

**ZALECENIA PROJEKTOWANIA, BUDOWY  
I UTRZYMANIA ODWODNIENIA  
DROGOWYCH OBIEKTÓW MOSTOWYCH**

ISBN xxxxxxxx

Warszawa, 2009r.

## **Praca została wykonana na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad**

**© Copyright by Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad  
Warszawa 2009**

### **Koordynator serii Zaleceń**

prof. dr hab. inż. Dariusz Sybilski

### **Autorzy opracowania**

mgr inż. Andrzej Łęgosz, dr Wiktor Jasiński,

dr inż. Roman Edel, dr inż. Krzysztof Germaniuk

### **Rysunki**

mgr inż. Piotr Kaszuba

### **Opiniodawcy**

prof. dr hab. inż. Wojciech Radomski – Politechnika Warszawska

prof. dr hab. inż. Witold Wołowicki – Politechnika Poznańska

### **Redakcja**

mgr Ewa Misiewicz

mgr Justyna Szczepańska

### **Wydawca**

Instytut Badawczy Dróg i Mostów

ul. Jagiellońska 80

03-301 Warszawa

tel. (0-22) 811 3231, fax (0-22) 811 17 92

e-mail: ibdim.edu.pl.

### **Druk**

WROCLAWSKA DRUKARNIA NAUKOWA PAN

im. Stanisława Kulczyńskiego

53-505 Wrocław, ul. Lelewela 4

tel. (0-71) 349 90 18, fax (0-71) 343 87 78

## **SPIS TREŚCI**

<b>1</b>	<b>Postanowienia ogólne i określenia</b>	<b>7</b>
1.1	Przedmiot i cel Zaleceń	7
1.2	Zakres opracowania	7
1.3	Podstawowe określenia używane w Zaleceniach	8
<b>2</b>	<b>Elementy odwadniane i odwadniające obiekty mostowe</b>	<b>11</b>
2.1	Elementy odwadniane obiektów mostowych	11
2.1.1	Odwodnienie powierzchni płyty pomostowej	11
2.1.2	Odwodnienie w obrębie przyczółków	11
2.1.3	Odwodnienie fundamentów wiaduktów	12
2.1.4	Odwodnienie elementów wyposażenia obiektów mostowych	12
2.1.5	Odwodnienie przestrzeni zamkniętych	14
2.2	Elementy systemu odwadniającego obiekty mostowe	14
2.2.1	Pochylenia podłużne i poprzeczne	14
2.2.2	Ścieki przykrawężnikowe	14
2.2.3	Wpusty mostowe	15
2.2.4	Drenaż podłużny i poprzeczny	17
2.2.5	Sączki mostowe	17
2.2.6	Instalacje odprowadzające	18
2.2.7	Ścieki skarpowe	21
2.2.8	Urządzenia odbiorcze	21
<b>3</b>	<b>Dobór materiałów</b>	<b>22</b>
3.1	Zastosowanie wyrobów z żeliwa	22
3.1.1	Podstawowe właściwości materiałowe	22
3.1.2	Podstawowe wymagania dotyczące wpustów	22
3.1.3	Podstawowe wymagania dotyczące elementów instalacji odprowadzającej	24
3.2	Zastosowanie wyrobów z tworzyw termoplastycznych	25
3.2.1	Podstawowe właściwości materiałowe	25
3.2.2	Podstawowe wymagania dotyczące instalacji odprowadzających	26
3.3	Zastosowanie wyrobów z duroplastów	27

3.4	Zastosowanie wyrobów ze stali nierdzewnej	28
3.5	Zastosowanie wyrobów z betonu i polimerobetonu	30
3.5.1	Podstawowe właściwości materiałowe	30
3.5.2	Podstawowe wymagania dotyczące betonu i polimerobetonu	30
3.6	Zastosowanie geosyntetyków	31
3.7	Zastosowanie separatorów	31
<b>4</b>	<b>Zasady projektowania systemu odwodnienia obiektów mostowych</b>	<b>33</b>
4.1	Odwodnienie ustroju nośnego mostu	33
4.1.1	Wymagania w zakresie kształtowania przęseł	33
4.1.2	Kształtowanie odwodnienia nawierzchni jezdni i chodników	34
4.1.3	Hydroizolacje obiektów mostowych	34
4.1.4	Projektowanie nowej hydroizolacji na obiektach istniejących	37
4.1.5	Odwodnienie urządzeń dylatacyjnych	37
4.1.6	Rozmieszczenie wpustów mostowych	38
4.1.7	Rozmieszczenie sączków mostowych	38
4.1.8	Odwodnienie obiektów bez przeciwnospadków	40
4.2	Instalacje odprowadzające	40
4.2.1	Wymiarowanie	40
4.2.2	Wytyczne projektowania	40
4.2.3	Przyłącza wpustów mostowych	41
4.2.4	Przyłącza sączków mostowych	42
4.2.5	Systemy mocowania instalacji odprowadzających	43
4.2.6	Dobór kompensatorów	46
4.3	Odwodnienie nawierzchni szczelnych	47
4.4	Odwodnienie przekrojów skrzynkowych zamkniętych	48
4.5	Osuszenie przez wentylację wymuszoną	49
4.6	Odwodnienie torowisk tramwajowych	49
4.7	Odwodnienie strefy w rejonie przyczółków	50
4.7.1	Odwodnienie nasypów za przyczółkami oraz fundamentów podpór	51
4.7.2	Odwodnienie płyt przejściowych	57
4.7.3	Odprowadzenie wody zebranej za korpusem przyczółka	57

4.8	Odwodnienie powierzchniowe	58
4.8.1	Urządzenia odbiorcze	58
<b>5</b>	<b>Skutki nieprawidłowo działającego lub uszkodzonego systemu odwodnienia obiektów mostowych</b>	<b>59</b>
<b>6</b>	<b>Wykonawstwo</b>	<b>61</b>
6.1.	Hydroizolacja	61
6.1.1	Przygotowanie podłoża	61
6.2	Ułożenie hydroizolacji	63
6.3	Odwodnienie urządzeń dylatacyjnych	63
6.4	Montaż wpustów mostowych	63
6.4.1	Montaż wpustów mostowych na pomostach betonowych	63
6.4.2	Montaż wpustów mostowych na pomostach stalowych	66
6.4.3	Montaż wpustów krawężnikowych	66
6.5	Montaż sączków mostowych	67
6.6	Wykonanie drenażu na hydroizolacji	68
6.7	Wykonanie instalacji odprowadzających	68
6.8	Wykonanie odwodnienia obiektów mostowych w obrębie fundamentów, przyczółków i podpór	70
<b>7</b>	<b>Warunki odbioru</b>	<b>73</b>
7.1	Sprawdzenie elementów systemu odwodnienia	73
7.1.1	Hydroizolacje	73
7.1.2	Drenaż nawierzchni mostów	74
7.1.3	Wpusty mostowe	75
7.1.4	Sączki mostowe	75
7.1.5	Elementy zawiesi	76
7.1.6	Elementy instalacji odprowadzających	77
7.1.7	Próba szczelności systemu odwodnienia	78
7.1.8	Odwodnienie nasypu za przyczółkami	78
7.1.9	Urządzenia ochrony środowiska	79
<b>8</b>	<b>Kontrola okresowa stanu technicznego systemu odwodnienia obiektów mostowych</b>	<b>860</b>
8.1	Warunki prowadzenia kontroli stanu technicznego systemu odwodnienia obiektów mostowych	80

8.2	Elementy systemu odwodnienia obiektów mostowych podlegające kontroli stanu technicznego	80
8.2.1	Pochylenia podłużne i poprzeczne nawierzchni	81
8.2.2	Wpusty zainstalowane w płycie pomostu	83
8.2.3	Sączki mostowe zainstalowane w płycie pomostu	85
8.2.4	Ścieki przykrawężnikowe	86
8.2.5	Kapinosy	88
8.2.6	Instalacje odprowadzające	89
8.2.7	Ścieki skarpowe za przyczółkami	91
8.2.8	Urządzenia dylatacyjne	92
8.2.9	Urządzenia ochrony środowiska	92
<b>9</b>	<b>Utrzymanie</b>	<b>93</b>
9.1	Wpusty mostowe	93
9.2	Sączki mostowe	93
9.3	Ścieki przykrawężnikowe	94
9.4	Instalacje odprowadzające	94
9.5	Ścieki skarpowe	95
9.6	Urządzenia ochrony środowiska	95
<b>10</b>	<b>Ocena efektywności ekonomicznej (mgr inż. Artur Pelc)</b>	<b>96</b>
<b>11</b>	<b>Zagadnienia ekologiczne (mgr inż. Anna Staszczuk)</b>	<b>100</b>
	<b>Literatura</b>	<b>103</b>
	<b>Wybrana literatura związana z niniejszymi „Zaleceniami...”</b>	<b>108</b>
	<b>Załącznik 1</b>	
	<b>Ocena efektywności społeczno-ekonomicznej systemu odwodnienia obiektów mostowych</b>	<b>109</b>
	<b>Spis tablic</b>	<b>114</b>
	<b>Spis rysunków</b>	<b>115</b>

## **1. Postanowienia ogólne i określenia**

### **1.1. Przedmiot i cel Zaleceń**

Przedmiotem Zaleceń są wymagania i wytyczne dotyczące: projektowania, budowy, utrzymania i kontroli stanu technicznego systemu odwodnienia drogowych obiektów mostowych.

Celem Zaleceń jest określenie i ujednoczenie zasad: projektowania, realizacji i kontroli stanu technicznego systemu odwodnienia.

Zalecenia są przeznaczone do stosowania przez administrację drogową, jednostki projektowe oraz jednostki wykonawcze w planowaniu, projektowaniu, instalowaniu, nadzorze i utrzymaniu systemu odwodnienia obiektów mostowych.

Zalecenia dotyczą systemów odwodnień, wykonanych z żeliwa, stali nierdzewnej, betonu, polimerobetonu oraz tworzyw sztucznych: polietylenu (PE), polipropylenu (PP) i duroplastu. Zalecenia należy stosować łącznie z pozostałymi obowiązującymi przepisami i normami dotyczącymi systemów odwodnienia powierzchniowego i wglębnego dróg samochodowych niezależnie od ich klasy.

Niniejsze „Zalecenia...” stanowią jeden z siedmiu tomów pracy naukowo-badawczej dotyczącej analizy metod poprawy stanu odwodnienia dróg i należących do nich drogowych obiektów inżynierskich. Treść i rozwiązania przedstawione w niniejszym zeszycie nie są sprzeczne z treścią i rozwiązaniami zawartymi w pozostałych zeszytach Zaleceń.

### **1.2. Zakres opracowania**

W Zaleceniach omówiono całościowo proces projektowania, wykonania i utrzymania elementów systemu odwodnienia na nowych i remontowanych obiektach mostowych oraz podano sposób przeprowadzania kontroli stanu technicznego odwodnienia drogowych obiektów mostowych.

W Zaleceniach zawarto:

- charakterystykę elementów systemu odwodnienia,
- projektowanie elementów systemu odwodnienia,
- kryteria doboru materiałów,
- zasady wykonawstwa (budowy) odwodnienia,
- klasyfikację zagrożeń powodujących uszkodzenia elementów systemu odwodnienia,
- warunki odbioru, utrzymania i diagnostyki (opisano typowe uszkodzenia elementów systemu odwodnienia obiektów mostowych będących wynikiem wadliwie działającego systemu odwodnienia i nieprawidłowego utrzymania),
- ocenę efektywności ekonomicznej systemu odwodnienia,
- zagadnienia ekologiczne.

### **1.3. Podstawowe określenia używane w Zaleceniach**

**Diagnostyka systemu odwodnienia** – ocena stanu technicznego systemu odwodnienia obiektu mostowego wraz z ustaleniem przyczyn powstania uszkodzeń lub nieprawidłowej jego pracy.

**Dren** – urządzenie odwadniające przeznaczone do liniowego zbierania wody i odprowadzania jej poza obiekt.

**Dren prefabrykowany** – wytworzony fabrycznie element drenująco-filtracyjny przeznaczony do liniowego zbierania wody i odprowadzania jej poza obiekt.

**Drenaż francuski** – konstrukcja z kruszywa o odpowiednio dobranej frakcji (z rurą drenarską na dnie lub bez) z owinięciem geowłókniną separacyjną.

**Drenaż opaskowy** – przewody, zwykle o przekroju kołowym z otworami lub nacięciami na obwodzie, usytuowane wokół podpór obiektów mostowych, regulujące poziom wód gruntowych wraz z odprowadzeniem ich nadmiaru.

**Drenaż podłużny** – dren prefabrykowany lub warstwa kruszywa o odpowiednio dobranej frakcji, ułożone na hydroizolacji płyty pomostowej wzdłuż osi podłużnej odwodnienia mostu w celu odprowadzenia wody przesiąkającej przez nawierzchnię.

**Drenaż poprzeczny** – dren prefabrykowany lub warstwa kruszywa o odpowiednio dobranej frakcji ułożone na hydroizolacji płyty pomostowej przed urządzeniami dylatacyjnymi.

**Filtr odwrotny** – grunt o uziarnieniu zabezpieczający wlot do sączków odwadniających przed przedostawaniem się do ich wnętrza drobnych frakcji gruntu.

**Geokompozyt** – materiał powstały w wyniku trwałego połączenia geosyntetyku z innym materiałem, którym np. może być inny geosyntetyk, płyty z tworzywa sztucznego, itp. (geosyntetyki).

**Kapinos** – element odwodnieniowy, który zapobiega spływaniu wody na niżej położone elementy konstrukcyjne obiektu mostowego.

**Kształtka rewizyjna (czyszczak)** – element z otworem przeznaczonym do czyszczenia i kontroli instalacji rurowych odprowadzających wodę.

**Obiekt mostowy** – budowla przeznaczona do przeprowadzenia drogi, samodzielnego ciągu pieszego lub pieszorowerowego, szlaku wędrówek zwierząt dziko żyjących lub innego rodzaju komunikacji gospodarczej nad przeszkodą terenową, a w szczególności: most, wiadukt, estakada, kładka.

**Odbiornik** – miejsce gromadzenia wody opadowej i ścieków dostarczanych przez przewody zbiorcze i rury spustowe, np.: rowy odwadniające, itp.

**Odwodnienie nawierzchni** – zespół elementów występujących w pasie drogowym służących do odprowadzania wód powierzchniowych.



**Odwodnienie powierzchniowe** – zespół urządzeń i elementów przejmujących wody opadowe i odprowadzające je sypływem powierzchniowym z obiektu mostowego.

**Odwodnienie wgłębne** – zespół urządzeń i elementów przejmujących wody podziemne przedostające się w nasyp drogowy w obrębie połączenia z obiektem mostowym.

**Polimerobeton** – materiał powstały ze zmieszania żywicy poliestrowej z utwardzaczami, kruszywa grubego i wypełniaczy (mączka kwarcowa, kruszywo drobne), który uzyskuje swoje właściwości w wyniku procesu chemo – lub termoutwardzalnego.

**Przewody zbiorcze i rury spustowe** – urządzenia odbierające wody deszczowe i ścieki z wpustów mostowych i sączków i sprowadzające je do odbiorników.

**Punkt stały** – miejsce sztywnego zamocowania przewodu, które uniemożliwia jego przemieszczenia.

**Rów odwadniający** – rów usytuowany wzdłuż korpusu drogi, który zbiera wodę spływającą z korpusu drogi.

**Sączek mostowy** – urządzenie przeznaczone do punktowego zbierania wody z poziomu hydroizolacji płyty pomostowej.

**SDR** – parametr liczbowy, który określa stosunek średnicy zewnętrznej rury do grubości jej ścianki.

**Skrzynki rozsączające** – elementy odwodnieniowe (przestrzenne) wykonane z tworzyw sztucznych (m.in. z polietylenu i polipropylenu) umieszczone poniżej poziomu terenu, służące do magazynowania i powolnego odprowadzania napływających wód opadowych i technologicznych.

**Studzienka kanalizacyjna** – urządzenie przeznaczone do kontroli i prawidłowego odbierania wody przez kanalizację z instalacji odprowadzającej.

**Studzienka przelotowa** – studzienka kanalizacyjna zlokalizowana na załamaniach osi kanału w planie, na załamaniach spadku kanału oraz na odcinkach prostych.

**Studzienka połączeniowa** – studzienka kanalizacyjna przeznaczona do łączenia co najmniej dwóch kanałów dopływowych w jeden kanał odpływowy.

**System odwadniający** – zespół elementów, urządzeń i konstrukcji, służący do zbierania, transportowania, podczyszczania i odprowadzenia wód opadowych do odbiornika.

**Szywność obwodowa SN** – jest to wielkość siły potrzebnej do wywołania 3% odkształcenia średnicy przekroju rury podczas jej ściskania ze stałą prędkością.

**Ściek przykrawężnikowy** – ściek na skraju nawierzchni przy krawężniku [59].

**Ściek skarpowy** – urządzenie otwarte przeznaczone do liniowego sprowadzania wody po skarpie ze ścieku przykrawężnikowego do odbiornika zainstalowanego u podstawy nasypu drogowego.

**Średnica wewnętrzna rury (DN)** – największy wymiar mierzony pomiędzy wewnętrznymi ściankami rury, w skrócie – średnica.

**Warstwa filtracyjna** – pionowa lub pozioma warstwa służąca do zbierania i odprowadzania wody.

**Wpust drogowy** – urządzenie przeznaczone do punktowego zbierania wody opadowej z nawierzchni drogi.

**Wpust mostowy** – urządzenie przeznaczone do punktowego zbierania wody z poziomu nawierzchni oraz z poziomu hydroizolacji płyty pomostowej.

## **2. Elementy odwadniane i odwadniające obiekty mostowe**

### **2.1. Elementy odwadniane obiektów mostowych**

Obiekty mostowe wymagają odwodnienia i odprowadzenia wód opadowych, technologicznych i skroplonej pary wodnej.

Wody opadowe i technologiczne odprowadza się z:

- powierzchni płyty pomostowej,
- nawierzchni jezdni i chodników,
- torowisk tramwajowych wbudowanych w nawierzchnię,
- powierzchni hydroizolacji,
- przyczółków,
- fundamentów wiaduktów,
- elementów wyposażenia obiektów mostowych,
- nasypów przyległych do obiektów mostowych,
- elementów konstrukcyjnych (np.: nisz podłożyskowych, pasów kratownic o przekroju korytkowym),

i kieruje się do urządzeń odbiorczych.

Skroploną parę wodną odprowadza się:

- z przestrzeni zamkniętych, w tym: pustek wewnętrznych, płyt drażonych, dźwigarów skrzynkowych,
- spod hydroizolacji.

#### **2.1.1. Odwodnienie powierzchni płyty pomostowej**

Odwodnienie powierzchni płyty pomostowej realizowane jest przez ukształtowanie pochyleń podłużnych i poprzecznych.

#### **2.1.2. Odwodnienie w obrębie przyczółków**

Odwodnienie w obrębie przyczółków realizowane jest przez:

- odwodnienie wglębne,
- odwodnienie powierzchniowe.

#### ***Odwodnienie wglębne***

Odwodnienie wglębne w obrębie korpusu i fundamentu przyczółka wykonuje się w celu zabezpieczenia przed działaniem wody gruntowej i obejmuje ono:

- odwodnienie nasypu przy przyczółkach realizowane przez wykonanie:
  - warstwy filtracyjnej poziomej w postaci przewarstwień zasypki;

- warstwy filtracyjnej pionowej, w postaci:
    - warstwy zasypki,
    - pustaków filtracyjnych,
    - geokompozytów,
    - drenażu francuskiego,
    - skrzynek rozsączających,
  - ukośnej warstwy filtracyjnej,
- odwodnienie fundamentów przyczółków realizowane przez wykonanie drenażu poprzecznego, w postaci:
- drenażu francuskiego,
  - pustaków filtracyjnych,
  - rur drenarskich,
  - skrzynek rozsączających,
- odprowadzenie wody zebranej za przyczółkami realizowane przez:
- odprowadzenie wody do podłoża,
  - odprowadzenie wody przez ścianę przednią przyczółka,
  - podłączenie do kanalizacji zbiorczej,
  - drenaż ściany przyczółka, w postaci:
    - drenażu francuskiego,
    - rur drenarskich,
    - skrzynek rozsączających.

### ***Odwodnienie powierzchniowe***

Odwodnienie powierzchniowe obejmuje odwodnienie nawierzchni jezdni i chodników w obrębie przyczółka w postaci:

- ścieków skarpowych,
- podłączenia do kanalizacji zbiorczej,
- ścieków przykrawężnikowych i wpustów drogowych.

### **2.1.3. Odwodnienie fundamentów wiaduktów**

Odwodnienie fundamentów wiaduktów realizowane jest przez wykonanie drenażu opaskowego w postaci:

- drenażu francuskiego,
- rur drenarskich,
- skrzynek rozsączających.

### **2.1.4. Odwodnienie elementów wyposażenia obiektów mostowych**

Do elementów wyposażenia obiektów mostowych, które podlegają odwodnieniu zaliczamy:

- nawierzchnię jezdni i chodników,

- hydroizolację,
- gzymsy,
- urządzenia dylatacyjne,
- torowiska tramwajowe wbudowane w nawierzchnię,
- mocowanie słupów oświetleniowych, barier i balustrad.

#### ***Odwodnienie nawierzchni jezdni i chodników***

Odwodnienie nawierzchni realizowane jest przez:

- pochylenia podłużne i poprzeczne nawierzchni jezdni i chodników,
- ścieki przykrawężnikowe,
- wpusty mostowe.

#### ***Odwodnienie powierzchni hydroizolacji***

Odwodnienie powierzchni hydroizolacji realizowane jest przez:

- pochylenia podłużne i poprzeczne płyty pomostowej,
- drenaż poziomy: podłużny i poprzeczny,
- wpusty mostowe,
- sączki.

#### ***Odwodnienie powierzchni gzymsów***

Odwodnienie powierzchni gzymsów realizowane jest przez wykonanie pochylenia poprzecznego.

#### ***Odwodnienie urządzeń dylatacyjnych***

Odwodnienie urządzeń dylatacyjnych typu otwartego realizowane jest przez stosowanie:

- rynien,
- rur spustowych.

Urządzenia dylatacyjne typu zamkniętego są szczelne.

#### ***Odwodnienie torowisk tramwajowych wbudowanych w nawierzchnię***

Odwodnienie torowisk tramwajowych wbudowanych w nawierzchnię realizowane jest przez:

- wypełnienie komór szynowych masą zalewową,
- konstrukcję torowiska zawierającą warstwę przepuszczającą wody opadowe i technologiczne,
- pochylenia poprzeczne i podłużne torowiska wynikające z niwelety drogi.

#### ***Odwodnienie mocowania słupów oświetleniowych, barier i balustrad***

Odwodnienie mocowania słupów oświetleniowych, barier i balustrad realizowane jest przez:

- wykonanie warstwy filtracyjnej z kruszywa wokół słupków,
- wykonanie drenażu pionowego odsączającego,

- wypełnienie wnęk zaprawą niskoskurczową,
- uszczelnienie powierzchniowe.

