) Schody dla obsługi mogą:

- a) być umieszczane na skarpach – zapewniając dostęp do obiektu,
- b) stanowić niezależne konstrukcje lub być powiązane z konstrukcją pomostów, galerii lub spoczników – zapewniając do nich dostęp.

(3) Schody dla obsługi mogą nie spełniać wymagań dotyczących schodów przeznaczonych do ruchu pieszych, podanych w podrozdziale 8.2.

(4) Schody dla obsługi powinny spełniać wymagania podane w WR-M-71.

9.3. Chodniki dla obsługi i korytarze

(1) Chodniki dla obsługi należy wykonać, gdy na obiekcie nie są przewidziane chodniki dla pieszych lub rowerów oraz brak jest innych możliwości zapewnienia bezpiecznego dostępu do powierzchni użytkowych obiektu inżynierskiego.

(2) Szerokość użytkowa chodników dla obsługi lub korytarzy powinna wynosić:

- a) gdy służą jako przejście lub dojście – nie mniej niż 0,9 m,
- b) gdy służą do wykonywania robót utrzymaniowych lub czynności eksploatacyjnych – nie mniej niż 1,2 m.

(3) Jako przejścia umożliwiające dostęp do łożysk, w przypadku braku dostępu z terenu, mogą być zastosowane w szczególności korytarze o szerokości nie mniejszej niż 0,9 m, usytuowane:

- a) w przycótkach – między ścianą nadłożyskową a skrajną poprzeczną lub płaszczyzną stanowiącą zakończenie dźwigarów,
- b) w głowicach filarów – jeśli układ konstrukcji przęsła pozwala na uzyskanie odpowiedniej wysokości do poruszania się obsługi i istnieją zabezpieczenia przed upadkiem od strony otwartej przestrzeni.

(4) Rolę korytarzy mogą spełniać wewnętrzne przestrzenie dźwigarów o przekroju skrzynkowym, umożliwiające komunikację w obrębie przęsła, między przęsłami lub dostęp do podpór (rys. 9.3.1).



Rys. 9.3.1. Wnętrze korytarza: a) w dźwigarze skrzynkowym wiaduktu belkowego; b) w ryglu pylonu mostu podwieszanego

- (5) Dostęp do korytarza może być zapewniony w szczególności jako właz prostokątny:
- zamykany w ścianie przyczółka – o szerokości nie mniejszej niż 0,8 m i wysokości nie mniejszej niż 1,6 m,
 - w płycie chodnika lub w przegrodzie stropowej filara, lub w płycie dolnej ustroju skrzynkowego nad filarem, wyposażony w drabinę zamocowaną na stałe lub przestawną – o wymiarach nie mniejszych niż 0,8 × 0,8 m, z zastrzeżeniem akapitu (6).
- (6) Jeśli otwory, o których mowa w akapicie (5) lit. b, przewidziane są do:
- transportu materiałów – powinny mieć wymiary nie mniejsze niż 0,9 × 0,9 m,
 - umieszczenia przestawnych drabin – powinny spełniać wymagania określone w podrozdziale 9.6 akapit (9) lit. c.
- (7) Otwory włazowe powinny być zabezpieczone za pomocą ażurowych przykryw na zawiasach, z wyjątkiem otworów w płycie chodnika, gdzie należy stosować przykrywę pełną i zabezpieczoną przed napływem wody opadowej.
- (8) W stężeniach poprzecznych dźwigarów skrzynkowych, powinny być przewidziane otwory przełazowe o wymiarach określonych w akapicie (5) lit. a.
- (9) Wysokość otworu, o którym mowa w akapicie (6), powinna być mierzona od:
- podłogi korytarza – gdy suma wysokości i szerokości przegrody jest nie większa niż 0,6 m,
 - od wierzchu przegrody – gdy suma wysokości i szerokości jest większa niż 0,6 m, z tym że w przypadku progu o wysokości większej niż 0,4 m powinny być przewidziane stopnie, spełniające w zakresie wymiarów wymagania stawiane schodom dla obsługi.