#### **2.1.5. Odwodnienie przestrzeni zamkniętych**

Odwodnienie przestrzeni zamkniętych realizowane jest przez wykonanie:

- pochyleń powierzchni wewnętrznych,
- otworów odwadniających,
- sączków pionowych,
- wentylacji.

### **2.2. Elementy systemu odwadniającego obiekty mostowe**

Wody opadowe, technologiczne i skroplona para wodna odprowadzane są z obiektów mostowych przez następujące elementy systemów odwodnienia:

- pochylenia podłużne i poprzeczne,
- ścieki przykrawężnikowe,
- wpusty mostowe,
- drenaż podłużny i poprzeczny,
- sączki,
- instalacje odprowadzające (przewody zbiorcze i rury spustowe),
- ścieki skarpowe.

#### **2.2.1. Pochylenia podłużne i poprzeczne**

Pochylenia podłużne i poprzeczne kształtuje się na etapie projektowania płyty pomostowej w celu łatwiejszego odprowadzenia wód opadowych i technologicznych z nawierzchni jezdni i chodników, z torowisk tramwajowych oraz powierzchni hydroizolacji.

#### **2.2.2. Ścieki przykrawężnikowe**

Ścieki przykrawężnikowe mogą być usytuowane bezpośrednio przy krawężniku albo odsunięte od niego poprzez zastosowanie przeciwspadków w nawierzchni.

Ściek wykonany może być z:

- z materiału jak nawierzchnia jezdni,
- asfaltu twardolanego (rys. 8.12),
- płyt kamiennych (rys. 8.13),
- prefabrykatów betonowych lub polimerobetonowych.

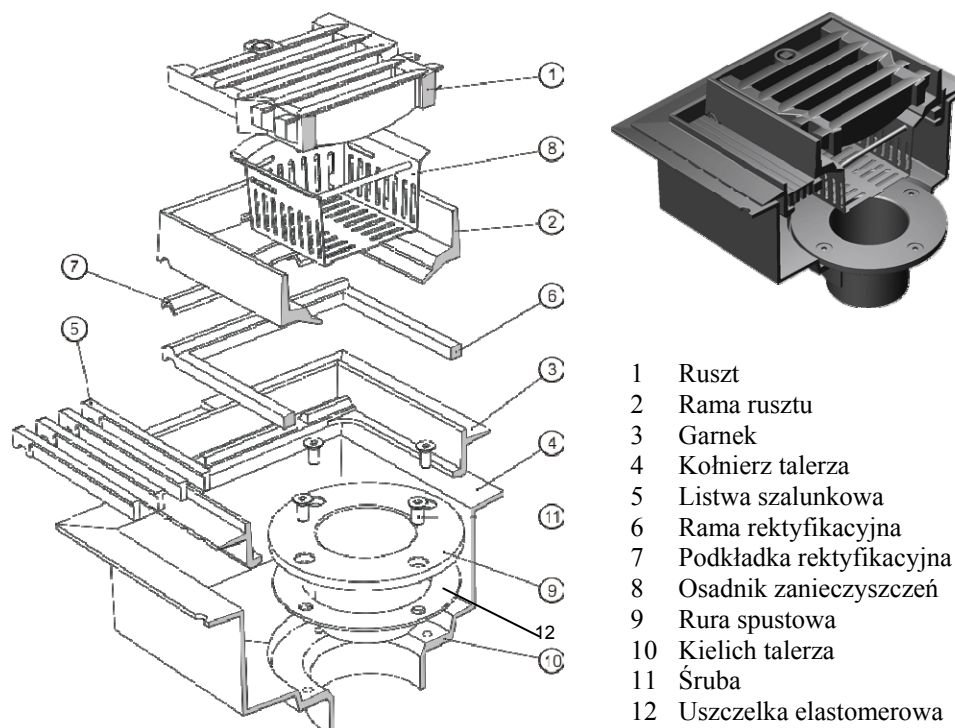
### 2.2.3. Wpusty mostowe

Wody opadowe i technologiczne mogą dostawać się do wpustu następującymi drogami:

- a) od góry – nasada jednospadowa lub muldowa,
- b) z boku – nasada z wpustem bocznym,
- c) jednocześnie z góry i z boku – nasada z wpustem kombinowanym,
- d) dołem – z poziomu hydroizolacji.

Wpusty mostowe składają się z następujących elementów (rys. 2.1):

- **Krata wlotowa** – górna część korpusu wpustu mostowego złożona z ramy i rusztu.  
Ruszt – górna część korpusu wpustu osadzona w ramie.  
Rama – sztywna osadzona część kraty wlotowej, połączona z kratą zamkami, służąca do jej osadzenia i zabezpieczenia.
- **Korpus wpustu** – dolna część wpustu, osadzona w pomoście umożliwiającą ułożenie kraty wlotowej, składa się z: garnka, talerza i listew szalunkowych.  
Garnek – część korpusu wpustu, umożliwiający podłużne i wysokościowe zmiany w ułożeniu kraty wlotowej. Garnek jest ułożony na talerzu za pomocą kołnierza, który zabezpiecza zaciśnięcie hydroizolacji mostowej. Swoimi otworami drenażowymi w dolnej części umożliwia odprowadzanie wody z warstwy hydroizolacji do przewodów zbiorczych,  
Talerz – dolna część wpustu osadzona w dolnej części płyty pomostowej,  
Listwy szalunkowe – listwy umożliwiające przesunięcia poziome kraty wlotowej w garnku, zabezpieczają wniknięciu mas izolacyjnych do korpusu i do systemu odwodnienia podczas prac budowlanych.
- **Dodatkowe wyposażenie wpustów** – dodatkowe części umożliwiające dopasowanie wpustu do konstrukcji obiektu mostowego:
  - osadnik zanieczyszczeń – element do wyjmowania z kraty wlotowej służący do zatrzymania zanieczyszczeń.
  - podkładki rektyfikacyjne – podkładki o przekroju U umożliwiające pionowe regulacje kraty wlotowej w talerzu;
  - rama rektyfikacyjna – rama używana dla zwiększenia wysokości konstrukcyjnej kraty wlotowej,
  - rura spustowa – rura wylotowa mocowana śrubami przez uszczelkę w siodło talerza wpustu, której zadaniem jest odprowadzenie wody i ścieków do przewodów zbiorczych.



Rys. 2.1. Elementy wpustu mostowego

Wpusty na mostach betonowych występują w dwóch podstawowych wymiarach:

- 300 x 500 mm,
- 500 x 500 mm,

i charakteryzują się:

- średnicą przyłącza (przykanalika) DN 150 (produkowane są również przyłącza o średnicy DN 100 i DN 200) z wariantem podłączenia przykanalika z boku lub od dołu,
- rusztem z zawiasem i z ryglowaniem,
- bocznymi otworami przesiąkowymi dla odwodnienia powierzchni betonowej oraz warstw ochronnej i hydroizolacyjnej,
- osadnikiem zanieczyszczeń wykonanym ze stali ocynkowanej.

Wpusty krawężnikowe wykonuje się na mostach betonowych. Ich korpusy wykonuje się z różnych materiałów (np.: betonu, polimerobetonu, żeliwa) i po wbudowaniu na krawędzi nawierzchni mostowej, tworzą spójny system odwodnienia powierzchniowego i podpowierzchniowego odcinka drogi na obiekcie mostowym.



Wpusty na mostach stalowych wykonuje się ze stali, aby możliwe było ich połączenie z konstrukcją mostową przez spawanie.

Wpusty na mostach stalowych o wymiarach 260 x 500 mm i charakteryzują się:

- ruszt wykonany jest z szarego żeliwa (GG) i połączony na stałe ze stalową ramą przy pomocy zawiasu,
- do odwodnienia hydroizolacji oraz płyty pomostu konstrukcja wpustu posiada otwory przesiąkowe, jeżeli otwory przesiąkowe występują po jednej stronie wpustu, to umieszcza się je od strony jezdni.

#### **2.2.4. Drenaż podłużny i poprzeczny**

Dla odprowadzenia wody przesiąkającej przez nawierzchnię stosuje się wykonany na warstwie hydroizolacji *drenaż podłużny*. Zapewnia on odpływ zebranej na hydroizolacji wody w kierunku podłużnym. Drenaż podłużny układany jest w osi odwodnienia, w której usytuowane są sączki i wpusty a także ściek przykrawężnikowy.

Do odprowadzenia wody przesiąkającej przez nawierzchnię w rejonie urządzenia dylatacyjnego stosuje się *drenaż poprzeczny*. Zapewnia on odpływ w kierunku poprzecznym do sączków wody zebranej na hydroizolacji przed urządzeniem dylatacyjnym (rys. 4.4).

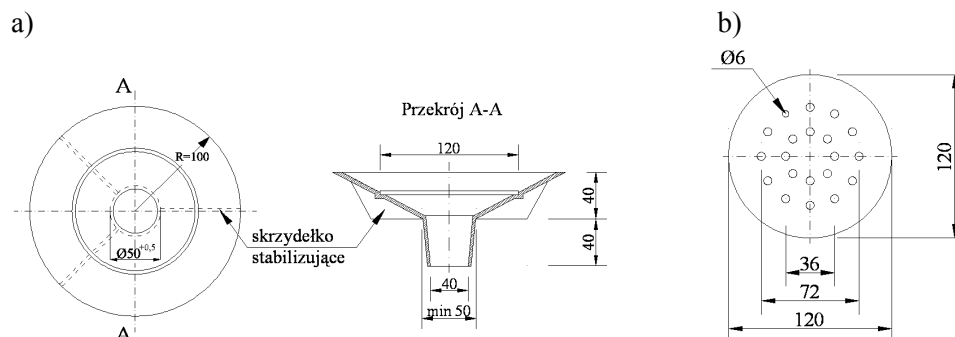
#### **2.2.5. Sączki mostowe**

Sączki przejmują wody przesiąkające przez warstwy nawierzchniowe i zbierane przez drenaż z powierzchni hydroizolacji.

W skład sączka mostowego wchodzi (rys. 2.2):

- lejek wlotowy o cienkościennym budowie w kształcie stożka ściętego z ukształtowanym w nim gniazdem do osadzenia sitka,
- sitko z otworami o średnicy max do 6 mm,
- rurka odpływowa o średnicy wewnętrznej nie mniejszej niż 50 mm.

Sączki wykonane mogą być z tworzyw sztucznych lub stali nierdzewnej.



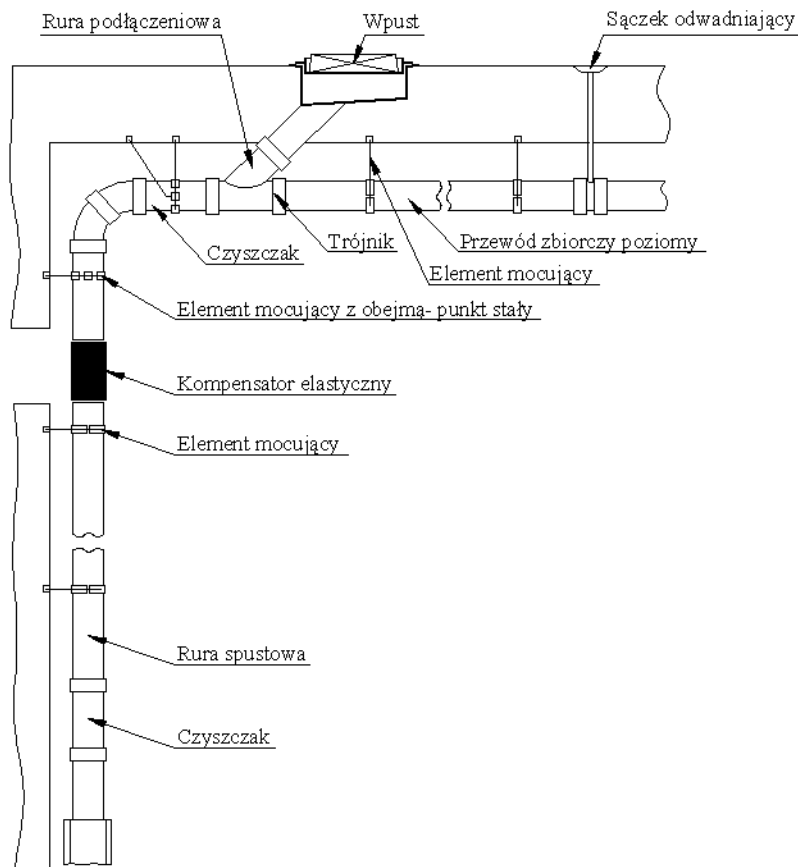
Rys. 2.2. Elementy sączka [48]: a) lejek wlotowy, b) sitko

### 2.2.6. Instalacje odprowadzające

Instalacje odprowadzające w systemie odwodnienia obiektów mostowych mają za zadanie odprowadzić do odbiornika lub systemu kanalizacyjnego wody opadowe i technologiczne odbierane przez wpusty i sączki. W przypadku odprowadzania wód opadowych do kanalizacji deszczowej, pomiędzy rurą spustową i kanalizacją wykonuje się studnię kanalizacyjną z osadnikiem i ewentualnie separator.

Standardowo w skład instalacji odprowadzającej wchodzi (rys. 2.3):

- przewody zbiorcze,
- rury spustowe,
- kształtki, wśród których mogą być: trójniki, redukcje, kolana, łuki, czwórniki, przyłącze sączka, mufa termokurczliwa, kielich, zaślepka – rewizja, mufy elektrooporowe, tuleja pierścieniowa (punkt stały), tuleja kołnierzowa, złączki adaptacyjne,
- kompensatory,
- czyszczaki,
- zawiesia i uchwyty.



Rys. 2.3. Standardowe elementy instalacji odprowadzającej

Przewody zbiorcze poziome, rury spustowe pionowe i kształtki wykonane mogą być z żeliwa, stali nierdzewnej, tworzyw sztucznych (tworzywa termoplastyczne i duroplasty).

Nie zaleca się wykonywania ww. elementów z nieplastifikowanego poli(chlorku) winylu (PVC-U).

Elementy instalacji odprowadzającej z tworzyw termoplastycznych łączy się za pomocą:

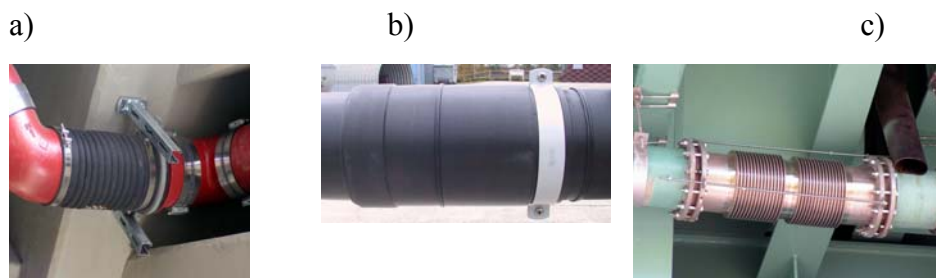
- połączeń kielichowych z zamontowaną uszczelką elastomerową,
- zgrzewania, spawania odcinków rur,
- muf termoplastycznych.

Elementy instalacji odprowadzającej z żeliwa, stali i duroplastów łączy się za pomocą:

- specjalnych stalowych obejm wyposażonych w gumowe uszczelnienia jedno- lub dwuwargowe,
- łączników zaciskowych.

Kompensację wydłużeń instalacji odprowadzającej uzyskuje się przez (rys. 2.4):

- kompensatory elastomerowo-spiralne,
- kielichy kompensacyjne,
- zawieszania sprężynowe.



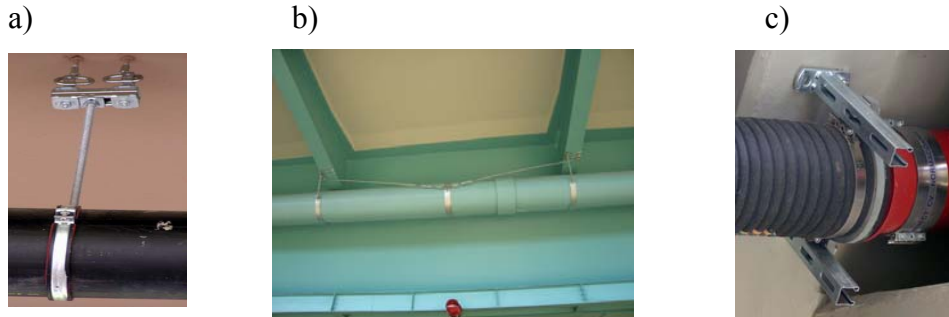
Rys. 2.4. Rodzaje kompensatorów: a) elastomerowo-spiralny, b) kielich kompensacyjny, c) sprężynowy

W ciągu instalacji odprowadzającej rozmieszcza się czyszczaki służące do celów konserwacyjnych i kontrolnych. Czyszczaki powinny być instalowane w miejscach za podłączeniem wpustów, przy załamaniu trasy przewodu, a także w najniższym jego punkcie, w celu umożliwienia wprowadzenia przewodu do płukania pod ciśnieniem.

### ***Systemy zawiesi***

Przewody odprowadzające (przewody zbiorcze, rury spustowe) są zawieszane lub ułożone na specjalnych wspornikach przymocowanych do konstrukcji obiektu.

Elementy mocujące (rys. 2.5) m.in.: uchwyty stalowe, konsole z płytą mocującą, szyny profilowe, rury montażowe, odciągi uchwytów, w zależności od stopnia agresywności środowiska, powinny być wykonane ze stali o podwyższonej odporności na korozję, tj. niskostopowych, ze stali trudnordzewiejącej i zabezpieczonej antykorozyjnie lub ze stali nierdzewnej.



Rys. 2.5. Rodzaje zawiesi: a) podwieszenie punktu stałego, b) podwieszenie kompensatora, c) podwieszenie przewodów zbiorczych

### **2.2.7. Ścieki skarpowe**

Ścieki skarpowe usytuowane są na skarpie nasypu za przyczółkami prostopadle do osi drogi bądź wzdłuż ścian bocznych, w zależności od miejsca usytuowania odbiornika.

Ścieki skarpowe wykonane mogą być z betonu, polimerobetonu, kamienia.

### **2.2.8. Urządzenia odbiorcze**

Odbiornikami wód opadowych i technologicznych mogą być:

- przyległy teren,
- rowy przydrożne,
- kanalizacja deszczowa (drogowa),
- wody stojące lub płynące,
- odstojniki i zbiorniki odparowujące.

### 3. Dobór materiałów

Przy doborze materiałów i wyrobów elementów systemu odwodnień obiektów mostowych zaleca się przyjmowanie następujących kryteriów doboru:

- trwałość materiałów i wyrobów,
- dostępność materiałów i wyrobów,
- łatwość montażu,
- sposób połączenia,
- systemowe rozwiązania,
- dostępność na rynku,
- estetyka wyrobu,
- podatność na kradzież.

Wszystkie właściwości materiałowe oraz fizyko-mechaniczne wyrobów powinny być zgodne z wymaganiami deklarowanymi przez producenta a zawartymi w PN-EN i Aprobatach Technicznych.

#### 3.1. Zastosowanie wyrobów z żeliwa

##### 3.1.1. Podstawowe właściwości materiałowe

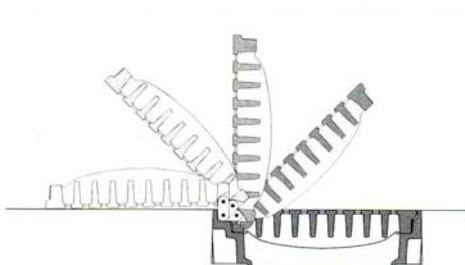
Podstawowe właściwości materiałowe żeliwa szarego przedstawiono w tablicy 3.1.

Tablica 3.1 Podstawowe właściwości żeliwa szarego

Lp.	Właściwość	Jednostka	Wymagana wartość	Metoda badania
1	Wytrzymałość na rozciąganie	[MPa]	$\geq 200$	PN-EN 877:2004
2	Wytrzymałość na zgniatanie	[MPa]	$\geq 350$	PN-EN 877:2004
3	Twardość wg Brinella	HB	$< 260$	PN-EN 877:2004
4	Współczynnik sprężystości E	GPa	$\geq 110$	PN-EN 877:2004
5	Gęstość	[kg/dm <sup>3</sup> ]	7,2	PN-EN 877:2004

##### 3.1.2. Podstawowe wymagania dotyczące wpustów

Rusztzy wpustów powinny być wykonane z żeliwa sferoidalnego (GGG), a ramy i części poniżej nawierzchni z żeliwa szarego (GG). Zaleca się stosowanie rusztów z zawiasami, które nie mogą być otwierane przez osoby postronne (rys. 3.1). Pokrywanie elementów żeliwnych rusztów powłokami ochronnymi ze względów antykorozyjnych nie jest wymagane.



Rys. 3.1. Schemat rusztu z zawiasami

Zaleca się stosowanie wpustów wykonanych z żeliwa ze względu na następujące kryteria:

- trwałość w warunkach podwyższonej agresywności środowiska,
- dostępność w różnych klasach nośności według PN-EN 124:2000 (klasa B 125 do F 900),
- możliwość dopasowania do istniejącej konstrukcji nawierzchni,
- dostępność na rynku.

Podstawowe parametry fizyczne i mechaniczne dla wpustów mostowych wykonanych z żeliwa przedstawiono w tabelicy 3.2.

**Tabela 3.2 Podstawowe parametry fizyczne i mechaniczne dla żeliwnych wpustów mostowych**

Lp.	Właściwość	Jednostka	Wymagana wartość	Metoda badania
1	Trwałe odkształcenie przy obciążeniu równym 2/3 obciążenia badawczego, gdy krata zabezpieczona jest w korpusie za pomocą: - mechanizmu zamykającego - wystarczającej masy jednostkowej	mm	$1/300 \times CO^{1)2)}$ $\leq 1/500 \times CO^{1)3)}$	PN-EN 124:2000
2	Stan po pełnym obciążeniu badawczym: - dla klasy C 250, - dla klasy D 400, - dla klasy E 600, - dla klasy F 900	-	Brak zmian	PN-EN 124:2000
3	Tolerancja wymiarów elementów żeliwnych - grubość korpusu - pozostałe wymiary	%	$\pm 1,0$ $\pm 3,0$	PN-EN 1559-1:2001 PN-EN 1559-3:2001
<sup>1)</sup> CO (wolny prześwit) zwieńczenia wpustu w mm <sup>2)</sup> 1 mm max., gdy CO < 300 mm <sup>3)</sup> 1 mm max., gdy CO < 500 mm				

### 3.1.3. Podstawowe wymagania dotyczące elementów instalacji odprowadzającej

Żeliwne instalacje odprowadzające powinny być wykonane z rur bezkielichowych. Do połączenia rury z rurą lub kształtką należy stosować łączniki wykonane ze stabilizowanej stali chromowej lub nierdzewnej zaopatrzone w uszczelki elastomerowe zgodnie z PN-EN 681-1:2005 [9] lub z tworzywa kauczukowego EPDM zgodnie z PN-EN 681-3:2005 [10].

Elementy instalacji odprowadzających: rury, kształtki i złącza, wykonane z żeliwa powinny charakteryzować się podstawowymi właściwościami fizycznymi i mechanicznymi przedstawionymi w tabelicy 3.3.

**Tablica 3.3 Podstawowe parametry fizyczne i mechaniczne instalacji odprowadzających z żeliwa**

Lp.	Właściwość	Jednostka	Wymagana wartość	Metoda badania
1	Wytrzymałość na rozciąganie - rury - kształtki	MPa	$\geq 200$ $\geq 150$	PN-EN 877:2004
2	Wytrzymałość na zgniatanie (rury)	MPa	$\geq 350$	PN-EN 877:2004
3	Twardość wg Brinella (rury, kształtki)	HB	$< 260$	PN-EN 877:2004
4	Wodoszczelność złącza badana w czasie $\geq 15$ minut przy: - położeniu osiowym, - odchyleniu kątowym $\geq 3^\circ$ wewnętrznym ciśnieniu hydrostatycznym (0,5 bar)	bar	bez uszkodzeń i nieszczelności podczas badania i po badaniu	PN-EN 877:2004

#### **Zabezpieczenie antykorozyjne**

Rury i kształtki bezkielichowe powinny mieć gładką powierzchnię zewnętrzną zabezpieczoną powłoką gruntującą z farby epoksydowej zawierającą fosforan cynku, grubości min. 100  $\mu\text{m}$  oraz powłoką nawierzchniową złożoną z farby dwuskładnikowej poliuretanowej, grubości 100  $\mu\text{m}$ . Wewnętrzna powierzchnia rur powinna być pokryta farbą dwuskładnikową, epoksydową o grubości min. 150  $\mu\text{m}$ .





3.2. Zabezpieczenie antykorozyjne instalacji odprowadzających wykonanych z żeliwa

### 3.2. Zastosowanie wyrobów z tworzyw termoplastycznych

#### 3.2.1. Podstawowe właściwości materiałowe

Do najczęściej stosowanych materiałów z tworzyw termoplastycznych, używanych do produkcji elementów instalacji odprowadzającej należą:

- polietylen o wysokiej gęstości (PEHD),
- polipropylen (PP),

Podstawowe parametry materiałowe tworzyw termoplastycznych zamieszczono w tabelicy 3.4 [11].

**Tabela 3.4 Podstawowe parametry materiałowe tworzyw termoplastycznych**

Lp.	Właściwości	Jednostka	Rodzaj materiału	
			PEHD	PP
1	Gęstość	kg/m <sup>3</sup>	910 - 930	915 - 965
2	Wytrzymałość na rozciąganie do pkt. płynięcia	MPa	10 - 25	25 - 33
3	Wytrzymałość na rozciąganie do pkt. zerwania	MPa	30	30 - 41
4	Moduł sprężystości E krótkotrwały długotrwały	MPa	600 - >1000	1250
			150 - >300	800
5	Wydłużenie do punktu płynięcia	%	15	15 - 20
6	Wydłużenie do punktu zerwania	%	300 - 600	800 - 1000
7	Wskaźnik płynięcia	g/10min	0,4 - 1,3	1,3 - 2,4
8	Twardość wg Shore'a	ShoreD	58 - 65	67 - 72
9	Temperatura mięknięcia	°C	116 - 131	85 - 90
10	Współczynnik przewodności cieplnej (23°C)	W/mK	0,35 - 0,45	0,23
11	Współczynnik rozszerzalności termicznej	K <sup>-1</sup>	1,3 - 2,2x10 <sup>-4</sup>	1,5 - 2,3x10 <sup>-4</sup>
12	Ciepło właściwe (23°C)	J/gK	1,9	2,0

### 3.2.2. Podstawowe wymagania dotyczące instalacji odprowadzających

Do wykonania instalacji odprowadzającej stosowanej do odwadniania obiektów mostowych nie zaleca się stosować rur, kształtek i złączy wykonanych z poli(chlorku) winylu (PVC-U).

Elementy instalacji odprowadzającej wykonane z tworzyw termoplastycznych (PEHD i PP) powinny charakteryzować się podstawowymi właściwościami fizycznymi i mechanicznymi przedstawionymi w tabelicy 3.5.

**Tablica 3.5 Podstawowe parametry fizyczne i mechaniczne instalacji odprowadzających z tworzyw termoplastycznych**

Lp.	Właściwość	Jednostka	Wymagana wartość	Metoda badania
1	Skurcz wzłużny (dla rur): - metoda badania A w cieczy: w temperaturze $(110 \pm 2)^\circ\text{C}$ i w czasie zanurzenia 30 min; - metoda badania B w powietrzu: w temperaturze $(110 \pm 2)^\circ\text{C}$ i w czasie wygrzewania zależnym od grubości ścianki (e): - 60 min dla $e = 8$ mm - 120 min dla $e > 8$ mm	-	brak rozwarstwień, pęknięć i pęcherzy	PN-EN 743:1996
2	Rzeczywisty stopień udarności (T.I.R.) dla rur w temp. $0^\circ\text{C}$ przy długości próbek 200 mm i końcówce bijaka typu d90 i masie ciężarka dla: DN < 160 mm wynoszącym 0,8 kg DN = 160 mm wynoszącym 1,0 kg DN = 200 mm wynoszącym 1,6 kg DN = 250 mm wynoszącym 2,5 kg DN $\geq$ 350 mm wynoszącym 3,2 kg Wysokość spadku ciężarka wynosi 2000 mm	%	$\leq 10$ T.I.R.	PN-EN 744:1997
3	Sztywność obwodowa badana na próbkach rur o długości 300 mm dla rur o klasie sztywności: -SN 2 -SN 4 -SN 8 -SN 14 -SN 16 -SN 32 -SN 64	$\text{kN/m}^2$	$\geq 2$ $\geq 4$ $\geq 8$ $\geq 14$ $\geq 16$ $\geq 32$ $\geq 64$	PN-EN-ISO 9969:2008



Rys. 3.3. Instalacje odprowadzające wykonane z polietylenu o wysokiej gęstości (PEHD)

### 3.3. Zastosowanie wyrobów z duroplastów

Podstawowe właściwości materiałowe duroplastów przedstawiono w tabelicy 3.6.

**Tabela 3.6 Podstawowe cechy duroplastów**

Lp.	Właściwości	Jednostka	Wartość
1	Gęstość	kg/m <sup>3</sup>	1600 - 2200
2	Wytrzymałość na rozciąganie	MPa	50 - 450
3	Maksymalne wydłużenie przy zerwaniu: - obwodowe przy rozciąganiu: początkowe długotrwałe - obwodowe przy zginaniu: początkowe długotrwałe	%	1,4 0,9 1,9 1,2
4	Moduł sprężystości E: - krótkotrwały - długotrwały	MPa	8000 - 24000 5000 - 14000
5	Współczynnik Poissona	-	0,25 - 0,40
6	Odporność na ścieranie (po 400000 cykli obciążeniowych)	mm	0,7
7	Lepkość kinematyczna dla temp.: - 0°C - 10°C	m <sup>2</sup> /s	1,79x10 <sup>-6</sup> 1,31x10 <sup>-6</sup>

8	Maksymalna temperatura robocza (żywica poliestrowa-standard): - stała - krótkotrwała	°C	45 60
9	Współczynnik przewodności cieplnej	W/mK	0,19 - 0,30
10	Współczynnik rozszerzalności termicznej: - w kierunku wzdłużnym - w kierunku obwodowym: rury bezciśnieniowe rury ciśnieniowe	K <sup>-1</sup>	0,30x10 <sup>-4</sup> 0,20x10 <sup>-4</sup> 0,15x10 <sup>-4</sup>



Rys. 3.4. Instalacje odprowadzające wykonane z duroplastów

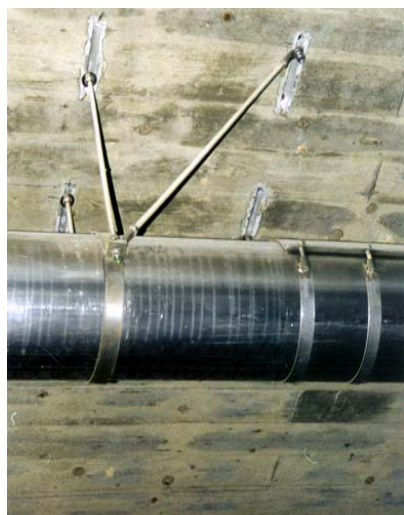
### **3.4. Zastosowanie wyrobów ze stali nierdzewnej**

Stale nierdzewne składają się z co najmniej 10,5 % chromu i maksymalnie 1,2 % węgla [21]. Popularne gatunki stali nierdzewnej używanej do systemów odwodnienia oraz ich składy chemiczne zestawiono w tablicy 3.7.

**Tablica 3.7 Skład chemiczny przykładowych rodzajów stali, najczęściej używanych do instalacji odprowadzających**

numer	% masy											
	C	Si	Mn	P max.	S	N	Cr	Cu	Mo	Nb	Ni	inne
1.4301	≤ 0,07	≤ 1,0	≤ 2,0	0,045	≤ 0,015	≤ 0,11	17,5 do 19,5	-	-	-	8,0 do 10,5	-
1.4401	≤ 0,07	≤ 1,0	≤ 2,0	0,045	≤ 0,015	≤ 0,11	16,5 do 18,5	-	2,00 do 2,50	-	10,0 do 13,0	-
1.4404	≤ 0,03	≤ 1,0	≤ 2,0	0,045	≤ 0,015	≤ 0,11	16,5 do 18,5	-	2,00 do 2,50	-	10,0 do 13,0	-
1.4571	≤ 0,08	≤ 1,0	≤ 2,0	0,045	≤ 0,015	-	16,5 do 18,5	-	2,00 do 2,50	-	10,5 do 13,5	Ti:5xC do 0,70
1.4436	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 2,0	0,045	≤ 0,015	≤ 0,11	16,5 do 18,5	-	2,50 do 3,00	-	10,5 do 13,0	-
1.4432	≤ 0,03	≤ 1,0	≤ 2,0	0,045	≤ 0,015	≤ 0,11	16,5 do 18,5	-	2,50 do 3,00	-	10,5 do 13,0	-

Ważniejsze właściwości fizyczne ww. stali znajdują się w PN-EN 10088-1:2005 (U) [21].



Rys. 3.5. Instalacje odprowadzające wykonane ze stali nierdzewnej

### 3.5. Zastosowanie wyrobów z betonu i polimerobetonu

#### 3.5.1. Podstawowe właściwości materiałowe

Beton i polimerobeton stosowany do wyrobów i elementów odwodnienia powierzchniowego powinien charakteryzować się właściwościami zawartymi w tablicy 3.8.

**Tablica 3.8 Podstawowe cechy betonu i polimerobetonu**

Lp.	Właściwości	Jednostka	Wymaganie	Metoda badania
1	Klasa wytrzymałości na ściskanie	-	$\geq C 35/45$	PN-EN 206-1:2003
2	Nasiąkliwość	%	$\leq 5$	Procedura badawcza IBDiM nr PB/TB-1/22:2005 [16]
3	Stopień mrozoodporność w wodzie	-	F 150	Procedura badawcza IBDiM nr PB/TB-1/23:2005 [17]
4	Stopień wodoszczelność	-	W 12	Procedura badawcza IBDiM nr PB/TB-1/24:2005 [18]

Beton stosowany do produkcji studni kanalizacyjnych i obudów urządzeń ochrony środowiska powinien spełniać wymagania PN-EN 1917:2004, pkt. 3.2 [13].

Beton stosowany do produkcji korytek odwadniających szczelinowych lub krawężnikowych z wyłączeniem kratek i pokryw powinien spełniać wymagania PN-EN 1433:2005, pkt. 6.2.2 [14].

Beton stosowany do produkcji ścieków skarpowych powinien spełniać wymagania PN-EN 206-1:2003 [15] i Aprobac Technicznych IBDiM.

#### 3.5.2. Podstawowe wymagania dotyczące betonu i polimerobetonu

Elementy odwodnienia powierzchniowego (płyty ściekowe) powinny spełniać wymagania wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu:

- elementy typu korytkowego  $\geq 18,1$  kN,
- pozostałe  $\geq 46,6$  kN,

oraz wymagania PN-EN 13369:2004 [8].

Studnie kanalizacyjne i obudowy urządzeń ochrony środowiska powinny spełniać wymagania PN-EN 1917:2004, pkt. 4.3 [13].

Koryta odwadniające szczelinowe lub krawężnikowe, z wyłączeniem kratek i pokryw, powinny spełniać wymagania PN-EN 1433:2005, pkt. 7.15 [14].

### **3.6. Zastosowanie geosyntetyków**

Kryteria doboru i wymagania dla geosyntetyków zostały szczegółowo opracowane i przedstawione w Zeszycie nr 6 „**Zalecenia dotyczące stosowania geosyntetyków w odwodnieniach dróg**” wchodzącym w skład serii Zaleceń projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg i obiektów inżynierskich.

### **3.7. Zastosowanie separatorów**

Kryteria doboru i wymagania dla separatorów zostały szczegółowo opracowane i przedstawione w Zeszycie nr 7 „**Zagadnienia ekologiczne odwodnienia pasa drogowego**” wchodzącym w skład serii Zaleceń projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg i obiektów inżynierskich, z zastrzeżeniem uwag zawartych w punkcie 11 niniejszych Zaleceń.

## **4. Zasady projektowania systemu odwodnienia obiektów mostowych**

System odwodnienia obiektów mostowych obejmuje:

- zebranie wód opadowych z: nawierzchni jezdni i chodników, hydroizolacji, dylatacji, płyty pomostowej, torowiska tramwajowego, przekrojów zamkniętych, korytkowych, itp.,
- sprowadzenie wód opadowych i technologicznych z obiektu mostowego do odbiornika,
- odwodnienie elementów podpór.

Poniżej przedstawiono rozwiązania ideowe zalecanych systemów odprowadzenia wód opadowych i roztopowych z obiektów mostowych (opisano w sposób syntetyczny jaki jest cel zastosowania danego systemu odwodnienia, ze zwróceniem uwagi na jego zalety lub ewentualne wady).

### **4.1. Odwodnienie ustroju nośnego mostu**

Odwodnienie ustroju nośnego obiektu mostowego realizowane jest przez odpowiednie zaprojektowanie i wykonanie:

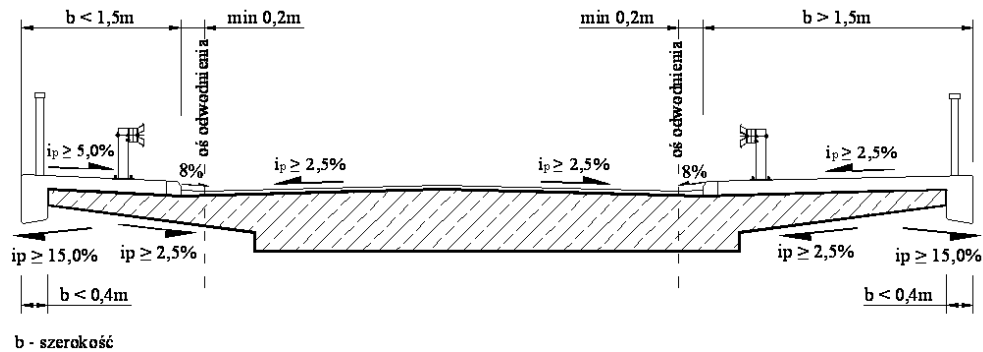
- ukształtowania płyty pomostowej,
- nawierzchni warstw jezdni i chodników,
- hydroizolacji,
- drenaży i uszczelnień styków pomiędzy elementami wyposażenia,
- rozmieszczenie wpustów mostowych,
- rozmieszczenie sączków,
- urządzeń dylatacyjnych.

#### **4.1.1. Wymagania w zakresie kształtowania przęseł**

Pochylenia podłużne i poprzeczne płyty pomostowej powinny być realizowane przez odpowiednie zaprojektowanie niwelety drogi oraz przekroju poprzecznego płyty pomostowej. Zaleca się aby pochylenia na płycie pomostowej wynosiły co najmniej:

- pochylenia podłużne (z wyjątkiem wierzchołka łuku pionowego) - 0,6%;
- pochylenia poprzeczne (rys. 4.1, 4.2):
  - na jezdni oraz na chodnikach o szerokości większej od 1,5 m - 2,5%
  - na chodnikach o szerokości mniejszej od 1,5 m - 5 %
  - na elementach konstrukcyjnych o szerokości mniejszej od 40 cm (np.: belki podporęczowe, nisze podłożyskowe, itp.) - 15 %
  - na przeciwspadkach nawierzchni przy krawężnikach - 8 %



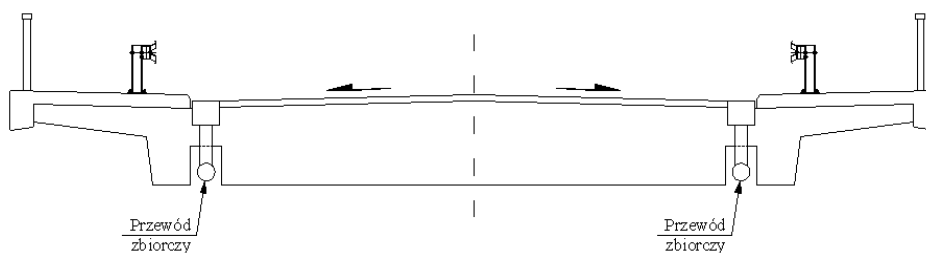


Rys. 4.1. Kształtowanie przekroju poprzecznego mostu z przeciwnospadkami

Dla mostów o długości mniejszej od 30 m można nie stosować przeciwnospadków, zapewniając jednostronne lub dwustronne pochylenia poprzeczne na całej szerokości pomostu oraz właściwe pochylenie podłużne niwelety. W tym przypadku zaleca się stosowanie nawierzchni z asfaltów twardolanych. Dla mostów o rozpiętości powyżej 30 m oś odwodnienia podłużnego należy umieścić w odległości minimum 0,2 m od linii lica krawężnika, albo zastosować wpusty krawężnikowe (wtedy oś odwodnienia znajduje się w licu krawężnika).

Kształtując przeszła w przekroju poprzecznym należy zadbać, aby przewody zbiorcze nie były widoczne w elewacji. Można to uzyskać projektując:

- gzymsy maskujące,
- wnęki w przeszłach płytowych (rys. 4.2),
- przewody zbiorcze wewnątrz przekrojów skrzynekowych lub pomiędzy dźwigarami skrajnymi.



Rys. 4.2. Wnęki na przewody zbiorcze w przeszle płytowym [49]

Kształtując przeszła w przekroju poprzecznym należy zadbać także, aby przewodów zbiorczych nie prowadzić poniżej dolnej krawędzi elementów

konstrukcyjnych (aby nie zwiększać wysokości konstrukcyjnej przęsła oraz ze względu na możliwość uszkodzenia).

Przestrzenie zamknięte (przekroje skrzynkowe i drążone) wymagają również nadania pochyleń podłużnych i poprzecznych, które umożliwiają odprowadzenie wody.

#### **4.1.2. Kształtowanie odwodnienia nawierzchni jezdni i chodników**

W celu właściwego odprowadzenia wód opadowych i technologicznych z jezdni i chodników, powinny być zachowane pochYLENIA poprzeczne i podłużne, podane w punkcie 4.1.1.

W przypadku pochyleń podłużnych jezdni  $i_n \geq 0,6\%$  ścieki przykrawężnikowe powinny mieć szerokość nie mniejszą niż 0,15 m i być zagłębione poniżej poziomu nawierzchni od 0,01 do 0,02 m.

W przypadku pochyleń podłużnych  $i_n < 0,6\%$  należy przewidzieć przy krawężnikach ścieki podłużne uformowane poniżej poziomu nawierzchni jezdni z pochYLENIEM łamanym, o długości odcinków nie większym niż 3,0 m i o pochYLENIU podłużnym nie mniejszym niż 1,0%. Ścieki podłużne powinny mieć szerokość nie mniejszą niż 0,15 m i być zagłębione poniżej poziomu nawierzchni od 0,01 do 0,05 m.

Wody opadowe i technologiczne z powierzchni nawierzchni jezdni i chodników na obiekcie mostowym nie powinny spływać na drogi dojazdowe i odwrotnie. W tym celu należy wody spływające ująć do wpustów mostowych umieszczonych w odległości nie większej niż 2 m od końca płyty pomostu albo do wpustów drogowych umieszczonych w obrębie skrzydeł przyczółka i odprowadzić do odbiornika.

Nawierzchnia jezdni i chodników drogowych obiektów mostowych powinna być szczelna.

#### **4.1.3. Hydroizolacje obiektów mostowych**

Hydroizolacje na pomostach mogą być projektowane z materiałów bitumicznych lub tworzyw sztucznych albo kombinacji materiałów bitumicznych i tworzyw sztucznych.

Hydroizolacje powinny mieć następujące cechy:

- a) być nieprzepuszczalne dla wody, pary wodnej i gazów oraz odporne na działanie substancji chemicznych związanych z eksploatacją i utrzymaniem dróg i ułożone na odpowiednio przygotowanym wcześniej podłożu,
- b) mieć grubość nie mniejszą niż 5 mm przy hydroizolacjach arkuszowych oraz nie mniejszą niż 2 mm przy hydroizolacjach powłokowych,

- c) mieć gładką powierzchnię ułatwiającą spływ wody,
- d) zawierać całkowicie wtopioną w lepiszcze hydroizolacji osnowę wzmacniającą jeżeli takie wzmocnienie jest przewidziane,
- e) przenosić różnice temperatur nawierzchni i pomostu,
- f) mieć elastyczność w przedziale temperatur (-30 ÷ +60°C) i nie ulegać deformacjom,
- g) mieć dobrą przyczepność do podłoża oraz gwarantować dobre połączenie z warstwą ochronną lub z nawierzchnią,
- h) zapewniać stabilność nawierzchni i przenoszenie obciążeń z nawierzchni na pomost,
- i) być odporną w trakcie układania warstw ochronnych lub warstw wiążących nawierzchni na uszkodzenia mechaniczne i temperaturę:
  - dla mieszanek bitumicznych zagęszczanych mechanicznie (wałowanych), nie mniejszą niż 180°C,
  - dla asfaltów twardolanych, nie mniejszą niż 250°C.

***Wymagania w stosunku do podłoża betonowego [54]***

Hydroizolację układa się na wytrzymałym mechanicznie, suchym, czystym i gładkim podłożu betonowym po co najmniej 14 dniach od jego ułożenia, gdy dojrzewanie betonu następowało w temperaturze co najmniej 15°C.