9.4. Pomosty, spoczniki i galerie

- (1) Wykonanie galerii lub pomostów należy przewidzieć wewnątrz konstrukcji obiektu lub na odcinkach obiektu, do których brak jest bezpośredniego dostępu z terenu lub pomostu obiektu, w tym w szczególności za pomocą pojazdów wysięgnikowych z koszami, lub dla których nie przewidziano specjalnych urządzeń, w szczególności wózków rewizyjnych (rys. 9.4.1).
- (2) Szerokość użytkowa pomostów powinna wynosić:
- gdy służą jako przejście lub dojście – nie mniej niż 0,9 m,
 - gdy służą do wykonywania robót utrzymaniowych lub czynności eksploatacyjnych – nie mniej niż 1,2 m.

- (3) Pomosty mogą być zastosowane między dźwigarami na całej długości obiektu lub na odcinkach wynikających z potrzeb, jakim mają służyć.
- (4) Dostęp do pomostów może być zapewniony jak dla korytarzy lub za pomocą schodów o szerokości biegu równej 0,8 m, lub za pomocą drabin.
- (5) Galerie i spoczniki mogą być zastosowane na odcinkach konstrukcji obiektów mostowych lub pod elementami ich wyposażenia, wymagającymi robót utrzymaniowych lub czynności eksploatacyjnych. Ich szerokość użytkowa powinna być nie mniejsza niż 1,2 m, a długość powinna być dostosowana do potrzeb wynikających z przeznaczenia.
- (6) Dostęp do galerii i spoczników, o których mowa w akapicie (5), powinien być zapewniony za pomocą schodów o szerokości użytkowej nie mniejszej niż 0,8 m lub drabin.



Rys. 9.4.1. Przykłady pomostów zlokalizowanych w obrębie głowicy filara: a) rozwiązanie zalecane – swobodny dostęp do głowicy filara; b) rozwiązanie niezalecane – ograniczony dostęp do głowicy filara

9.5. Wózki rewizyjne

- (1) Wózki rewizyjne mogą być zastosowane jako ruchome pomosty umieszczone od spodu przęseł albo wewnątrz ich konstrukcji – w celu ich przemieszczania wzdłuż osi podłużnej przęseł przy przeprowadzaniu inspekcji lub wykonywaniu robót utrzymaniowych.
- (2) Wózki należy stosować, jeśli brak jest bezpośredniego dostępu z terenu oraz rozpiętość przęsła jest większa niż 150 m.
- (3) Konstrukcja przęseł i podpór pośrednich powinna być projektowana tak, aby był umożliwiony przejazd wózka wzdłuż całego obiektu, bez konieczności jego demontażu. W przypadku braku takiej możliwości powinna być zapewniona możliwość zmiany gabarytów wózka, w celu jego przejazdu nad lub pomiędzy podporami (rys. 9.5.1). Jako alternatywę dopuszcza się niezależne wózki rewizyjne na poszczególnych przęsłach.
- (4) Szerokość pomostu wózka, mierzona wzdłuż osi podłużnej obiektu, powinna być nie mniejsza niż 2,0 m, a swym zasięgiem pomost wózka powinien obejmować całą szerokość obiektu. Jeśli uformowanie konstrukcji obiektu od spodu wykazuje znaczne różnice poziomu wysokości, wózki powinny być wyposażone w dodatkowe rusztowania.
- (5) Wózki powinny być podwieszane do specjalnych torów jezdnych zamocowanych do konstrukcji obiektu. Tor jezdny powinien zapewnić:
- stateczność wózka, bez względu na umieszczenie pomostu i obciążenie wynikające z funkcji, jaką wózek ma spełniać,
 - stały rozstaw i prostoliniowy przebieg szyn,
 - płynność przejazdu kół wózka,
 - pochylenie podłużne nie większe niż 3% w przypadku napędu ręcznego,
 - możliwość ograniczenia ruchu i zablokowania wózka w czasie postoju.