Podłoże betonowe pod hydroizolacją powinno charakteryzować się następującymi parametrami:

- a) wytrzymałość na ściskanie dla nowych konstrukcji – wytrzymałość gwarantowana wynikająca z przyjętej klasy wytrzymałości betonu, min C 40/50 [15],
- b) wytrzymałość na ściskanie dla konstrukcji istniejących powinna wynosić minimum 25 MPa,
- c) wytrzymałość na odrywanie, średnio nie mniej niż 1,5 MPa, przy minimalnej wartości powyżej 1,0 MPa,
- d) podłoże suche – przy pomiarze wilgotnościomierzem elektronicznym wilgotność betonu powinna wynosić poniżej 4,0 %,
- e) podłoże czyste – powierzchnia betonu powinna być wolna od luźnych frakcji, pyłów, plam oleju, smarów i innych zanieczyszczeń (ocena wizualna),
- f) podłoże równe – powierzchnia betonu o stałym pochyleniu, która przy pomiarze łata na długości do 4,0 m nie wykazuje zagłębień:
  - większych niż 10 mm przy stałym pochyleniu większym niż 1,5 %,
  - większych niż 5 mm przy stałym pochyleniu mniejszym niż 1,5 %,
- g) podłoże gładkie – powierzchnia betonu bez lokalnych nierówności:
  - w przypadku wybrzuszeń mniejszych niż 3,0 mm,

- w przypadku zagłębień mniejszych niż 2,0 mm.

**Wymagania w stosunku do podłoża stalowego [55, 36]**

Hydroizolację układa się na podłożu suchym, czystym i gładkim. Podłoże stalowe pod hydroizolacją powinno charakteryzować się następującymi parametrami:

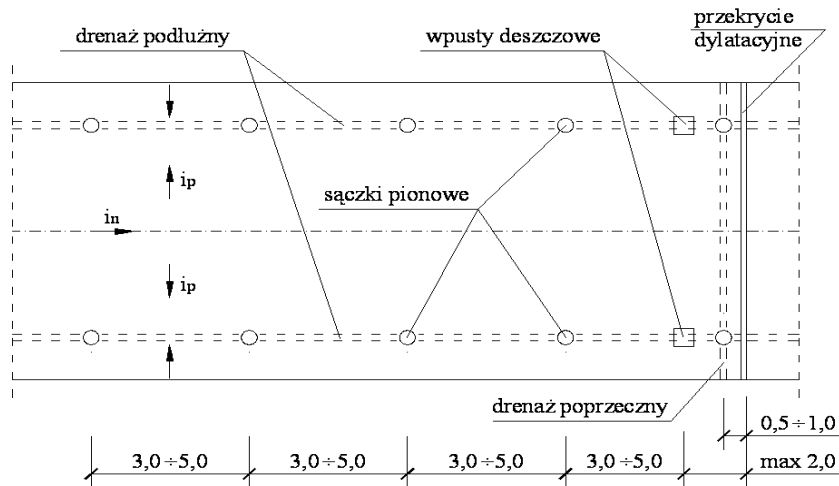
- podłoże czyste – podłoże stalowe oczyszczone do stopnia czystości SA 2 ½ w przypadku gruntowania podłoża farbami antykorozyjnymi lub do SA 3 w przypadku zastosowania powłoki metalizacyjnej,
- wygląd powierzchni – podłoże stalowe powinno odpowiadać wymogom P2 (dla dużej agresywności środowiska), przy wymianie hydroizolacji dopuszcza się stosowanie wymagań P1 (dla małej agresywności środowiska).

Hydroizolacja pomostu przy wpustach powinna być, w celu ułatwienia spływu wody, wprowadzona na kołnierze dolnych elementów wpustów, umieszczonych poniżej poziomu wierzchu płyty pomostu. Warstwa ochronna wokół wpustów powinna być zastąpiona warstwą filtracyjną o szerokości nie mniejszej niż 10 cm, wykonaną z grysów jednofrakcyjnych (8/16) mm, sklejonych polifuzyjnie (sklejanie ziaren kruszywa bez wypełnienia pustek między nimi) kompozycją z żywicy.

Do odprowadzenia wody z poziomu hydroizolacji projektuje się drenaż, który może być wykonany w postaci:

- koryta uformowanego w warstwie ochronnej lub w warstwie wiążącej nawierzchni z asfaltu lanego, o szerokości nie mniejszej niż 15 cm, wypełnionego grysem jednofrakcyjnym 8/16 mm ze skał magmowych, otoczonego kompozycją z żywicy epoksydowej; w celu poprawienia skuteczności odprowadzania wody pod grysem może być dodatkowo ułożony pasek z geowłókniny filtracyjnej lub dren prefabrykowany,
- paska z geowłókniny filtracyjnej złożonej i przesytej z 2-3 warstw o szerokości nie mniejszej niż 3 cm, ułożonej na warstwie hydroizolacji i obłożonej warstwą filtracyjną z grysu bazaltowego jednofrakcyjnego 4/6 mm otoczonego kompozycją z żywicy. Szerokość warstwy filtracyjnej nie może być mniejsza niż 10 cm, a grubość mniejsza niż 25 mm. Drenaż taki może być przykryty warstwą nawierzchni bitumicznej. W przypadku przewidzianego kontaktu warstwy filtracyjnej z geowłókniny z betonem cementowym, należy warstwy filtracyjne zabezpieczyć przed zamuleniem. Zabezpieczenie takie może być zaprojektowane z:
  - geowłókniny filtracyjnej,
  - zaprawy cementowo-piaskowej,
  - odpowiedniej konsystencji betonu, tj. co najmniej twardoplastycznej.

Drenaż projektuje się w osi odwodnienia, w której instaluje się też wpusty i sączki. Rozstaw sączków projektuje się w odstępie 3÷5 m. [1].



Rys. 4.3. Płyta pomostu z elementami odwodnienia ( $i_n$  – pochylenie podłużne;  $i_p$  – pochylenie poprzeczne)

Rurę odpływową skrajnego sączka należy ukształtować tak, aby woda odprowadzana była poza obręb ławy podłożyskowej podpory.

#### 4.1.4. Projektowanie nowej hydroizolacji na obiektach istniejących

W mostach istniejących zaleca się zaprojektowanie nowej hydroizolacji zgodnie z poniższymi zasadami:

- usunięcie starej hydroizolacji,
- usunięcie górnej warstwy skorodowanego betonu płyty pomostowej,
- reprofilacja górnej powierzchni płyty pomostowej środkami PCC (zaprawy niskoskurczowe) lub wykonanie warstwy nadbetonu o grubości 8 – 10 cm,
- gruntowanie odnowionej powierzchni płyty pomostowej materiałami gruntującymi,
- ułożenie hydroizolacji z wykonaniem elementów odwodnienia (sączki i drenaże).

#### 4.1.5. Odwodnienie urządzeń dylatacyjnych

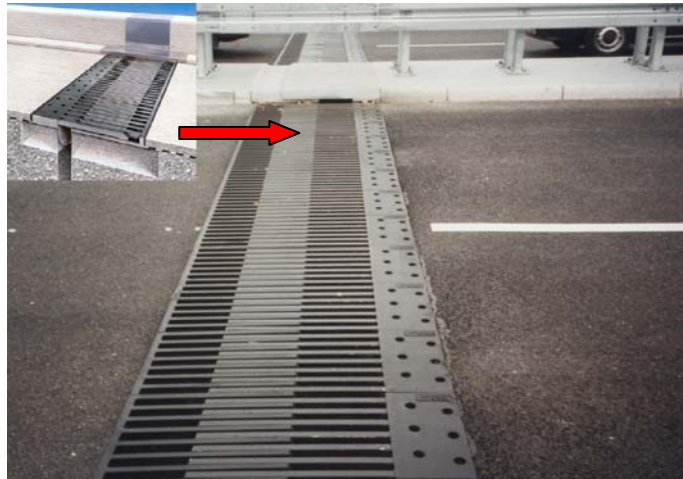
Przerwy dylatacyjne dla przemieszczeń większych niż 25 mm należy zabezpieczać urządzeniami dylatacyjnymi zamocowanymi w konstrukcji mostu. Przerwy dylatacyjne o przesuwach nie przekraczających 25 mm, mogą być zabezpieczone przekryciami bitumicznymi, natomiast przerwy dylatacyjne

o przesuwach do 5 mm mogą być zabezpieczone poprzez uciążenie nawierzchni [45].

Dla odwodnienia strefy połączenia hydroizolacji z urządzeniem dylatacyjnym należy zaprojektować drenaż równoległy do szczeliny dylatacyjnej od strony wody napływającej. Drenaż taki należy doprowadzić do najbliższego wpustu lub sączka zlokalizowanego w najniższych punktach na płycie pomostowej [45].

Urządzenia dylatacyjne typu otwartego wymagają stosowania rynien i rur spustowych do odprowadzenia wody wpływającej do tego urządzenia (rys. 4.4).

Przykład rynny  
odwadniającej  
szczelinę dylatacyjną.



Rys. 4.4. Rynna odwadniająca szczelinę dylatacyjną

Rynnę taką należy wykonać z materiałów trwałych (np. blachy cynkowej, miedzianej) a przekrój jej dobrać tak, aby umożliwił całkowite odprowadzenie zebranej wody. Zaleca się, aby spadek podłużny rynny wynosił 15%; wyjątkowo dopuszcza się spadek 5%. Należy przewidzieć dostęp do takiej rynny w celu umożliwienia jej utrzymania.

#### **4.1.6. Rozmieszczenie wpustów mostowych**

Wpusty mostowe powinny być projektowane poza jezdnią (przy krawężnikach w odległości nie mniejszej niż 0,2 m od jego lica). Dopuszcza się projektowanie wpustów w obrębie pasów awaryjnych, utwardzonych poboczy lub opasek. Wpusty mostowe powinny być obniżone w stosunku do poziomu nawierzchni od 0,01 do 0,02 m. Nawierzchnia wokół wpustu mostowego powinna być tak ukształtowana, aby umożliwić łagodne przejście z poziomu nawierzchni

do poziomu wpustu. Zaleca się aby odcinek przejściowy wokół wpustu wynosił nie mniej niż 10 cm [45].

Przy projektowaniu odwodnienia obiektów mostowych, przyjmuje się do obliczeń, że na jeden wpust mostowy nie powinno przypadać więcej niż 400 m<sup>2</sup> odwadnianej powierzchni z uwzględnieniem wartości pochyleń poprzecznych i podłużnych nawierzchni mostu.

W projekcie należy przewidzieć, aby wpusty mostowe były wykonane łącznie z całą konstrukcją płyty pomostowej. Wykonanie wpustów w późniejszym czasie dopuszcza się jedynie w trakcie modernizacji lub remontu mostu.

Odstępy między wpustami w zależności od spadku podłużnego niwelety drogi w obrębie obiektów mostowych zaleca się aby były zgodne z tablicą 4.1.

**Tablica 4.1 Odstępy między wpustami w zależności od spadku podłużnego niwelety drogi w obrębie obiektu mostowego**

Pochylenie podłużne niwelety mostu $i_n$ [%]	Odstęp między wpustami $L$ [m]
< 0,6	< 10
0,6 ÷ 1,0	10 ÷ 15
1,0 ÷ 2,0	15 ÷ 20
> 2,0	≤ 25

Na obiekcie mostowym o dużym pochyleniu podłużnym (ponad 2%), jako maksymalny odstęp między wpustami przyjmuje się 25 m. Przy zaokrągleniach niwelety zarówno wklęsłych jak i wypukłych należy, dla prawidłowego odprowadzenia wód opadowych, przyjąć minimalny odstęp między wpustami 10 m. Droga spływu wody opadowej do wpustu nie powinna być większa niż 30 m.

Woda spływająca z obiektu mostowego na drogę powinna być ujęta i skierowana do ścieku skarpowego (lub wpustu drogowego) usytuowanego w odległości około 2 m poza krawędzią skrzydeł przyczółka.

Powierzchnia czynna wpustu, tj. suma powierzchni otworów rusztu przejmujących spływającą wodę nie powinna być mniejsza niż 500 cm<sup>2</sup> [1]. Dla ruchu pieszego prześwit prętów rusztu wpustu nie powinien być większy niż 20 mm, dla ruchu kołowego nie większy niż 36 mm.

#### 4.1.7. Rozmieszczenie sączków mostowych

Sączki projektuje się w odstępnie od 3 do 5 m w osi odwodnienia oraz w najniższych punktach, pod drenami poprzecznymi (rys. 4.3).

#### 4.1.8. Odwodnienie obiektów bez przeciwspadków

W przypadku braku przeciwspadków nie zaleca się projektowania drenaży podłużnych. Należy na warstwie hydroizolacji zaprojektować warstwę ochronną z asfaltu twardolanego ograniczoną obustronnymi konstrukcjami kap chodnikowych.

### 4.2. Instalacje odprowadzające

#### 4.2.1. Wymiarowanie

Przy projektowaniu instalacji odprowadzającej jako parametry deszczu obliczeniowego należy przyjmować co najmniej:

- natężenie  $q_{15} = 115 \text{ dm}^3/(\text{s}\cdot\text{ha})$ ,
- czas trwania  $t_d = 15 \text{ min}$ .

Jeżeli znane jest natężenie deszczu uzyskane na podstawie obserwacji meteorologicznych lub innych aktualnych opracowań, to do obliczeń należy przyjąć wielkości pomierzone. Prędkość przepływu w przewodzie zbiorczym powinna być tak dobrana, aby dla deszczu o natężeniu  $q_{15}$  mieściła się w przedziale od 1 m/s do 3 m/s. Jednocześnie dla deszczu o natężeniu  $q_{min} = 15 \text{ dm}^3/(\text{s}\cdot\text{ha})$  oraz czasie trwania  $t_d = 15 \text{ min}$ , prędkość przepływu nie powinna być mniejsza niż 0,5 m/s. Pozwala to na ochronę przewodu przed zamulaniem przez wytrącanie się osadów na jego dnie i jednocześnie przyczynia się do obniżenia kosztów utrzymania [1].

#### 4.2.2. Wytyczne projektowania

Przewody zbiorcze powinny być projektowane z rur o średnicy nie mniejszej niż DN 200 mm. Dopuszcza się średnicę rur DN 150 mm w przypadku podłączenia do przewodu zbiorczego nie więcej niż trzech wpustów i gdy jego długość jest nie większa niż 40 m.

Przewody zbiorcze powinny mieć pochylenie nie mniejsze niż 2%. Dopuszcza się pochylenie nie mniejsze niż 1% pod warunkiem zwiększenia średnicy rury wynikającej z obliczeń hydraulicznych. Przewody zbiorcze przechodzące przez poprzecznice powinny być osłonięte dodatkowymi rurami o większych średnicach.

Czyszczeniaki należy umieszczać na przewodach zbiorczych po każdym podłączeniu przewodu odprowadzającego wodę z wpustów mostowych oraz na każdej zmianie kierunku przewodu i w najniższym jego punkcie.



Przewody zbiorcze powinny mieć elastyczne połączenie (kompensatory) w miejscach przerw dylatacyjnych konstrukcji obiektu mostowego oraz przy podłączeniu do rur spustowych.

W zamkniętych przekrojach konstrukcji obiektu mostowego, w których prowadzone są instalacje odprowadzające należy wykonać otwory wentylacyjne, a w najniższym punkcie/punktach otwory odwadniające, odprowadzające wodę. W uzasadnionych przypadkach należy stosować wentylację wymuszoną.

Zmiany kierunku instalacji odprowadzających w pionie i w poziomie wykonuje się stosując kolanka o kącie zwrotu (rozwarcia) nie większym niż  $45^\circ$ . Dla większych kątów zwrotu dopuszcza się stosowanie pojedynczego elementu pod warunkiem, że jego długość wynosi co najmniej tyle samo, jak przy zastosowaniu kilku elementów połączonych szeregowo (np.  $2 \cdot 22,5^\circ$ ) [1].

#### **4.2.3. Przyłącza wpustów mostowych**

Przewody łączące wpusty mostowe (przykanaliki) z przewodami zbiorczymi powinny mieć pochYLENIE nie mniejsze niż 5% i być wykonane z rur o średnicach dostosowanych do rur odpływowych wpustów. Średnica rury przyłączeniowej do wpustów mostowych powinna wynosić DN 150 lub DN 200 mm.

Przewody łączące wpusty mostowe z przewodami zbiorczymi powinny być:

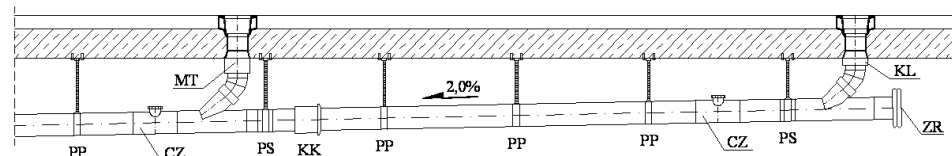
- otulone betonem o grubości nie mniejszej niż 8 cm i nie mniejszej niż 5 cm na odcinkach kielichów rur (w przypadku wbudowania w płytę pomostu),
- osłonięte rurami o większych średnicach osadzonych w dźwigarach z betonu wykonanego na budowie (w przypadku przenikania przez dźwigary),
- wprowadzone do przewodów zbiorczych od góry, za pomocą odgałęzień (trójników) odchylonych pod kątem nie większym niż  $60^\circ$ , mierzonym od osi przewodu zbiorczego.

W pobliżu połączenia wpustu mostowego z przewodem zbiorczym należy zastosować punkt stały przewodu zbiorczego.

Połączenie wpustów mostowych z przewodem zbiorczym może nastąpić przez:

- złączkę termokurczliwą (mufę),
- połączenie kielichowe,
- łączniki montażowe (np.: PE-żeliwo, PP-żeliwo, duroplasty-żeliwo).

Schematy podłączenia wpustów mostowych do przewodu zbiorczego zamieszczono na rysunku 4.5.



KL – kielich  
MT – mufa termokurczliwa  
KK – kompensator kielichowy  
ZR – zaślepka (rewizja)  
CZ – czyszczak  
PP – podpora przesuwna  
PS – punkt stały

Rys. 4.5. Schemat podłączenia wpustów mostowych do przewodu zbiorczego wykonanego z tworzyw termoplastycznych

#### 4.2.4. Przyłącza sączków mostowych

Rury odpływowe sączków powinny mieć średnicę nie mniejszej niż DN 50 mm i mogą:

- przechodzić przez płytę pomostową bezpośrednio lub przy pomocy rury ochronnej,
- być usytuowane pionowo lub odchylone od pionu pod kątem nie większym niż  $60^\circ$ ,
- być wykonane z rury giętkiej lub rury sztywnej.

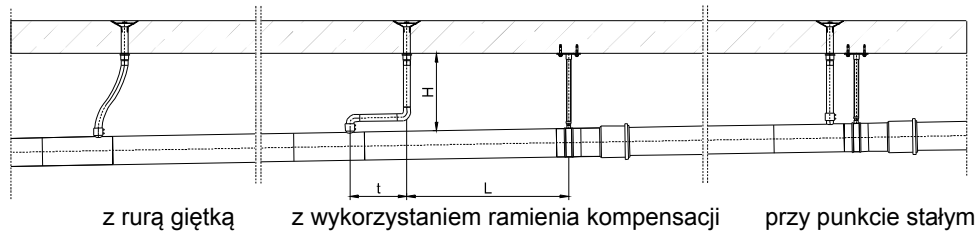
Podczas projektowania usytuowania sączków należy zwrócić uwagę na ryzyko osadzania się sopli lodu na sączkach. Należy wykluczyć możliwość spadania sopli na ciągi piesze oraz na jezdnie usytuowane pod obiektami mostowymi. W takim przypadku zaleca się przyłączać sączki bezpośrednio do przewodu zbiorczego.

Przyłączenie sączka bezpośrednio do przewodu zbiorczego następuje przez:

- zastosowanie kształtki z bezpośrednim odejściem do sączka (rys. 4.6),
- zastosowanie siodła montażowego z bezpośrednim odejściem do sączka,
- zastosowanie rury giętkiej (rys. 4.6),
- zastosowanie trójnika z odejściem DN 50,
- zastosowanie uszczelki in-situ w otworze wywierconym w przewodzie zbiorczym.

W przypadku stosowania sączków odwadniających wykonanych z rur sztywnych należy:

- podłączyć sączek do przewodu zbiorczego przy punkcie stałym (w odległości max. 0,5 m od osi punktu stałego),
- zastosować ramię kompensacji przy spełnieniu zależności L/H,
- podłączyć sączek do odpowiedniej kształtki (np. siodła montażowego) z zastosowaniem kompensatora.



Rys. 4.6. Przykładowe sposoby przyłączenia sącza do przewodu zbiorczego

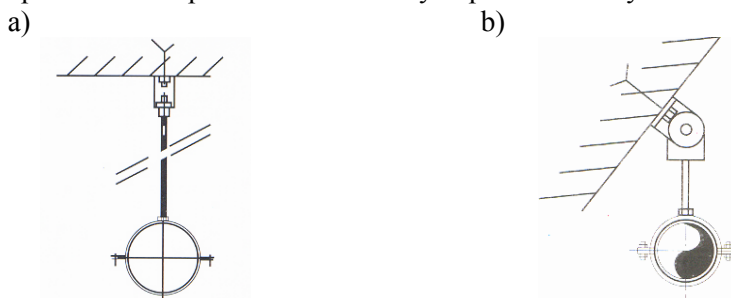
#### 4.2.5. Systemy mocowania instalacji odprowadzających

Instalacje odprowadzające podwieszane do konstrukcji obiektu mostowego, to przewody zbiorcze oraz rury spustowe.

##### *Mocowanie przewodów zbiorczych*

Przewody zbiorcze mogą być podwieszane do powierzchni poziomych oraz skośnych. W przypadku podwieszania przewodów zbiorczych do powierzchni skośnych należy zastosować łącznik lub inne rozwiązanie umożliwiające położenie wieszaka przewodu zbiorczego w pozycji pionowej.

Schemat podwieszania przewodów zbiorczych przedstawia rysunek 4.7.



Rys. 4.7. Schemat podwieszania poziomych przewodów zbiorczych a) do powierzchni poziomej; b) skośnej

##### *Punkty stałe podwieszenia dla przewodów zbiorczych*

Zaleca się aby rozmieszczenie punktów stałych dla podwieszenia przewodów zbiorczych nie przekraczało:

- 25 m dla przewodów wykonanych z duroplastów, żeliwa i stali nierdzewnej,
- 6 m dla przewodów wykonanych z tworzywa termoplastycznego.

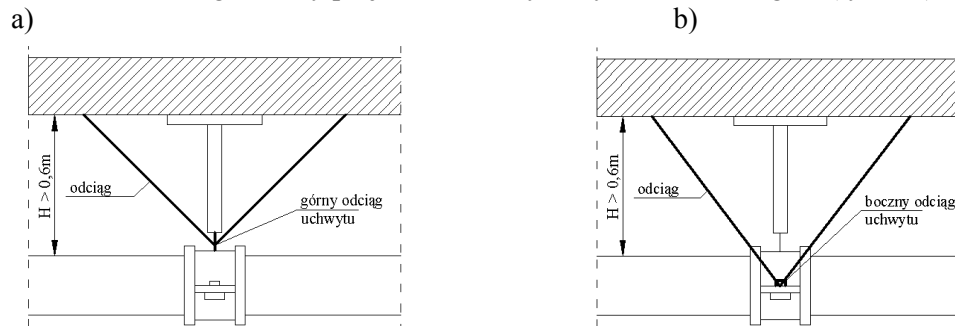
Ostateczny rozstaw punktów stałych uzależniony jest od rodzaju materiału, z którego wykonany jest przewód zbiorczy, głębokości strefy przesuwu

kompensatora oraz średnicy nominalnej przewodu zbiorczego i w każdym przypadku musi być określony przez projektanta.