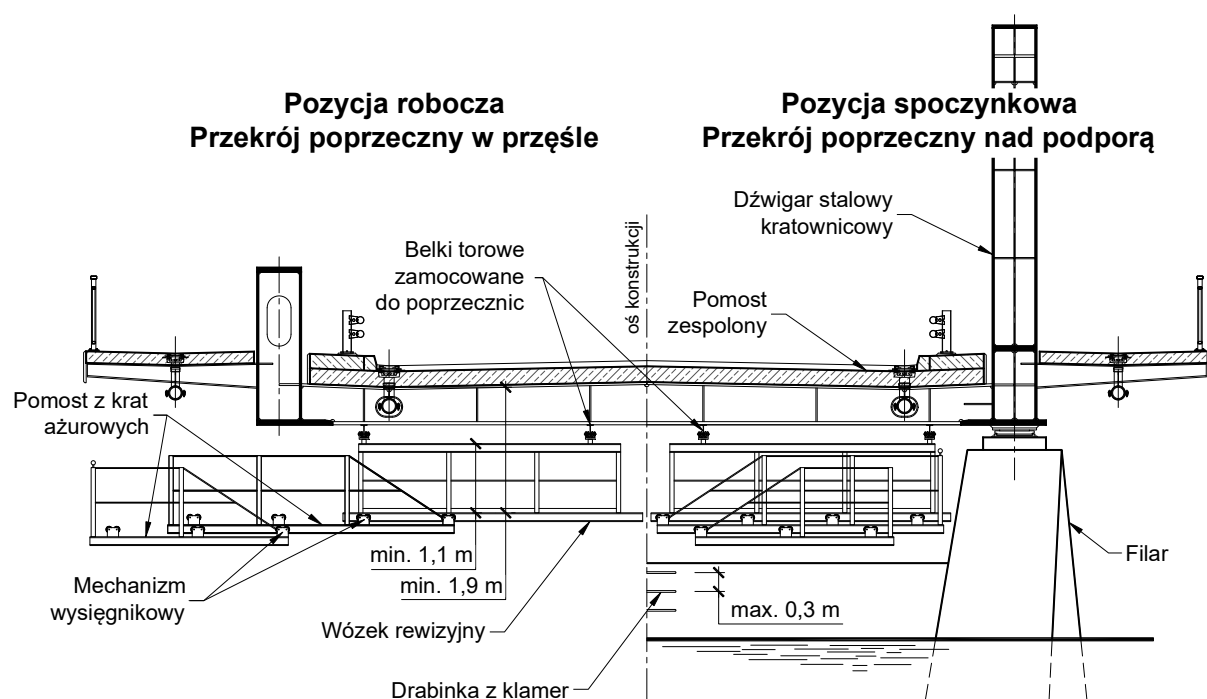
(6) Wózki powinny mieć cztery zestawy kół, po dwa zestawy kół na każdej szynie, napędzane ręcznie lub mechanicznie. Rozstaw kół w kierunku podłużnym obiektu powinien zagwarantować stateczność wózka bez względu na umieszczenie pomostu i obciążenie wynikające z funkcji, jaką wózek spełnia. Wymagania w zakresie poruszania i napędu wózka podlegają przepisom Urzędu Dozoru Technicznego.

(7) Dostęp do wózków, zależnie od sytuacji, może być zapewniony w szczególności z poziomu terenu, z ławy podłożyskowej przyczółka lub z chodnika obiektu.

(8) Teren wokół obiektu, na którym przewidziano wykorzystanie pojazdów wysięgnikowych z koszami, powinien być dostosowany do poruszania się tych pojazdów. Dostosowanie to powinno polegać w szczególności na:

- a) wykonaniu pasów technologicznych lub pasów utwardzonego terenu o szerokości nie mniejszej niż 3,0 m,
- b) wykonaniu przejazdów przez rowy i inne przeszkody terenowe.

(9) Wykorzystane pojazdów wysięgnikowych nie powinno powodować utrudnień w korzystaniu z dróg pod i na obiekcie.



Rys. 9.5.1. Wózek rewizyjny o konstrukcji umożliwiającej adaptację jego szerokości

9.6. Klamry i drabiny

(1) W przypadku braku miejsca lub sporadycznego wykorzystania, dopuszcza się zastosowanie drabin lub klamer zamiast schodów dla obsługi.