Punkty stałe powinny być stosowane:

- w nieruchomych miejscach konstrukcji odwadniającej,
- przy wpustach mostowych,
- przy łącznikach kompensacyjnych lub kompensatorach,
- w miejscach zmiany kierunku przewodu zbiorczego.

Podwieszenie przewodów zbiorczych wykonanych z tworzyw termoplastycznych przy odległości przekraczającej 600 mm do spodu konstrukcji obiektu mostowego należy projektować z wykorzystaniem odciągów (rys. 4.8).



Rys. 4.8. Schemat podwieszania przewodów zbiorczych wykonanych z tworzyw termoplastycznych z wykorzystaniem odciągów: a) górnego, b) bocznego

### ***Punkty przesuwne podwieszenia dla przewodów zbiorczych***

Maksymalny rozstaw podwieszenia punktów przesuwnych uzależniony jest od rodzaju materiału, z którego wykonany jest przewód zbiorczy oraz jego średnicy nominalnej i w każdym przypadku musi być określony przez projektanta.

### ***Przewody zbiorcze wykonane z tworzyw termoplastycznych***

Maksymalny rozstaw podwieszenia punktów przesuwnych i uchwytów mocujących dla przewodów zbiorczych szeregu wymiarowego SDR lub sztywności obwodowej SN bez rynny podporowej, przedstawiono w tabelicy 4.2.

**Tablica 4.2 Maksymalny rozstaw podwieszenia punktów przesuwnych i uchwytów mocujących dla przewodów zbiorczych szeregu wymiarowego SDR lub sztywności obwodowej SN bez rynny podporowej**

Lp.	Średnica rury [mm]	Szereg wymiarowy rury SDR 21 lub SN 8		Szereg wymiarowy rury SDR 26 lub SN 4	
		L <sub>PP</sub> [m]	L <sub>PPK</sub> [m]	L <sub>PP</sub> [m]	L <sub>PPK</sub> [m]
1	160	2,2	1,0	1,6	0,8
2	200	2,7	1,5	2,0	1,0
3	250	2,7	1,5	2,0	1,0
4	315	3,0	1,5	2,0	1,0
5	400	3,0	1,5	2,0	1,0

L<sub>PP</sub> – odległość między punktami przesuwymi  
L<sub>PPK</sub> - odległość między podporami przesuwymi przy kielichu kompensacyjnym

### **Przewody zbiorcze sztywne**

Maksymalny rozstaw podwieszenia punktów przesuwnych i uchwytów mocujących dla przewodów zbiorczych sztywnych, przedstawiono w tablicy 4.3.

**Tablica 4.3 Maksymalny rozstaw podwieszenia punktów przesuwnych i uchwytów mocujących dla przewodów zbiorczych sztywnych**

Lp.	Średnica rury [mm]	Maksymalna długość rury lub maksymalny rozstaw podpór [m]			
		SN 5000 N/m <sup>2</sup>		SN 10000 N/m <sup>2</sup>	
		Dwupunktowe podparcie rury	Wielopunktowe podparcie rury	Dwupunktowe podparcie rury	Wielopunktowe podparcie rury
1	150	-	-	3,0	3,0
2	200	-	-	3,1	3,1
3	250	-	-	3,3	3,3
4	300	3,4	3,4	3,5	3,5
5	350	3,7	3,6	3,8	3,7
6	400	4,0	3,8	4,2	4,0
7	450	4,1	3,9	4,4	4,2
8	500	4,3	4,1	4,7	4,5
9	600	4,6	4,3	4,9	4,6

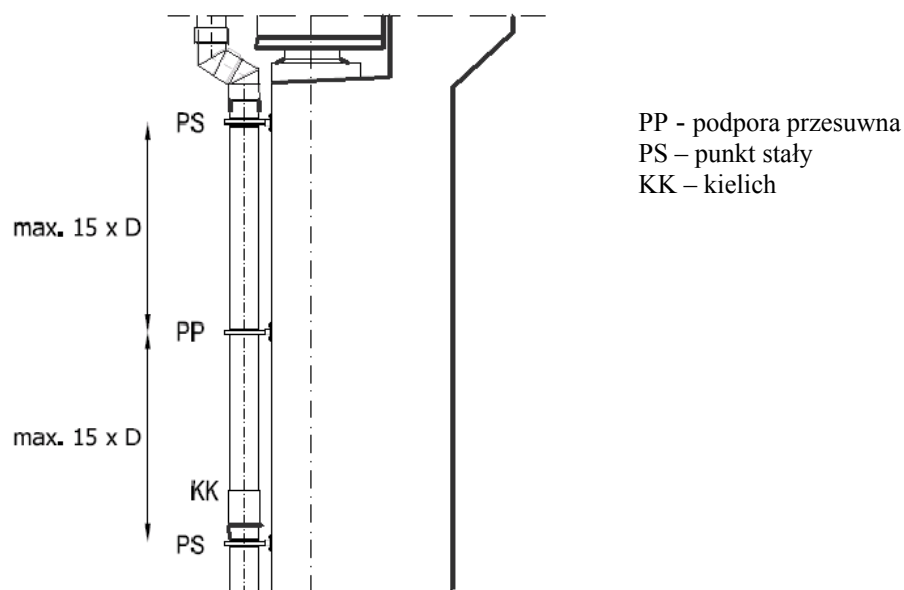
### **Mocowanie rur spustowych**

Średnica rur spustowych powinna być dopasowana do średnicy rur odpływowych wpustów lub średnicy końcowych odcinków rur przewodów zbiorczych. Rury spustowe nie powinny być wbetonowane w filary lub przyczółki.

W przypadku odprowadzenia wody do przewodów kanalizacyjnych rury spustowe powinny być wyposażone w czyszczaki umieszczone w dolnej ich części i powinny być wprowadzone do kanalizacji z zastosowaniem studzienek rewizyjnych.

Rury spustowe powinny być mocowane w punktach stałych maksymalnie co 6 m. Odległość uchwytów mocujących rur spustowych w punktach przesuwnych nie powinna przekraczać  $15 \times D$ .

Przykładowy schemat mocowania rury spustowej wykonanej z tworzyw termoplastycznych przedstawiono na rys. 4.9.



Rys. 4.9. Schemat mocowania rury spustowej wykonanej z tworzyw termoplastycznych

#### 4.2.6. Dobór kompensatorów

Głębokość strefy przesuwu kompensatorów dobierana jest w zależności od rozszerzalności liniowej materiałów, z których są wykonane. Zmiana długości przewodu zbiorczego określana jest według poniższego wzoru:

$$\Delta L = L \cdot \Delta T \cdot \alpha \quad (5.1)$$

gdzie:

$\Delta L$  – zmiana długości przewodu zbiorczego w mm,

$L$  – długość przewodu zbiorczego w m,

$\Delta T$  – różnica temperatur występująca przy pracy przewodu zbiorczego (należy założyć  $100^\circ\text{C}$  – od  $-25^\circ\text{C}$  do  $+75^\circ\text{C}$ )

$\alpha$  – współczynnik rozszerzalności liniowej materiału rurociągu w  $\text{mm/m} \times \text{K}$ ,

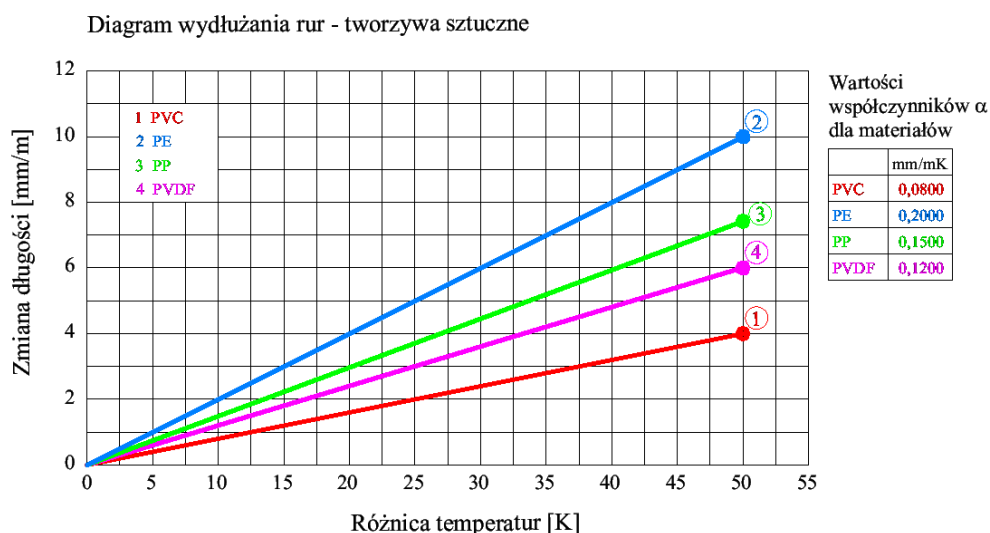
Przykładowy dobór kompensatora wykonanego z polipropylenu (PP)

- długość przewodu zbiorczego  $L = 6,0$  m,
- współczynnik rozszerzalności liniowej dla PP  $\alpha = 0,15$  mm/m · K,
- różnica temperatur  $\Delta T = 100$  °C

$$\Delta L = 6 \text{ m} \cdot 100 \text{ °C} \cdot 0,15 \text{ mm/m} \cdot K = 90 \text{ mm}$$

W powyższym przypadku przewód zbiorczy należy wyposażyć w kompensatory zapewniające zmianę długości min. 90 mm.

Dla przewodów zbiorczych wykonanych z tworzyw sztucznych zmianę długości przewodu zbiorczego  $\Delta L$  możemy odczytać z wykresu przedstawionego na rysunku 4.10.



Rys. 4.10. Wykres zależności zmiany długości przewodu zbiorczego od różnicy temperatur dla tworzyw sztucznych [40]

Wartości współczynnika rozszerzalności liniowej [ $\alpha$ ] podane na rys. 4.10 są wartościami uśrednionymi. Zaleca się przyjmować różnicę temperatur w zakresie od  $-25$  °C do  $+45$  °C.

### 4.3. Odwodnienie nawierzchni szczelnych

W przypadku pomostów stalowych z płytą ortotropową należy dążyć do stosowania nawierzchni szczelnych z asfaltów twardolanych bez stosowania drenów i sączków. W takim przypadku pochylenie podłużne niwelety na obiekcie mostowym o nawierzchni szczelnej nie powinno być mniejsze niż 1,0 %, a zalecane pochylenie poprzeczne powinno wynosić nie mniej niż 2,5%.

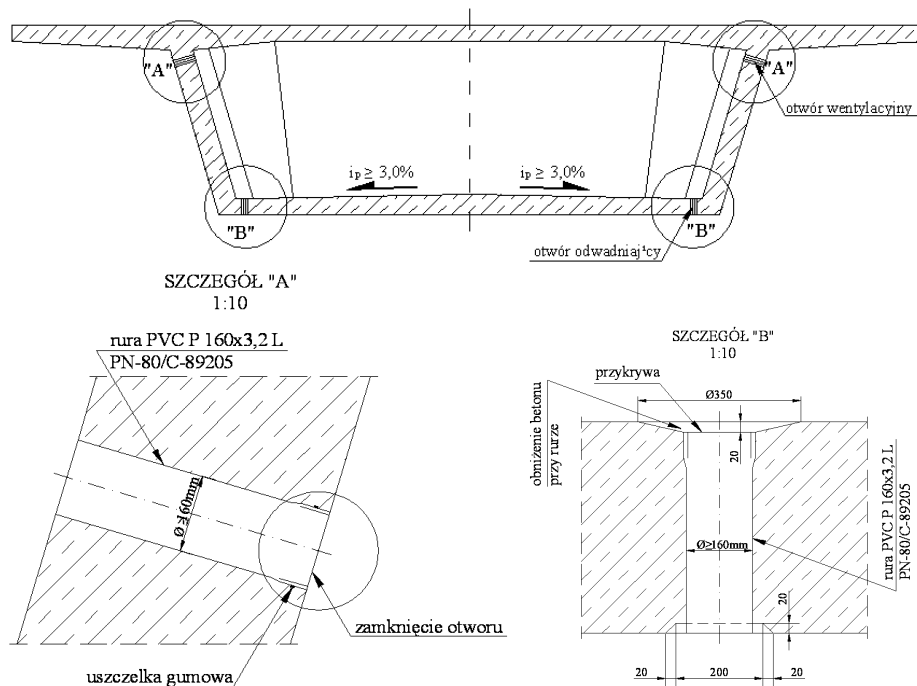
#### 4.4. Odwodnienie przekrojów skrzynkowych zamkniętych

Dolna powierzchnia zamkniętych przekrojów skrzynkowych obiektów mostowych powinna być kształtowana w dwustronnym pochyleniu poprzecznym  $i_p \geq 3,0\%$ . W przypadku przekrojów skrzynkowych o szerokości do 5,0 m dopuszcza się jednostronne pochylenie poprzeczne  $i_p \geq 2,0\%$ .

W najniższych punktach dolnych powierzchni zamkniętych przekrojów skrzynkowych należy stosować otwory odprowadzające zbierającą się wodę. Otwory te powinny być o średnicy wewnętrznej min. 160 mm zabezpieczone osłonami ażurowymi wykonanymi ze stali nierdzewnej lub tworzywa sztucznego (rys. 4.11).

W dolnej części otworów odwadniających należy zaprojektować kapinos (rys. 4.11, szczegół „B”).

W górnych punktach zamkniętych przekrojów skrzynkowych należy stosować otwory wentylacyjne o średnicy wewnętrznej min. 160 mm z osłonami ażurowymi wykonanymi ze stali nierdzewnej lub tworzywa sztucznego z jednostronnym pochyleniem min. 10% (rys. 4.11, szczegół „A”).



Rys. 4.11. Odwodnienie powierzchni zamkniętych przekrojów skrzynkowych  
Szczegół „A” – otwór wentylacyjny; szczegół „B” – otwór odwadniający



W przypadku mostów skrzynkowych wykonanych ze stali należy kształtować dolną powierzchnię przekroju w dwustronnym pochyleniu poprzecznym  $i_p \geq 3,0\%$  oraz zaprojektować w uźebrowaniu dolnym otwory umożliwiające skierowanie skroplonej pary wodnej do otworów odwodniających przekrój zamknięty.

#### **4.5. Osuszenie przez wentylację wymuszoną**

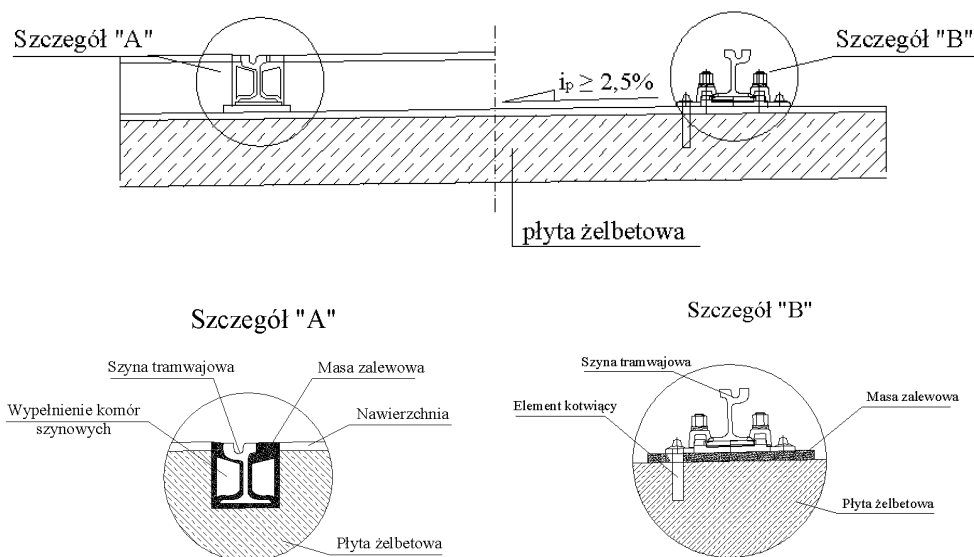
W celu uniemożliwienia skraplania się pary wodnej w przekrojach zamkniętych oraz braku możliwości zaprojektowania pochyleń powierzchni dolnych, zaleca się zaprojektowanie wentylacji wymuszonej.

#### **4.6. Odwodnienie torowisk tramwajowych**

Odwodnienie torowisk tramwajowych wbudowanych w jezdnię na obiektach mostowych realizowane jest poprzez ukształtowanie torowiska tramwajowego w spadkach, które wynikają z przebiegu niwelety drogi na obiekcie mostowym.

Zaleca się aby pochylenia poprzeczne i podłużne były nie mniejsze niż podane w punkcie 4.1.1.

Zalewowa masa wypełniająca powinna być trwale elastyczna i nieprzepuszczająca wodę. Konstrukcja torowiska powinna zawierać warstwę nieprzepuszczającą wody opadowe i technologiczne. Przykładowy sposób kształtowania torowiska tramwajowego wraz z jego konstrukcją przedstawiono na rys. 4.12 [53].



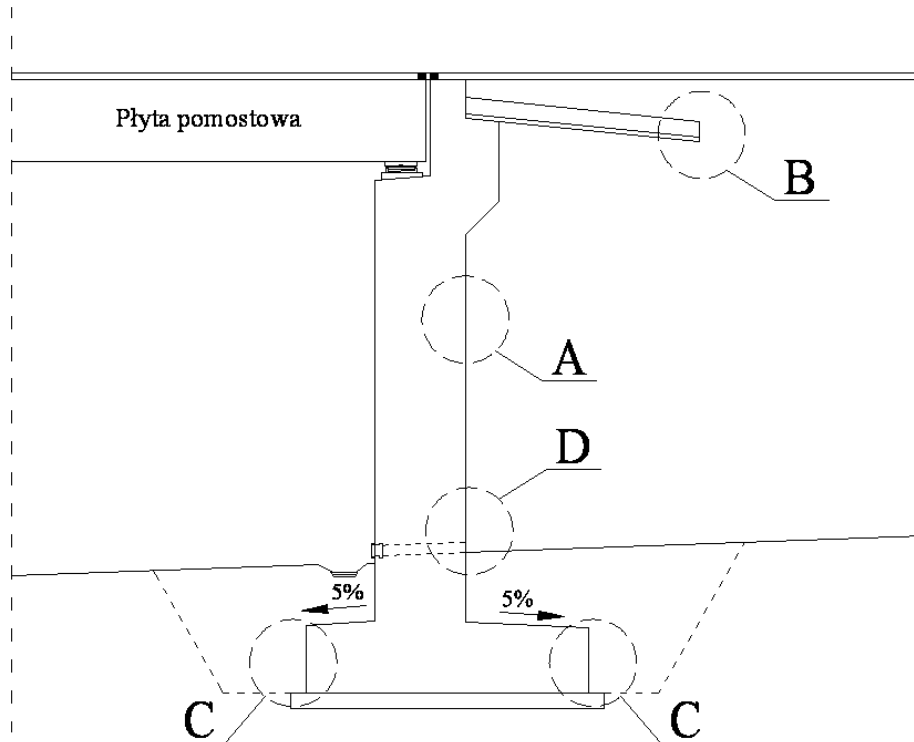
Rys. 4.12. Odwodnienie torowiska tramwajowego  
Szczegół „A” – wypełnienie komór szynowych masą zalewową;  
Szczegół „B” – masa zalewowa jako warstwa wibro- i hydroizolacyjna  
na ukształtowanej płycie torowiska

W każdym przypadku w najniższych punktach przekroju poprzecznego należy stosować elementy odwodnienia (wpusty mostowe, sączki) [34].

#### 4.7. Odwodnienie strefy w rejonie przyczółków

W rejonie przyczółków odwadniane są następujące elementy konstrukcyjne (rys. 4.13):

- nasypy,
- płyty przejściowe,
- fundamenty,
- korpus przyczółków,
- nisze podłożyskowe.



Rys. 4.13. Elementy konstrukcyjne odwodniane w obrębie przyczółka (A - odwodnienie nasypu przy przyczółkach, B- odwodnienie płyty przejściowej, C- odwodnienie fundamentów przyczółków, D- odprowadzenie wody zebranej za korpusem przyczółka)

#### 4.7.1. Odwodnienie nasypów za przyczółkami oraz fundamentów podpór

##### *Odwodnienie nasypu przy przyczółkach za pomocą warstw filtracyjnych poziomych i pionowych wykonanych w zasypce gruntowej*

Warstwy filtracyjne zaleca się projektować z gruntów niespoistych tj. żwir, pospółka, piasek grubo- i średnioziarnisty (uziarnienie oraz współczynnik filtracji dobranego gruntu powinny spełniać wymagania PN-S-02205:1998[3]).

Warstwy filtracyjne powinny być zabezpieczone przed zamuleniem za pomocą:

- stopniowego przejścia warstw (licząc od góry konstrukcji) o największym uziarnieniu do warstw o najmniejszym uziarnieniu;
- geowłókniny.

Grubość warstwy filtracyjnej nie powinna być mniejsza niż 0,5 m. Zaleca się zwiększenie grubości warstwy zasypki filtracyjnej do 1 m jeżeli:

- za klinem odłamu występują warstwy gruntów wodonośnych,
- występują trudności z wykonaniem ukośnej warstwy filtracyjnej.

W przypadku występowania w obszarze połączenia obiektu mostowego z nasypem drogowym podłoża gruntowego, które zmienia swoje cechy wytrzymałościowo-strukturalne pod wpływem wody, zaleca się zaprojektowanie nasypu klina odłamu poniżej terenu z następujących gruntów:

- spoistych nieprzepuszczalnych – gdy nie są wymagane własności gruntów zalegających za ścianą przyczółka, zapewniające sprężyste odkształcenia oraz umożliwiające przemieszczenie przęsła;
- przepuszczalnych, pod warunkiem pokrycia warstwy gruntu materiałem nieprzepuszczalnym.

Przy przedniej i bocznych ścianach przyczółka zaleca się zaprojektowanie warstwy filtracyjnej równocześnie z warstwami zasyпки. Zasypkę i warstwę filtracyjną zaleca się projektować na podłożu z gliny o odpowiednio wyprofilowanych pochyleniach (min 5%).

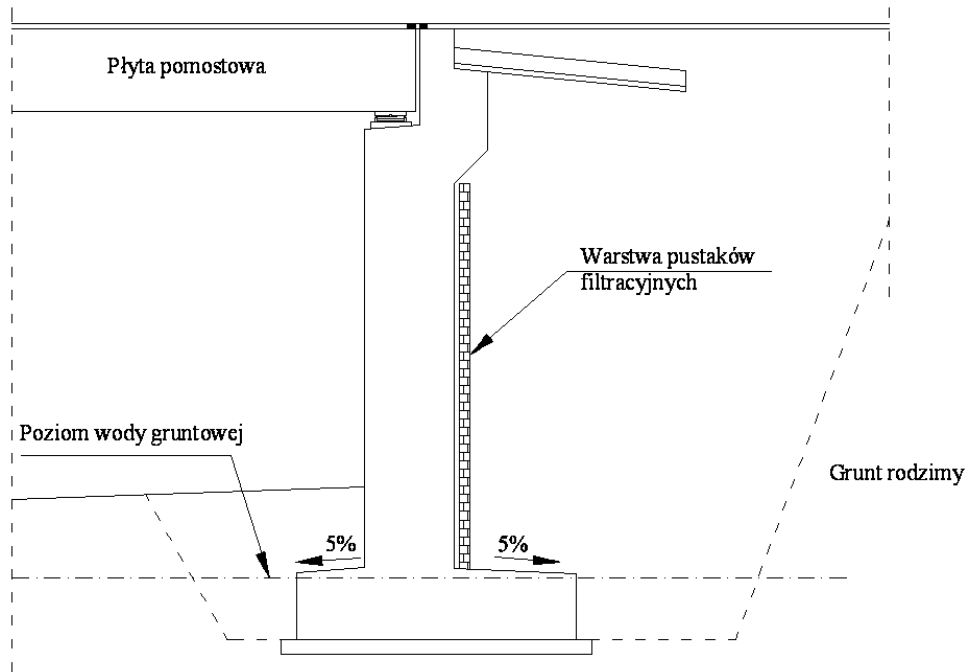
#### ***Odwodnienie nasypu przy przyczółkach za pomocą pionowej warstwy z pustaków filtracyjnych***

Zaleca się, aby pustaki filtracyjne były projektowane z betonu porowatego, charakteryzującego się następującymi właściwościami:

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

Pustaki powinny być zaopatrzone w pionowe otwory służące do odprowadzenia wody infiltracyjnej.

Pionową warstwę filtracyjną z pustaków układa się przy przedniej ścianie przyczółka (od strony nasypu) uprzednio zabezpieczonej izolacją wodoszczelną. Warstwa ta powinna stanowić samonośną konstrukcję opartą na odsadźce fundamentowej lub odpowiednio sztywnej ławie fundamentowej. Zaleca się zabezpieczenie powstałej ściany oraz wieńczących jej elementów od strony nasypu geowłókniną nietkaną zapewniającą odpływ wody do rdzenia pustaków i zapobiegającą przed ich zamuleniem.

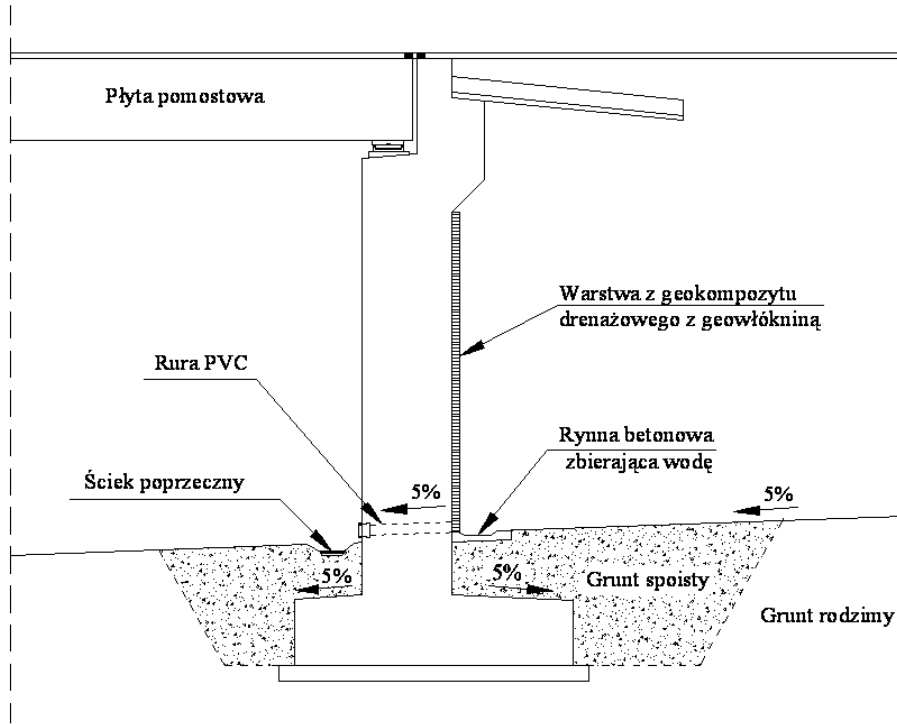


Rys. 4.14. Schemat sposobu odwodnienia nasypu za przyczółkiem przy pomocy pionowej warstwy z pustaków filtracyjnych

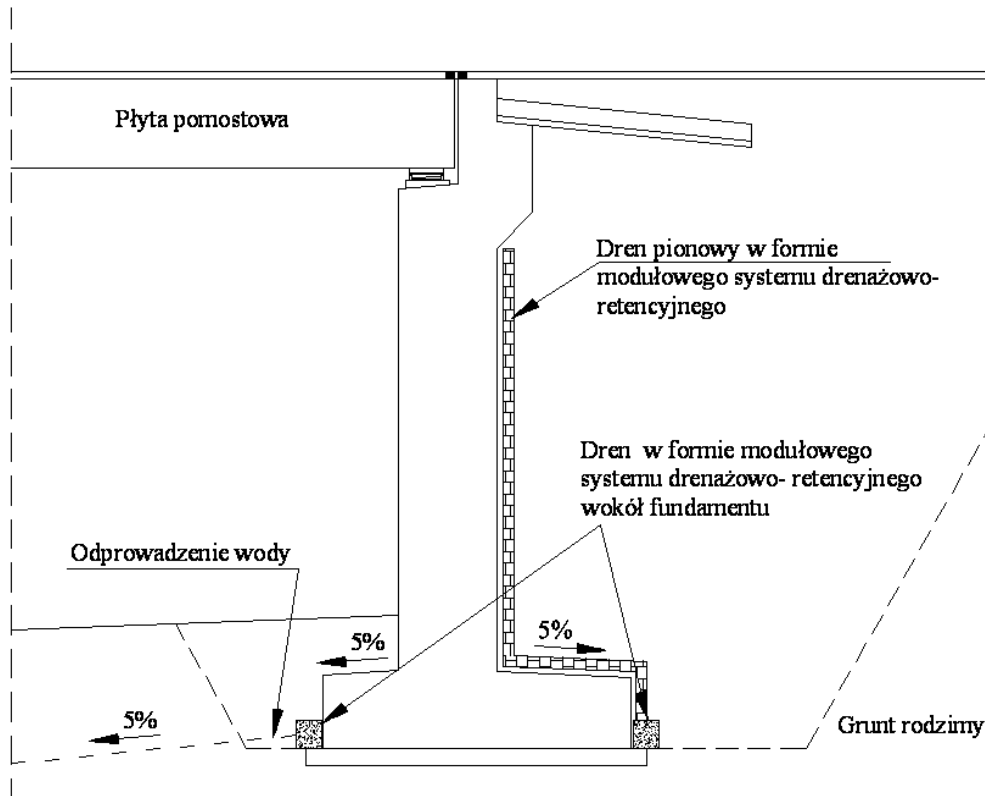
### ***Odwodnienie nasypu przy przyczółkach za pomocą warstwy filtracyjnej wykonanej z geokompozytu drenażowego***

Zaleca się, aby geokompozyty były wykonane z geowłókniny filtracyjnej z tworzyw sztucznych o współczynniku filtracji nie mniejszym niż  $1,5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ . Geokompozyt powinien mieć rdzeń o wyraźnie ukształtowanych pustkach w kierunku pionowym zapewniających przepływ wody. Od strony gruntu nasypowego powinien być osłonięty warstwą geowłókniny filtracyjnej w celu zabezpieczenia przed zamuleniem.

Geokompozyt drenażowy przykładamy rdzeniem do hydroizolacji wodoszczelnej ściany przyczółka. Od strony gruntu zasypowego powinien być osłonięty geowłókniną filtracyjną nietkaną, zapewniającą dopływ wody do rdzenia geokompozytu i stanowiącą jego ochronę przed zamuleniem.

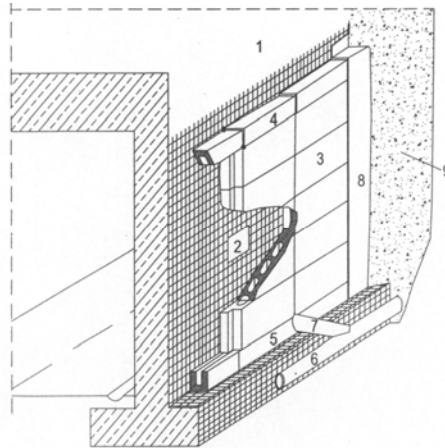


Rys. 4.15. Schemat sposobu odwodnienia nasypu za przyczółkiem za pomocą geokompozytu (drenażu z rdzeniem z płyt o przekroju falistym lub trapezowym zapewniającym przepływ wody) z pionową warstwą filtracyjną oraz rynną betonową i otworami odprowadzającymi wodę przez ścianę przyczółka



Rys. 4.16. Schemat sposobu odwodnienia nasypu za przyczółkiem z zastosowaniem drenażu francuskiego

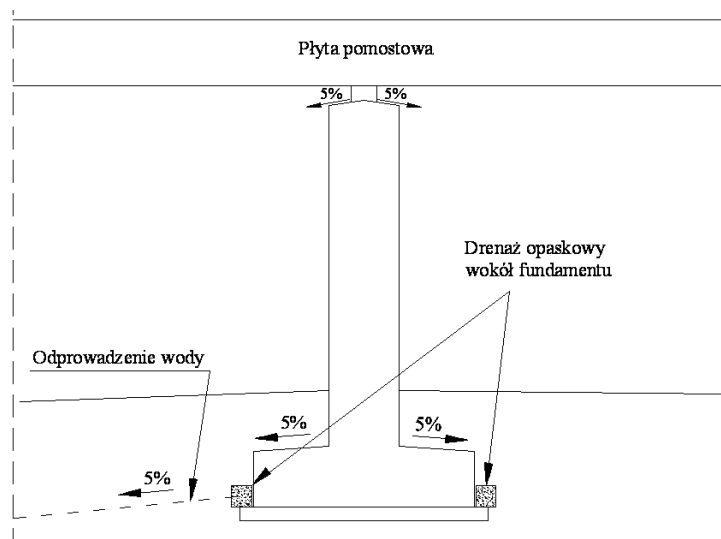
W przypadku mostów zintegrowanych (rys. 4.17) zasypkę za przyczółkami należy zaprojektować z gruntów przepuszczalnych o współczynniku filtracji  $k > 3,0$  m/dobę, w postaci warstw filtracyjnych pionowych, poziomych lub ukośnych.



Rys. 4.17. Schemat sposobu odwodnienia nasypu za przyczółkiem mostu zintegrowanego [34]; 1 – konstrukcja przyczółka; 2 – warstwa bitumiczna; 3 – pustak z betonu specjalnego; 4 – prefabrykat z porowatego betonu; 5 – rynna z betonu szczelnego; 6 – rura odprowadzająca wodę poza konstrukcję; 7 – rura łącząca; 8 – warstwa geowłókniny; 9 – zasypka z gruntu przepuszczalnego

#### ***Odwodnienie fundamentów filarów wiaduktów***

Do odwodnienia fundamentów filarów wiaduktów służy drenaż opaskowy (rys. 4.18). Zasady projektowania drenażu opaskowego fundamentów filarów wiaduktów są takie same jak odwodnienia fundamentów przyczółków.



Rys. 4.18. Schemat sposobu odwodnienia fundamentu filara wiaduktu z zastosowaniem drenażu opaskowego



#### **4.7.2. Odwodnienie płyt przejściowych**

Odwodnienie płyt przejściowych zaleca się projektować z warstw filtracyjnych poziomych. Bezpośrednio na konstrukcji płyty przejściowej należy zaprojektować izolację wodoszczelną, a na niej przekładkę podatną z warstwy piasku jednofrakcyjnego o grubości nie mniejszej niż 5,0 cm [4].

#### **4.7.3. Odprowadzenie wody zebranej za korpusem przyczółka**

Woda zebrana za przyczółkami, w dolnych częściach warstw filtracyjnych, powinna być ujęta za pomocą rurek drenarskich lub rynien ściekowych i odprowadzona:

- poza obszar nasypu;
- do podłoża;
- przez ścianę przednią przyczółka.

W przypadku odprowadzania wody poza obszar nasypu zaleca się jej odprowadzenie:

- na przylegający do nasypu teren w pasie drogowym,
- do rowów przydrożnych.
- do drogowej kanalizacji deszczowej;
- do wód stojących lub płynących jeżeli:
  - poziom ujścia wody z rurek znajduje się 0,3 m powyżej poziomu wód stojących,
  - 0,5 m powyżej średnich stanów wód płynących.

W przypadku odprowadzania wody poza obszar nasypu na teren w pasie drogowym lub do rowów przydrożnych zaleca się umieszczenie wylotu rurek drenarskich 20 cm powyżej dna rowu lub podstawy nasypu oraz obsypanie wlotu grubszym tłuczniem na odcinku o długości nie mniejszej niż 25 cm.

W przypadku odprowadzania wody poza obszar nasypu do wód stojących i płynących zaleca się obsypanie wylotu grubszym tłuczniem na odcinku o długości nie mniejszej niż 25 cm.

Rurki drenarskie powinny mieć średnicę nie mniejszą niż 10 cm. Zaleca się układanie rurek drenarskich oraz rynien ściekowych z pochyleniem nie mniejszym niż 3%.

Dopuszcza się odprowadzenie wody zebranej w dolnych częściach warstw filtracyjnych bezpośrednio do podłoża pod warunkiem, że podłoże zbudowane jest z gruntów niespoistych i nie ma żadnych przeciwwskazań do odprowadzenia jej do wody gruntowej. Zebrana woda może być odprowadzona przez wykonane otwory w ścianach przednich przyczółkach, pod warunkiem, że woda nie będzie odprowadzana bezpośrednio na nawierzchnię jezdni lub chodnika. Zaleca się, aby otwory odpływowe miały średnicę nie mniejszą niż 7 cm.

#### 4.8. Odwodnienie powierzchniowe

Odwodnienie powierzchniowe obejmuje odwodnienie nawierzchni jezdni w obrębie przyczółka za pomocą:

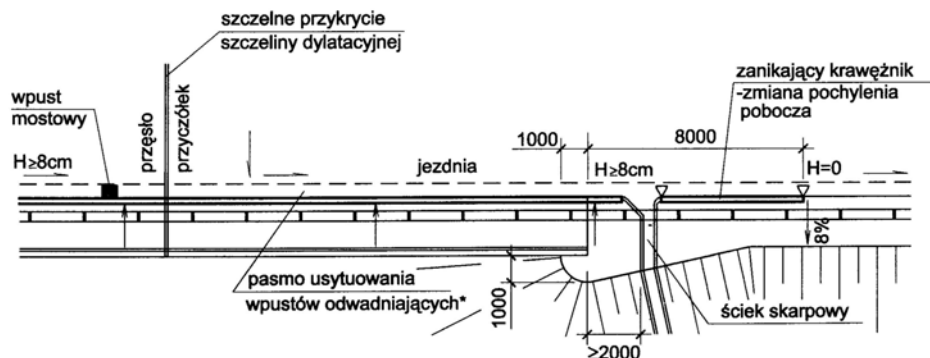
- ścieków skarpowych,
- podłączenia do odbiorników.

Ścieki skarpowe powinny być usytuowane na skarpie nasypu za lub przed przyczółkami, w zależności od przewidywanego kierunku napływu wody opadowej. Gdy woda dopływa z drogi na obiekt mostowy, to na przyczółku w obrębie skrzydła należy zamontować wpusty drogowe.

Ścieki skarpowe służą do odprowadzania wód opadowych ze ścieków przykrawężnikowych wyłącznie na drodze klasy G i drogach niższych klas.

Zaleca się wykonanie ścieków skarpowych, za przyczółkami obiektów mostowych prostopadle do osi drogi bądź wzdłuż ściany konstrukcji oporowej skrzydeł masywnych [2].

Ścieki skarpowe sprowadzające wodę z obiektu mostowego powinny być wykonane w odległości nie mniejszej niż 2 m poza krawężnikami skrzydełek przyczółków (gdy stożek nasypu przy przyczółku jest umocniony trawą, a nie brukiem, ścieki skarpowe powinny być wykonane w odległości nie mniejszej niż 3 m poza krawężnikami przyczółków). Położenie ścieku skarpowego w stosunku do krawędzi przyczółków pokazano na rys. 4.19.



Rys. 4.19. Usytuowanie ścieku skarpowego poza przyczółkiem [4]

##### 4.8.1. Urządzenia odbiorcze

Projektowanie elementów urządzeń odbiorczych (kanalizacji zbiorczej, rowów przydrożnych) zostało szczegółowo opisane w Zeszycie nr 1 „Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg i przystanków komunikacyjnych” wchodzącym w skład serii Zaleceń projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg i obiektów inżynierskich.

## **5. Skutki nieprawidłowo działającego lub uszkodzonego systemu odwodnienia obiektów mostowych**

Do zagrożeń powodujących uszkodzenia elementów odwodnień obiektów mostowych należą:

- destrukcja nawierzchni w wyniku zmian temperatury otoczenia,
- destrukcja pod wpływem różnicy rozszerzalności termicznej nawierzchni bitumicznej i podłoża,
- destrukcja w wyniku stosowania środków chemicznych,
- destrukcja w wyniku oddziaływań dynamicznych,
- destrukcja w wyniku braku szczelności nawierzchni,
- szkodliwa działalność ludzka,
- brak właściwego utrzymania.

### **Przykłady degradacji obiektów mostowych w wyniku uszkodzenia lub niesprawnie działającego systemu odwodnienia**



A



B



C



D

- A. Korozja betonu gzymsu, nieprawidłowe działanie kapinosa  
B. Korozja betonu gzymsu, nieprawidłowe wykonanie kapinosa  
C. Korozja betonu w strefie dylatacji  
D. Korozja betonu w strefie dylatacji sklepienia

Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia obiektów mostowych



E



F



G

- E. Nieprawidłowe osadzenie przewodu zbiorczego odwodnienia obiektu mostowego
- F. Złe osadzenie i brak połączenia wpustu do przewodu zbiorczego
- G. Nieprawidłowe osadzenie rury spustowej

## **6. Wykonawstwo**

### **6.1. Hydroizolacja**

#### **6.1.1 Przygotowanie podłoża**

Podłoże powinno być poddane dokładnym oględzinom i zakwalifikowane do ułożenia pod hydroizolację.

##### ***Podłoże betonowe***

Podłoże betonowe powinno być powierzchniowo wyrównane i zwarte. Prawidłowo przygotowane podłoże powinno spełniać następujące warunki [54]:

- być równe, tzn. szczelina pomiędzy powierzchnią płyty a łątą długości 4 m, przyłożoną na stałym pochyleniu powyżej 1,5%, nie powinna być większa niż 10 mm, lub 5 mm przy pochyleniach mniejszych niż 1,5%;
- podłoże nie może mieć lokalnych wybrzuszeń, większych niż 2 mm i wgłębień większych niż 5 mm, przy czym nierówności nie mogą mieć ostrych krawędzi;
- wszystkie krawędzie wypukłe i wklęsłe muszą być wyokrąglone promieniem 5 cm, lub złagodzone skosem o pochyleniu 45° (3 x 3 cm); krawędzie wklęsłe muszą być wypełnione materiałem naprawczym;
- przy ewentualnym szlifowaniu nierówności nie należy odstonić zbrojenia płyty;
- podłoże powinno być suche, jednorodne, przyczepne oraz wolne od oleju i tłuszczu;
- temperatura betonu powinna wynosić minimum 3 °C powyżej punktu rosy.

Ewentualne naprawy podłoża należy wykonać przestrzegając następujących zasad:

- mleczko cementowe występujące na podłożu należy usunąć przez piaskowanie, hydropiaskowanie lub śrutowanie i odpylić odkurzaczem przemysłowym lub przez zdmuchnięcie pyłu sprężonym powietrzem;
- wypukłe nierówności przekraczające dopuszczalne odchyłki podłoża, należy skuć lub zeszlifować;
- niestępione krawędzie należy zeszlifować;
- w przypadku występowania na podłożu nierówności wklęsłych do 5 mm należy wykonać tzw. zamknięcie powierzchniowe materiałem naprawczym przez szpachlowanie.

Czyszczenie podłoża wykonać należy przez: śrutowanie, szlifowanie, frezowanie, hydropiaskowanie lub piaskowanie.

### **Gruntowanie podłoża betonowego**

Gruntowanie podłoża betonowego ma na celu zwiększenie przyczepności hydroizolacji do tego podłoża. Przy gruntowaniu podłoża należy przestrzegać następujących warunków:

- gruntować wyłącznie podłoże przygotowane wg 6.1.1 i odebrane przez Inspektora Nadzoru;
- beton w gruntowanym podłożu powinien oprócz ww. wymogów mieć co najmniej 14 dni;
- powierzchnię przewidzianą do zaizolowania należy gruntować tylko jednokrotnie, zużywając tyle środka gruntującego, ile beton ten zdoła całkowicie wchłonąć;
- bezpośrednio przed gruntowaniem i przyklejeniem hydroizolacji, podłoże należy oczyścić z luźnych frakcji, pyłu i zatłuszczeń:
  - luźne frakcje i płyty należy usunąć za pomocą odkurzacza przemysłowego, a w ostateczności przez przedmuchiwanie sprężonym powietrzem;
  - zatłuszczenia należy usunąć przez wypalenie palnikiem gazowym;
- powierzchnia zagruntowana pod hydroizolację powinna być sucha;
- jednorazowo można zagruntować tylko taką powierzchnię, która zostanie zaizolowana tego samego dnia;
- przed ułożeniem warstwy hydroizolacyjnej, nie dopuszcza się ruchu po zagruntowanych powierzchniach.

### **Podłoże stalowe [36, 54, 55]**

Prawidłowo przygotowane podłoże stalowe powinno spełniać następujące warunki:

- podłoże nie może mieć lokalnych wybrzuszeń, większych niż 2 mm i wgłębień większych niż 5 mm, przy czym nierówności nie mogą mieć ostrych krawędzi;
- wszystkie krawędzie wypukłe i wklęsłe muszą być wyokrąglone promieniem 5 mm, lub złagodzone skosem o nachyleniu 45° (3 x 3 mm);
- podłoże powinno być suche, jednorodne, przyczepne;
- podłoże powinno być wolne od ognisk korozyjnych, oleju i tłuszczu.

Ewentualne naprawy podłoża należy wykonać przestrzegając następujących zasad:

- ogniska korozyjne występujące na podłożu należy usunąć przez piaskowanie lub hydropiaskowanie;
- wypukłe nierówności przekraczające dopuszczalne odchyłki podłoża należy zeszlifować;
- niestępione krawędzie należy zeszlifować.

Czyszczenie podłoża wykonać należy przez śrutowanie, piaskowanie lub wodą pod ciśnieniem powyżej 50 MPa.