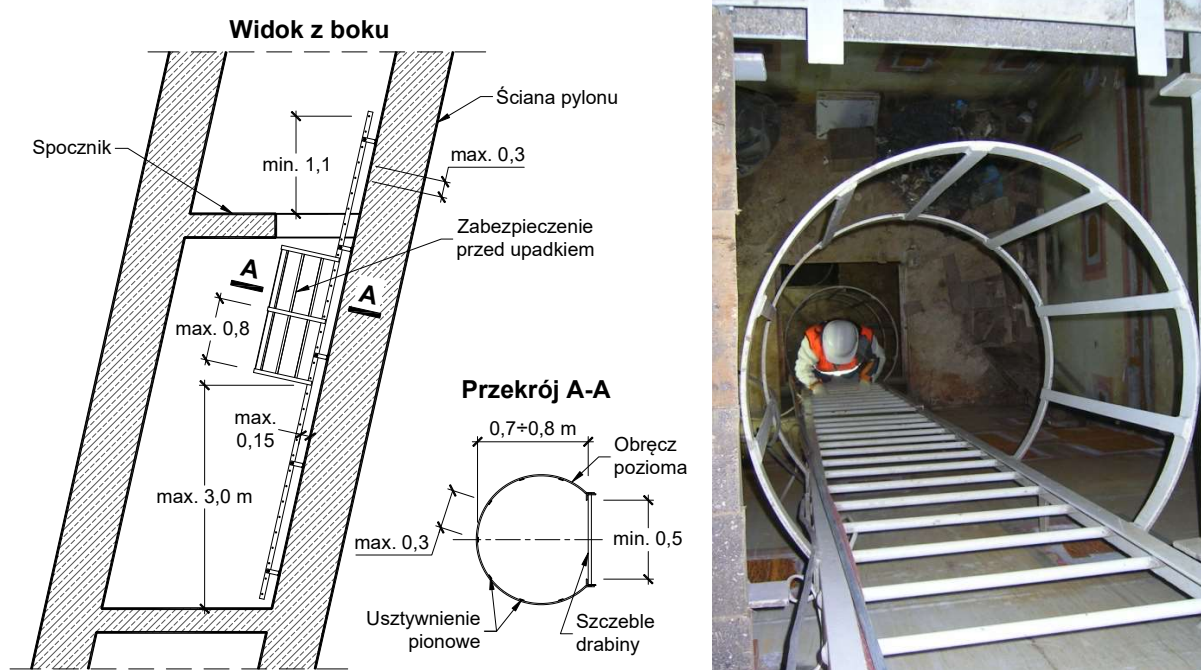
(2) Klamry powinny być mocowane na stałe do konstrukcji obiektu, a drabiny w szczególności jako:

- a) stałe – zamocowane do konstrukcji obiektu,
- b) przestawne – gdy zamocowanie na stałe jest niemożliwe lub niewskazane z uwagi na dostęp osób postronnych,
- c) stałe lub ruchome – zawieszane na poręczy balustrady.

(3) Szerokość użytkowa drabin lub klamer powinna być nie mniejsza niż 0,50 m, a odstępy między szczeblami drabiny lub pionowymi klamrami nie mogą być większe niż 0,30 m. Począwszy od wysokości 3,0 m od poziomu spoczynka, drabiny i klamry powinny być wyposażone w urządzenia zabezpieczające przed upadkiem. Przez szerokość użytkową drabin rozumie się długość szczebli drabiny w prześwicie jej pobocznicy.

(4) Jako zabezpieczenie przed upadkiem powinny być stosowane poziome obręcze (rys. 9.6.1). Rozstaw obręczy powinien być nie większy niż 0,80 m, przy czym obręcze powinny być usztywnione pionowymi prętami, rozmieszczonymi w odstępie nie większym niż 0,30 m. Prześwit między obręczą a drabiną lub klamrą w miejscu najbardziej oddalonym powinien być nie mniejszy niż 0,70 m i większy niż 0,80 m.

(5) Odległość drabiny lub klamer od ściany lub innego elementu konstrukcji, do których są zamocowane, powinna być nie mniejsza niż 0,15 m.