### **Gruntowanie podłoża stalowego**

Gruntowanie podłoża stalowego pod ułożenie hydroizolacji powinno być zgodne z punktem 2.6.3 Zaleceń [36].

## **6.2. Ułożenie hydroizolacji**

Ułożenie hydroizolacji na płycie pomostowej powinno być zgodne z punktem 2.7 Zaleceń [36].

## **6.3. Odwodnienie urządzeń dylatacyjnych**

Wykonanie hydroizolacji przy urządzeniach dylatacyjnych powinno być zgodne z punktem 6 i 7 Zaleceń [45].

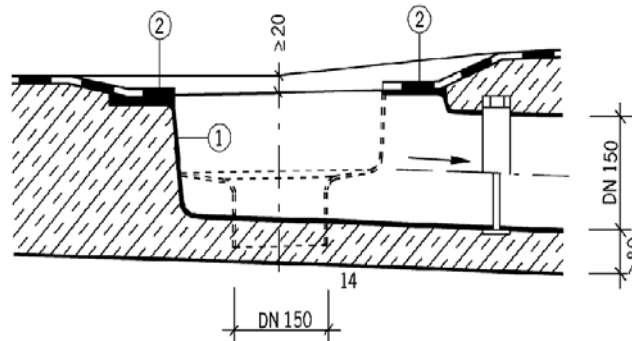
## **6.4. Montaż wpustów mostowych**

### **6.4.1. Montaż wpustów mostowych na pomostach betonowych**

Podczas montażu wpustów na pomostach betonowych należy zachować kilka podstawowych zasad:

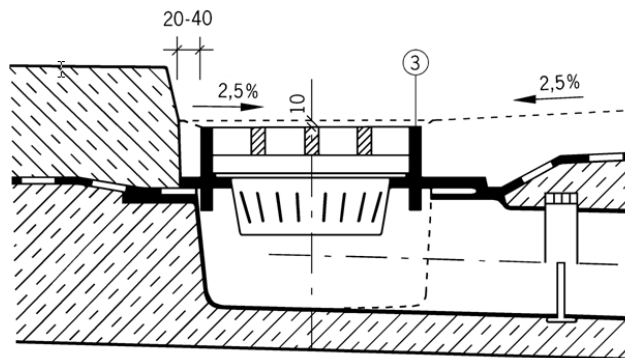
- zapewnić szczelność na połączeniu hydroizolacji z podstawą wpustu,
- zamontować wpust zgodnie z projektem pod względem usytuowania w rzucie poziomym oraz pod względem wysokościowym,
- uszczelnić fugi między wpustem i konstrukcją nawierzchni zapewniając dzięki temu szczelność połączenia.

Montaż wpustu rozpoczyna się od ustawienia podstawy wpustu wraz z uchwytnymi montażowymi na deskowaniu (rys. 6.1). Po zabetonowaniu części konstrukcyjnej mostu łączy się warstwę hydroizolacyjną (2) z wykonaną na konstrukcji żelbetowej, konstrukcją wpustu (1). Dla kołnierza łączonego z hydroizolacją na docisk, szerokość łączenia powinna wynosić co najmniej 80 mm [2], a dla kołnierza sklejanego z hydroizolacją co najmniej 100 mm. Należy przy tym uwzględnić zalecenia producenta [1].



Rys. 6.1. Połączenie warstwy hydroizolacyjnej z konstrukcją wpustu (1 - podstawa wpustu ustawiona na deskowaniu, 2 - warstwa hydroizolacyjna)

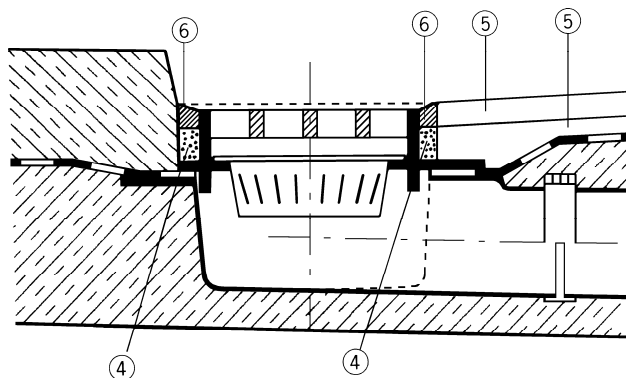
Po wykonaniu hydroizolacji płyty pomostu (rys. 6.2) montuje się ramę wpustu (3) w jego podstawie (1). Górna krawędź ramy wpustu powinna znajdować się 10 mm poniżej projektowanej nawierzchni mostu [1].



Rys. 6.2. Ustawienie ramy wpustu (3 - rama wpustu wraz z rusztem i pojemnikiem na zanieczyszczenia)

W następnej fazie montażowej (rys. 6.3) wykonuje się warstwę ochronną (wiązącą) oraz nawierzchniową (5) jezdni. Podczas ich wykonywania rama wpustu oddzielona jest wkładkami dystansowymi. Po usunięciu tych wkładek wykonuje się wypełnienie spoiny za pomocą warstwy odsączającej (4) z gysu lakierowanego (drenaż wokół wpustu) o uziarnieniu 8/16 mm do wysokości powierzchni górnej warstwy ochronnej. Spoinę zamyka się do górnej powierzchni nawierzchni bitumiczną masą wypełniającą z asfaltu twardolanego (6) [1].





Rys. 6.3. Warstwa ochronna i nawierzchniowa oraz uszczelnienie szczelin pomiędzy wpustem i konstrukcją nawierzchni (4 - warstwa filtracyjna z gysu lakierowanego, 5 - warstwy nawierzchni jezdni na moście, 6 - wypełnienie spoiny zalewką z asfaltu twardolanego)

#### Przykładowe zdjęcia z prawidłowego montażu wpustów mostowych



A. Otwór w ustroju nośnym mostu przed wbudowaniem wpustu



B. Montaż talerza wpustu



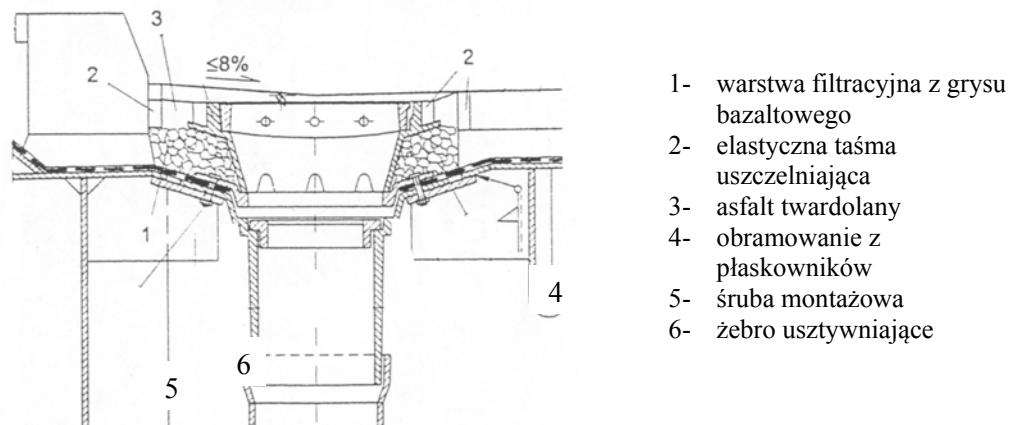
C. Ułożenie ramy rusztu



D. Wpust mostowy po wbudowaniu

### 6.4.2. Montaż wpustów mostowych na pomostach stalowych

Na mostach stalowych montuje się wpusty stalowe i łączy z konstrukcją pomostu przez spawanie. Na stalowej płycie pomostu kształtuje się zagłębienia z wyciętym otworem dostosowanym do kształtu montowanego wpustu. Należy wzmocnić blachę płyty pomostowej w obrębie otworu przez wspawanie dodatkowych żeber wzmacniających. Przykładowe rozwiązanie osadzenia wpustu na stalowej płycie pomostowej pokazano na rys. 6.4.



Rys. 6.4. Przykładowe rozwiązanie osadzenia wpustu stalowego na stalowej płycie pomostowej [4]

### 6.4.3. Montaż wpustów krawężnikowych

Elementy wpustów krawężnikowych są osadzone na zaprawie podkładowej (niskoskurczowej). Przy montażu wpustów krawężnikowych należy przestrzegać następujących zasad:

- a) pochylenie podłużne dna kanału głównego powinno być nie mniejsze niż 0,4%;
- b) wykonanie betonowego bloku oporowego od strony chodnika o szerokości co najmniej 30 cm i o wysokości nie mniejszej niż 0,8 wysokości przyjętego elementu kanałowego.

Montaż wpustów powinien być prowadzony w temperaturze otoczenia od +5°C do +35°C, z uwagi na wiązanie zaprawy podkładowej. Świeżo ułożoną zaprawę podkładową należy chronić przed deszczem i mrozem przez okres 24 godzin po ułożeniu.



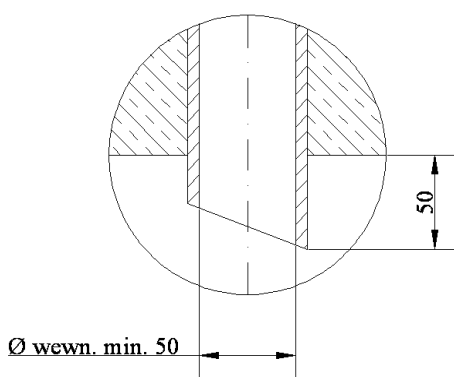
Rys. 6.5 Prawidłowo wykonany wpust krawężnikowy

### 6.5. Montaż sączków mostowych

Podczas montażu sączków w mostach betonowych należy zachować kilka podstawowych zasad:

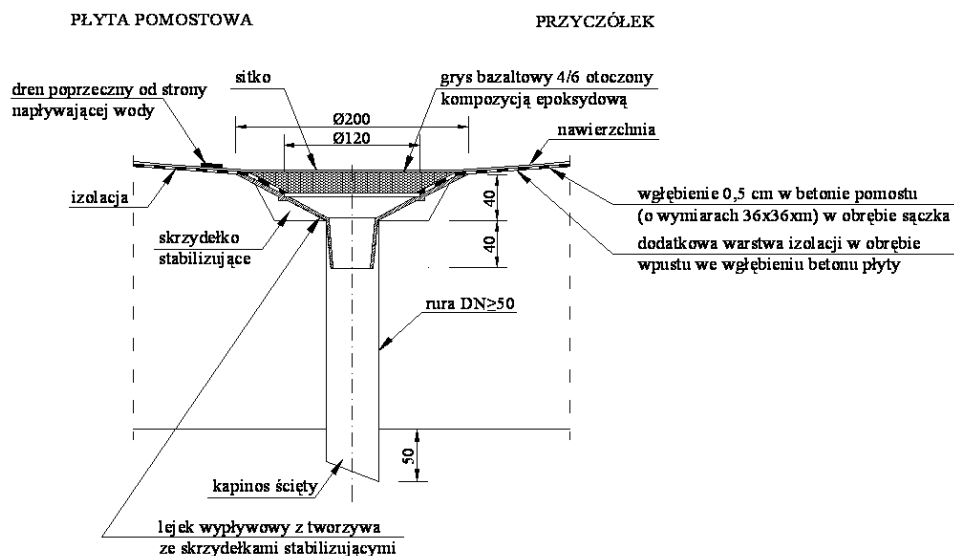
- zamontować sączek pod względem usytuowania w rzucie poziomym oraz pod względem wysokościowym,
- zapewnić szczelność na połączeniu hydroizolacji z lejkiem wlotowym sączka.

Montaż sączka polega na osadzeniu jego w płycie pomostu przed betonowaniem wraz z jego stabilizacją. W obiektach poddawanych odnowie lub modernizacji sączek osadzany jest w nawierconym otworze. Otwór należy wypełnić zaprawą niskoskurczową. Rura odpływowa sączka może być podłączona do przewodu zbiorczego odwodnienia obiektu mostowego. W przypadku braku możliwości podłączenia do przewodu zbiorczego odwodnienia obiektu mostowego rurę należy przyciąć w taki sposób, aby ukształtować kapinos (rys. 6.6) [4] lub nie wypuszczać jej poza obręb dolnej powierzchni płyty pomostowej tworząc pierścień wokół rury sączka. Pierścień ten należy usunąć po zdemontowaniu deskowania.



Rys. 6.6. Sposób ukształtowania kapinosa rury odpływowej sączka

Na lejek wlotowy sączka należy nałożyć sitko. W obrębie wgłębienia w płycie pomostowej zamontowanego skrzydełka sączka należy nałożyć warstwę hydroizolacji. Na sitku i wokół sączka należy ułożyć warstwę drenażową wykonaną z gysu bazaltowego frakcji 4/6 otoczonego kompozycją epoksydową. Następnie należy ułożyć warstwy konstrukcyjne nawierzchni (rys. 6.7) [4].



Rys. 6.7. Osadzenie sączka w betonowej płycie pomostu

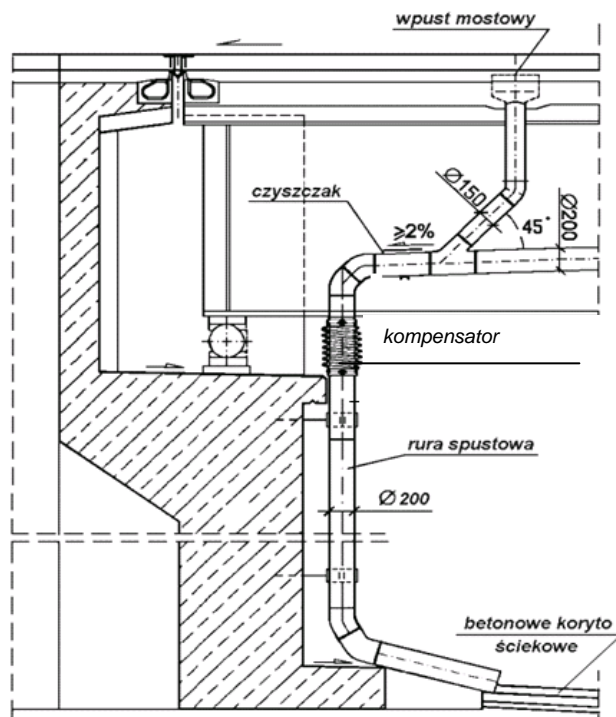
## 6.6. Wykonanie drenażu na hydroizolacji

Wykonanie drenażu ułożonego na hydroizolacji powinno być zgodne z punktem 7 Zaleceń [45].

## 6.7. Wykonanie instalacji odprowadzających

Przewody zbiorcze i rury spustowe powinny być wykonane tak, aby możliwa była kompensacja ruchów płyty pomostu na podporach bez uszkodzenia elementów odwodnienia. Uzyskuje się to stosując rozdzielanie rury spustowej lub stosując kompensatory (rys. 6.8)

Przewody zbiorcze i rury spustowe nie mogą w trakcie wykonywania obiektu mostowego zostać zabetonowane wewnątrz konstrukcji. Przy przejściach przez elementy konstrukcyjne należy prowadzić je w rurach ochronnych umożliwiających ich wymianę w razie konieczności.



Rys. 6.8. Odprowadzenie przewodów kanalizacji deszczowej z zastosowaniem kompensatora

Pod względem walorów estetycznych zaleca się umieszczanie przewodów zbiorczych za gzymsem lub pierwszym dźwigarem (rys. 6.9). W przypadku braku możliwości maskowania przewodów zbiorczych zaleca się ich kolorystyczne dopasowanie do otoczenia (rys. 6.10). Zaleca się mocować rury spustowe w specjalnej do tego celu wykonanej wnęcie (rys. 6.11).



Rys. 6.9. Przewody zbiorcze umieszczone za pierwszym dźwigarem



Rys. 6.10. Kolorystyczne dopasowanie przewodów zbiorczych do konstrukcji obiektu



Rys. 6.11. Rura spustowa prowadzona we wnęce oraz studnia kontrolna kanalizacji deszczowej

W przypadku odprowadzania wód opadowych do kanalizacji deszczowej, pomiędzy rurą spustową i kanalizacją wykonuje się studnię kanalizacyjną z osadnikiem i ewentualnie separator (rys. 6.11).

### **6.8. Wykonanie odwodnienia obiektów mostowych w obrębie fundamentów, przyczółków i podpór**

Roboty ziemne pod fundamenty podpór pośrednich (filarów) i skrajnych (przyczółków) mostowych należy wykonywać z jednoczesnym odpompowywaniem wody, która może występować jako woda gruntowa

i opadowa. Wykopy należy zawsze zabezpieczyć przed napływem wody deszczowej. W przypadku wystąpienia wody gruntowej, głębokość wykopu bez stosowania ścianek szczelnych nie powinna przekraczać 1,0 m poniżej poziomu wody gruntowej.

Niezależnie od odwodnienia powierzchniowego, konieczne jest wykonanie odwodnienia wgłębnego nasypu drogowego w obrębie połączenia z obiektem mostowym w postaci warstw filtracyjnych. Zebraną wodę należy odprowadzić poza obszar przyczółka mostowego.

Warstwy filtracyjne należy wykonywać (ze względu na zapewnienie dobrej filtracji) z gruntu o odpowiednim uziarnieniu zgodnie z PN-S-02205:1998 [3]. W przypadku blisko zalegających warstw wodonośnych za klinem odłamu i trudności z wykonaniem ukośnej warstwy filtracyjnej należy stosować warstwę filtracyjną o grubości 1,0 m. Warstwę tę należy wykonywać równocześnie z zasypką.

Zasypkę wykonuje się warstwami, które należy zagęszczać odpowiednio, zgodnie z normą PN-S-02205:1998 [3]. Pospółka warstwy filtracyjnej musi spełniać następujące warunki uziarnienia:

$$4 < \frac{d_{15wf}}{d_{15zs}} < 20 \quad (6.1)$$

$$\frac{d_{50wf}}{d_{50zs}} < 25 \quad (6.2)$$

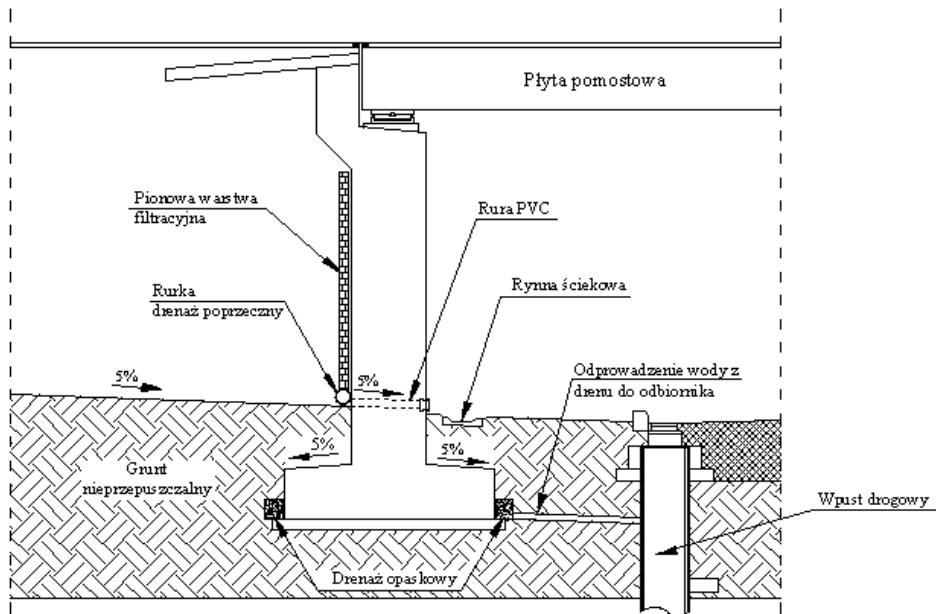
gdzie:

- $d_{15wf}$  - średnica cząstek warstwy filtracyjnej, dla których 15% próbki przechodzi sito o wymiarach oczek odpowiadającym danej średnicy,
- $d_{15zs}$  - średnica cząstek zasypki, dla których 15% próbki przechodzi sito o wymiarach oczek odpowiadającym danej średnicy,
- $d_{50wf}$  - średnica cząstek warstwy filtracyjnej, dla których 50% próbki przechodzi sito o wymiarach oczek odpowiadającym danej średnicy,
- $d_{50zs}$  - średnica cząstek zasypki, dla których 50% próbki przechodzi sito o wymiarach oczek odpowiadającym danej średnicy.

Woda zbierająca się w dolnej części warstwy filtracyjnej wykonanej na gruntach słabonośnych i nieprzepuszczalnych powinna być ujęta i odprowadzona poza obszar nasypu. Można to wykonać za pomocą rurek drenarskich lub rynien ściekowych poprzecznych (rys. 6.12). Dla gruntów niewrażliwych na działanie wody w obrębie fundamentów możliwe jest odprowadzenie wody z warstw

filtracyjnych bezpośrednio do podłoża. Rurki drenarskie lub rynny ściekowe umieszcza się zazwyczaj:

- a) na dnie warstwy zasypowej klina odłamu, jeśli grunt podłoża nie jest wrażliwy na działanie wody i istnieje możliwość odprowadzenia wody poza obszar nasypu,
- b) na poziomie terenu lub powyżej, z zachowaniem możliwości odprowadzenia wody i zabezpieczenia jej przed zamarzaniem.



Rys. 6.12. Odwodnienie nasypu za przyczółkiem z zastosowaniem drenu francuskiego



## **7. Warunki odbioru**

Szczelność i drożność wszelkich przewodów wykonanych wewnątrz konstrukcji mostu oraz w gruncie jest przedmiotem odbioru technicznego i musi być sprawdzona przed ostatecznym odbiorem.

Kryteria odbioru odwodnienia powinny być zgodne z punktem nr 6 Specyfikacji Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWiORB) [57].

Dla odwodnienia obiektów mostowych należy stosować następujące warunki i kryteria odbioru:

1. Badania elementów systemu odwodnienia przed przystąpieniem do robót zgodnie z pkt. 3 Kryteria doboru materiałów.
2. Kontrola, pomiary, badania w czasie robót i przy odbiorze. Dopuszczalne tolerancje wykonania.

Wykonawca jest zobowiązany do stałej i systematycznej kontroli prowadzonych robót w zakresie i z częstotliwością określoną w specyfikacji technicznej i zaakceptowaną przez Inspektora.

### **7.1. Sprawdzenie elementów systemu odwodnienia**

#### **7.1.1. Hydroizolacje**

##### **a) Materiał**

Sprawdzenie materiałów należy przeprowadzić bezpośrednio lub pośrednio na podstawie zapisów w dzienniku budowy lub innych dokumentów stwierdzających zgodność użytych materiałów z wymaganiami dokumentacji projektowej oraz powołanymi normami i wymaganiami podanymi w STWiORB.

##### **b) Równość powierzchni podkładu**

Sprawdzenie równości powierzchni podkładu należy przeprowadzać za pomocą łąty o długości 4,0 m przyłożonej w 3 dowolnie wybranych miejscach na każde 20 m<sup>2</sup> powierzchni podkładu i przez pomiar jego odchylenia od łąty z dokładnością do 1 mm.