Rys. 9.6.1. Zabezpieczenia przed upadkiem z drabiny zamontowanej w pylonie mostu podwieszono

(6) Drabiny stałe i zawieszane oraz ciągi klamer o wysokości większej niż 10,0 m powinny być wyposażone w spoczniki o wymiarach nie mniejszych niż $0,8 \times 0,8$ m, rozmieszczone w odstępie nie większym niż 10,0 m. Spoczniki umieszczone z boku drabin lub ciągu klamer powinny być zabezpieczone poręczą spełniającą wymagania określone w podrozdziale 9.7 akapit (5), a w konstrukcji urządzeń zabezpieczających przed upadkiem powinny być przewidziane wycięcia prętów podłużnych umożliwiające wejście na spocznik.

(7) Zaleca się, aby drabiny stałe były zamocowane pionowo. Zamocowanie drabiny nie powinno ograniczać wzajemnych przemieszczeń elementów konstrukcji.

(8) Drabiny lub klamry powinny wystawać 1,1 m ponad poziom, do którego prowadzą. Drabiny stałe, w razie braku możliwości wyprowadzenia do wymaganej wysokości, powinny być przedłużone:

- a) klamrami – rozmieszczonymi jak szczeble drabiny,
- b) dwoma pionowymi klamrami o długości 1,0 m, rozmieszczonymi w rozstawie 0,6 m.

(9) Drabiny przestawne powinny mieć:

- a) nachylenie do poziomu $\sim 70^\circ$,
- b) zabezpieczenie podstawy przed przesunięciem,
- c) prześwit między krawędzią otworu, w którym zostały umieszczone, a płaszczyzną drabiny od strony wchodzącego – nie mniejszy niż 0,8 m.

(10) Drabiny zawieszane, niezależnie od spełnienia pozostałych wymagań, powinny mieć pobocznicę i urządzenia zabezpieczające przed upadkiem, wystające 1,1 m ponad poziom poręczy, oraz powinny być dodatkowo wyposażone w szczególności w:

- a) uchwyty – do podnoszenia w czasie montażu,
- b) spocznik w dolnej części drabiny o wymiarach nie mniejszych niż $0,8 \times 1,2$ m, przewidziany asymetrycznie w stosunku do drabiny i zabezpieczony balustradami zgodnie z wymaganiami określonymi w podrozdziale 9.7 akapit (5),
- c) drabinę od strony chodnika – w celu umożliwienia wejścia na poziom poręczy,

d) blachy dociskowe przymocowane do pobocznic drabiny na poziomie belki gzymsowej obiektu mostowego – do opierania drabiny o konstrukcję obiektu.

(11) Nawierzchnia spoczników drabin powinna spełniać wymagania określone w podrozdziale 9.7 akapity (3) i (4).

9.7. Wymagania wspólne

(1) Pomosty, galerie, spoczniki, wózki rewizyjne oraz schody dla obsługi powinny zapewniać wysokość w świetle do poruszania się obsługi nie mniejszą niż 1,9 m.

(2) Dopuszcza się ograniczenie wysokości w świetle przez wystające elementy na odcinkach przejścia nie dłuższych niż 1,5 m, pod warunkiem, że zostaną one odpowiednio oznakowane i prześwit pod nimi będzie nie mniejszy niż 1,6 m. Ograniczenie wysokości nie może być zastosowane na odcinkach przejścia, na których jest przewidziane wykonanie robót utrzymaniowych lub czynności eksploatacyjnych.

(3) Nawierzchnie pomostów, galerii, spoczników, wózków rewizyjnych oraz schodów dla obsługi powinny mieć właściwości antypoślizgowe. Wymagany współczynnik tarcia kinetycznego wynosi:

- a) w stanie suchym $\geq 0,24$,
- b) w stanie mokrym $\geq 0,12$.

(4) Nawierzchnie ażurowe nie mogą mieć otworów o powierzchni większej niż 1 700 mm² i wymiarów umożliwiających przejście kuli o średnicy większej niż 36 mm.

(5) Pomosty, galerie, spoczniki, wózki rewizyjne oraz schody dla obsługi powinny być zabezpieczone od strony otwartej przestrzeni balustradą o wysokości 1,1 m, składającą się z poręczy oraz przeciągów rozmieszczonych w połowie wysokości balustrady i na wysokości 0,15 m od podłogi.