##### **c) Przyleganie hydroizolacji do podłoża**

Sprawdzenie przylegania hydroizolacji do podłoża należy przeprowadzać wzrokowo i za pomocą młotka drewnianego przez lekkie opukiwanie warstwy hydroizolacji w 3 dowolnie wybranych miejscach na każde 10 m<sup>2</sup> powierzchni hydroizolacji. Charakterystyczny głuchy dźwięk świadczy o nie przyleganiu i nie związaniu hydroizolacji z podłożem.

Sprawdzenie wytrzymałości na odrywanie należy przeprowadzać przez wykonanie badań wytrzymałości na odrywanie: 1 badanie na 10 m, ale minimum 3 badania na obiekt mostowy.

d) Poprawność układania warstw

Każda warstwa hydroizolacji powinna stanowić jednolitą, czystą powłokę przylegającą do powierzchni podkładu lub do uprzednio ułożonej warstwy.

Sprawdzenie prawidłowości ułożenia powłok bitumicznych należy przeprowadzać wzrokowo w czasie ich wykonywania, kontrolując stosowanie właściwych materiałów i liczbę ich warstw.

Sprawdzenie prawidłowości ułożenia powłok z materiałów rolowych należy przeprowadzać w trakcie wykonywania hydroizolacji, kontrolując stosowanie właściwych materiałów, liczbę warstw i wielkość zakładów oraz dokładność sklejania poszczególnych warstw zgodnie z wymaganiami podanymi w niniejszej specyfikacji.

Podczas układania hydroizolacji w obrębie sączka, warstwy hydroizolacji powinny być wprowadzone do skrzydełka sączka w sposób umożliwiający spływ wody z hydroizolacji.

Jeżeli wyżej wymienione badania dadzą wynik pozytywny, wykonane roboty należy uznać za zgodne z wymaganiami. Jeżeli choć jedno z badań da wynik negatywny, całość robót odbieranych lub ich część należy uznać za niezgodne z wymaganiami i nie mogą być przyjęte. W tym celu należy poprawić wykonane niezgodnie z niniejszymi wymaganiami roboty, a po ich poprawieniu przedstawić do ponownego badania.

### **7.1.2. Drenaż nawierzchni mostów**

a) Materiały

Sprawdzenie materiałów należy przeprowadzić bezpośrednio lub pośrednio na podstawie zapisów w dzienniku budowy lub innych dokumentów stwierdzających zgodność użytych materiałów z wymaganiami dokumentacji projektowej oraz powołanymi normami i wymaganiami podanymi w STWiORB.

b) Poprawność ułożenia włókniny

Włóknina w postaci paska o grubości ok. 15 mm i szerokości ok. 4 cm powinna być położona bezpośrednio na hydroizolacji, z wprowadzeniem końców (ok. 15 cm) w dół do sączków/wpustów.

c) Wybudowanie masy drenażowej

Żywica w ilości 1,5 - 2% masy kruszywa powinna całkowicie otoczyć ziarna kruszywa jednofrakcyjnego grubego 8/12 mm. Temperatura przygotowanej mieszanki powinna wynosić +10°C - +15°C. Masa drenażowa powinna być

wbudowana w czasie maksymalnie 30 min. od momentu dodania utwardzacza do żywicy.

Jeżeli wyżej wymienione badania dadzą wynik pozytywny, wykonane roboty należy uznać za zgodne z wymaganiami. Jeżeli choć jedno z badań da wynik negatywny, całość robót odbieranych lub ich część należy uznać za niezgodne z wymaganiami i nie mogą być przyjęte. W tym celu należy poprawić wykonane niezgodnie z niniejszymi wymaganiami roboty, a po ich poprawieniu przedstawić do ponownego badania.

### **7.1.3. Wpusty mostowe**

#### **a) Usytuowania w pionie i planie**

Wpusty należy osadzać na rzędnej określonej w dokumentacji projektowej z tolerancją 3 mm.

#### **b) Materiały**

Sprawdzenie materiałów należy przeprowadzić bezpośrednio lub pośrednio na podstawie zapisów w dzienniku budowy lub innych dokumentów stwierdzających zgodność użytych materiałów z wymaganiami dokumentacji projektowej oraz powołanymi normami i wymaganiami podanymi w STWiORB.

#### **c) Kompletność wpustu**

Sprawdzenie wpustów polega na porównaniu ich konstrukcji z katalogiem wyrobu oraz niwelacyjnemu i sytuacyjnemu sprawdzeniu rozmieszczenia poszczególnych wpustów. Badania należy wykonać za pomocą niwelatora, taśmy stalowej, oględzin zewnętrznych.

#### **d) Podłączenie do kanalizacji zbiorczej odwodnienia obiektu mostowego**

Sprawdzenie podłączenia polega na wykonaniu próby szczelności.

Jeżeli wyżej wymienione badania dadzą wynik dodatni, wykonane roboty należy uznać za zgodne z wymaganiami. Jeżeli choć jedno z badań da wynik ujemny całość robót odbieranych lub ich część należy uznać za niezgodne z wymaganiami i nie mogą być przyjęte. W tym celu należy poprawić wykonane niezgodnie z niniejszymi wymaganiami roboty, a po ich poprawieniu przedstawić do ponownego badania.

### **7.1.4. Sączki mostowe**

#### **a) Usytuowanie w pionie i planie**

Sączki należy osadzać na rzędnej określonej w dokumentacji projektowej z tolerancją 3 mm.

b) Materiały

Sprawdzenie materiałów należy przeprowadzić bezpośrednio lub pośrednio na podstawie zapisów w dzienniku budowy lub innych dokumentów stwierdzających zgodność użytych materiałów z wymaganiami dokumentacji projektowej oraz powołanymi normami i wymaganiami podanymi w STWiORB.

Sączki powinny być wykonane ze stali nierdzewnej lub z materiałów odpornych na temperaturę w zakresie od  $-35^{\circ}\text{C}$  do  $250^{\circ}\text{C}$ . Rurki odpływowe z sączka powinny być wykonane ze stali nierdzewnej lub z tworzyw sztucznych o średnicy nominalnej DN 50 mm.

c) Kompletność sączków

Sprawdzenie sączków polega na porównaniu ich konstrukcji z katalogiem wyrobu oraz niwelacyjnemu i sytuacyjnemu sprawdzeniu rozmieszczenia poszczególnych sączków. Badania należy wykonać za pomocą niwelatora, taśmy stalowej, oględzin zewnętrznych.

Jeżeli wyżej wymienione badania dadzą wynik dodatni, wykonane roboty należy uznać za zgodne z wymaganiami. Jeżeli choć jedno z badań da wynik ujemny całość robót odbieranych lub ich część należy uznać za niezgodne z wymaganiami i nie mogą być przyjęte. W tym celu należy poprawić wykonane niezgodnie z niniejszymi wymaganiami roboty, a po ich poprawieniu przedstawić do ponownego badania.

### **7.1.5. Elementy zawiesi**

a) Usytuowanie zawiesi

Elementy systemu zawiesi należy osadzać na rzędnej określonej w dokumentacji projektowej z tolerancją 1 mm.

b) Materiały

Sprawdzenie materiałów należy przeprowadzić bezpośrednio lub pośrednio na podstawie zapisów w dzienniku budowy lub innych dokumentów stwierdzających zgodność użytych materiałów z wymaganiami dokumentacji projektowej oraz powołanymi normami i wymaganiami podanymi w STWiORB.

c) Zabezpieczenie antykorozyjne

Elementy systemu zawiesi powinny być wykonane ze stali nierdzewnej A4 lub zabezpieczone antykorozyjnie przez cynkowanie ogniowe zgodnie z wymaganiami PN-EN ISO 1461:2000 [40] lub wymaganiami zawartymi w Aprobatach Technicznych i STWiORB. Dodatkowo powłoka cynkowa powinna być zabezpieczona powłokami malarskimi. Sprawdzeniu podlega wizualnie wygląd zewnętrzny powłoki zgodnie z PN-H-97070:1979 [41],

a także grubość powłoki zgodnie z PN-EN ISO 2808:2000 [42] lub PN-C-81515:1993 [43] oraz jej przyczepność do podłoża zgodnie z PN-EN 24624:1994 lub PN-EN ISO 2409:1999 [44].

- d) Zamocowanie zawiesi do konstrukcji obiektu mostowego  
Sprawdzeniu podlega jakość zamocowania zawiesi do konstrukcji obiektu mostowego (np.: wizualna ocena jakości wykonanej spoiny).

Jeżeli wyżej wymienione badania dadzą wynik dodatni, wykonane roboty należy uznać za zgodne z wymaganiami. Jeżeli choć jedno z badań da wynik ujemny całość robót odbieranych lub ich część należy uznać za niezgodne z wymaganiami i nie mogą być przyjęte. W tym celu należy poprawić wykonane niezgodnie z niniejszymi wymaganiami roboty, a po ich poprawieniu przedstawić do ponownego badania.

#### **7.1.6. Elementy instalacji odprowadzających**

- a) Materiały

Sprawdzenie materiałów należy przeprowadzić bezpośrednio lub pośrednio na podstawie zapisów w dzienniku budowy lub innych dokumentów stwierdzających zgodność użytych materiałów z wymaganiami dokumentacji projektowej oraz powołanymi normami i wymaganiami podanymi w STWiORB.

- b) Kompletność systemu odwodnienia instalacji odprowadzającej obiektu mostowego

Sprawdzenie kompletności systemu należy przeprowadzić bezpośrednio lub pośrednio na podstawie zapisów w dzienniku budowy lub innych dokumentów, stwierdzających zgodność liczby zastosowanych elementów odwodnienia z wymaganiami dokumentacji projektowej oraz kosztorysu.

- c) Tolerancje usytuowania zawieszenia instalacji odprowadzającej

Odchylenie rur odwadniających od pionu nie powinno przekraczać 10 mm przy długości rur do 10 m oraz 20 mm przy długości rur większych niż 10 m. Odchylenie rur odwadniających od linii prostej mierzone na długości 3 m nie powinno przekraczać 2 mm.

Jeżeli wyżej wymienione badania dadzą wynik dodatni, wykonane roboty należy uznać za zgodne z wymaganiami. Jeżeli choć jedno z badań da wynik ujemny całość robót odbieranych lub ich część należy uznać za niezgodne z wymaganiami i nie mogą być przyjęte. W tym celu należy poprawić wykonane niezgodnie z niniejszymi wymaganiami roboty, a po ich poprawieniu przedstawić do ponownego badania.

### **7.1.7. Próba szczelności systemu odwodnienia**

Po zakończeniu robót sprawdza się szczelność wbudowanego systemu odwadniającego na podstawie szczegółowego przeglądu dokonanego w trakcie intensywnych opadów atmosferycznych lub próby wodnej.

Sprawdzenie sprawności działania całego odwodnienia polega na stwierdzeniu za pomocą oględzin czy woda z płyty pomostu w całości jest odprowadzona przez system wpustów oraz czy nie ma przecieków wody na elementach instalacji odprowadzających.

Jeżeli wyżej wymienione badanie da wynik dodatni, wykonane roboty należy uznać za zgodne z wymaganiami. Jeżeli da wynik ujemny całość robót odbieranych lub ich część należy uznać za niezgodne z wymaganiami i nie mogą być przyjęte. W tym celu należy poprawić wykonane niezgodnie z niniejszymi wymaganiami roboty, a po ich poprawieniu przedstawić do ponownego badania.

### **7.1.8. Odwodnienie nasypu za przyczółkami**

#### **a) Materiały**

Sprawdzenie materiałów należy przeprowadzić bezpośrednio lub pośrednio na podstawie zapisów w dzienniku budowy lub innych dokumentów stwierdzających zgodność użytych materiałów z wymaganiami dokumentacji projektowej oraz powołanymi normami i wymaganiami podanymi w STWiORB.

#### **b) Kompletność wykonania odwodnienia za przyczółkiem**

- ułożenie warstwy filtracyjnej

Warstwa filtracyjna powinna być wykonana z tłucznia, żwiru, piasku grubego i średniego. Warstwa filtracyjna powinna być ułożona na warstwie odcinającej z gruntu nieprzepuszczalnego o grubości do 50 cm ze spadkiem 5 %.

- ułożenie pustaków filtracyjnych/skrzynek rozsączających

Ściana z pustaków filtracyjnych powinna być ułożona warstwami.

Zwichrowanie i skrzywienie powierzchni ściany:

- na długości 1 m - 6 mm
- na całej powierzchni ściany - 20 mm

Odchylenie od pionu powierzchni i krawędzi:

- na wysokości 1 m - 6 mm
- na całej wysokości ściany - 10 mm.

- ułożenie geokompozytów

Geokompozyt powinien ściśle przylegać do ściany przyczółka właściwą powierzchnią i być ułożony osłaniającą warstwą geowłókniny filtracyjnej od strony gruntu zasypowego.

c) Wykonanie zasypki

Zasypka powinna być układana warstwami nie mniejszymi niż 0,5 m, wykonanymi z gruntów niespoistych o uziarnieniu i współczynniku filtracji przyjętymi zgodnie z PN-S-02205:1998.

Jeżeli wyżej wymienione badania dadzą wynik dodatni, wykonane roboty należy uznać za zgodne z wymaganiami. Jeżeli choć jedno z badań da wynik ujemny całość robót odbieranych lub ich część należy uznać za niezgodne z wymaganiami i nie mogą być przyjęte. W tym celu należy poprawić wykonane niezgodnie z niniejszymi wymaganiami roboty, a po ich poprawieniu przedstawić do ponownego badania.

#### **7.1.9. Urządzenia ochrony środowiska**

Kryteria odbioru urządzeń ochrony środowiska stosowanych w odwodnieniu obiektu mostowego powinny być zgodne z wymaganiami zawartymi w Zeszycie nr 7 „**Zagadnienia ekologiczne odwodnienia pasa drogowego**” wchodzącym w skład serii Zaleceń projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg i obiektów inżynierskich.

## **8. Kontrola okresowa stanu technicznego systemu odwodnienia obiektów mostowych**

System oceny stanu technicznego dotyczy całego obiektu mostowego i w ramach tego systemu realizowana jest ocena stanu technicznego odwodnienia, która jest zgodna z Instrukcją [58].

System kontroli obiektu mostowego obejmuje:

- przeglądy bieżące – okresowe kontrole co pół roku,
- przeglądy podstawowe – okresowe kontrole roczne,
- przeglądy rozszerzone – okresowe kontrole pięcioletnie,
- przeglądy szczegółowe,
- ekspertyzy.

W ramach okresowego systemu kontroli stanu technicznego mostu wykonywane są protokoły z przeglądów, gdzie między innymi dokonuje się oceny stanu technicznego systemu odwodnienia obiektów mostowych.

### **8.1. Warunki prowadzenia kontroli stanu technicznego systemu odwodnienia obiektów mostowych**

Kontrola stanu technicznego systemu odwodnienia może być wykonywana przez cały rok. Najlepszym momentem dla przeprowadzenia kontroli odwodnienia obiektu mostowego jest okres czasu od 3 do 5 godzin po intensywnych opadach deszczu. W takim przypadku wszystkie wady systemu odwodnienia będą bardzo dobrze widoczne.

### **8.2. Elementy systemu odwodnienia obiektów mostowych podlegające kontroli stanu technicznego**

Kontrola stanu technicznego systemu odwodnienia polega na okresowych przeglądach odwodnienia obiektu mostowego. Kontrola obejmuje przegląd wszystkich elementów odwodnienia, które mogą, ale nie muszą występować na każdym obiekcie mostowym. Elementy systemu odwodnienia obiektów mostowych, podlegające kontroli, mogą być następujące:

- pochylenia podłużne i poprzeczne nawierzchni jezdni i chodników,
- wpusty mostowe zainstalowane w płycie pomostu,
- sączi zainstalowane w płycie pomostu,
- ścieki przykrawężnikowe,
- kapinosy,
- przewody zbiorcze i rury spustowe,
- ścieki skarpowe za przyczółkami,



- urządzenia dylatacyjne,
- urządzenia ochrony środowiska.

Oprócz wymienionych wyżej elementów odwodnienia, podczas przeglądu obiektu mostowego, należy dokonać przeglądu dylatacji (przykryć dylatacyjnych lub urządzeń dylatacyjnych zainstalowanych w obiekcie mostowym) pod kątem ich szczelności.

### **8.2.1. Pochylenia podłużne i poprzeczne nawierzchni**

Podczas przeglądu obiektu należy sprawdzić, czy na nawierzchniach jezdni i chodników:

- pochylenia podłużne i poprzeczne nie uległy deformacji,
- czy powstają zastoiska i/lub kałuże wody,
- czy zachodzi zjawisko osadzania się piasku i innych zanieczyszczeń w ścieku przykrawężnikowym.

Podczas przeglądu należy ocenić i ustalić przyczyny powstania złego odwodnienia nawierzchni oraz określić warunki ich usunięcia.

Zastoiska wody nie powinny powstawać ani na jezdni, ani na chodnikach. Jednym z kryteriów oceny poprawności wykonania pochyłeń podłużnych i poprzecznych na nawierzchniach jezdni i na chodników jest brak zastoisk wody. W miejscach powstawania zastoisk wody na nawierzchniach jezdni i chodników osadza się drobny piasek i pył. Krawędź zastoiska wody jest wyznaczona przez wyraźną linię (w kolorze szarym lub szarobrązowym) utworzoną z bardzo drobnego pyłu mocno przylegającego do nawierzchni.

Na obiektach mostowych dochodzi do osadzania się pyłu i piasku w ścieku przy krawężniku oraz przy wpustach. Podczas przeglądu należy ocenić, czym jest to spowodowane. Przyczyny zjawiska mogą być następujące:

- na obiekcie mostowym brak jest pochylenia podłużnego; może to wynikać z błędu projektowego lub wykonawczego albo jest następstwem usytuowania obiektu w takim odcinku niwelety drogi, gdzie jej przebieg jest prawie płaski a pochylenie podłużne jest bliski zero (np. na wierzchołku łuku pionowego wypukłego),
- nawierzchnia jest nierówno wykonana bądź uległa deformacji, (skoleinowaniu) na skutek błędów wykonania lub długotrwałej eksploatacji.

Prawidłowo ukształtowane pochylenia na płycie pomostu obiektu mostowego pokazano na rys. 8.1, a skutki błędnie ukształtowanych pochyłeń na nawierzchni jezdni pokazano na rys. 8.2 i 8.3.



Rys. 8.1. Prawidłowo ukształtowane pochylenia na obiekcie mostowym



Rys. 8.2. Piasek zbierający się w linii ścieku na skutek złego wyprofilowania przeciwspadku przy krawężniku



Rys. 8.3. Zdeformowana nawierzchnia – widoczne koleiny przy krawężniku

Prawidłowo wykonany krawężnik i ściek przy krawężniku pokazano na rys. 8.4.



Rys. 8.4. Prawidłowo wykonana nawierzchnia przy krawężniku

### **8.2.2. Wpusty zainstalowane w płycie pomostu**

Podczas przeglądu należy sprawdzić, czy:

- wpusty są drożne, tzn. odbierają wodę z pomostu oraz czy nie są zapchane pyłem, piaskiem, liśćmi lub innymi zanieczyszczenia naniesionymi przez spływającą z pomostu wodę.
- nie występują przecieki wody przez płytę po zewnętrznym obwodzie przykanalika; w tym celu należy obejrzeć wpust od spodu obiektu mostowego,
- wpusty mostowe nie są zamontowane zbyt wysoko w stosunku do otaczającej nawierzchni i nie mogą prawidłowo odbierać wody.

Przykłady prawidłowo działającego wpustu pokazano na rys. 8.5, a przykłady wpustów nieprawidłowych pokazano na rys. 8.6, 8.7 i 8.8.



Rys. 8.5. Prawidłowo osadzony wpust mostowy



Rys. 8.6. Niedrożne wpusty mostowe



Rys. 8.7. Przepięki wody na obwodzie wpustu mostowego od spodu płyty



Rys. 8.8. Nieprawidłowy osadnik zanieczyszczeń wykonany w postaci odlewu, ograniczający możliwość przelewu wody przez wpust

### **8.2.3. Sączki mostowe zainstalowane w płycie pomostu**

Podczas przeglądu należy sprawdzić:

- czy sączki są drożne, tzn. odbierają wodę z hydroizolacji oraz czy nie są zanieczyszczone produktami korozji, głównie węglanem wapnia, w kolorze białym lub rdzawym, wylugowanymi z nawierzchni;
- czy nie występują przecieki wody przez płytę po zewnętrznym obwodzie rury odprowadzającej wodę z sączka; w tym celu należy obejrzeć sączek od spodu obiektu.

Sączki odprowadzające wodę z hydroizolacji spod nawierzchni nie są widoczne od góry obiektu. Widoczne są jedynie rurki odprowadzające wodę od spodu płyty.

Sączki powinny być drożne, tzn. woda może wypływać z rurki sączka, ale powinna wypływać tylko z wnętrza tej rurki. Nie powinno być wody wypływającej przez płytę pomostu po zewnętrznej stronie sączka. Konstrukcja wokół sączka nie powinna być zawilgocona, nie powinno być w tej strefie białych ani rdzawych wykwitów, ani śladów korozji.

Wewnątrz rurki sączka mogą odkładać się produkty korozji. Uszkodzenia sączka polegają na wypełnieniu przekroju rurki sączka produktami korozji lub na przeciekach wody wokół obwodu rurki sączka.

Przykłady prawidłowo działającego sączka pokazano na rys. 8.9, a przykłady sączków uszkodzonych pokazano na rys. 8.10 i 8.11.



Rys. 8.9. Prawidłowo zainstalowany i drożny sączek przy braku możliwości podłączenia do kanalizacji zbiorczej



Rys. 8.10. Całkowicie skorodowane rurki sączków. Widok od spodu płyty



Rys. 8.11. Sączek wypełniony produktami korozji

#### **8.2.4. Ścieki przykrawężnikowe**

Podczas przeglądu należy sprawdzić:

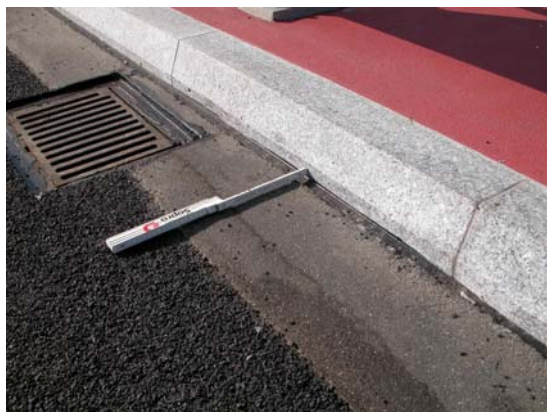
- czy ściek przykrawężnikowy jest drożny, tzn. czy w ścieku nie zachodzi zjawisko osadzania się w nim piasku lub zanieczyszczenia;
- czy nawierzchnia w strefie ścieku przykrawężnikowego jest uszkodzona.

Ścieki przykrawężnikowe powinny być czyste oraz mieć równą i gładką powierzchnię. Jest to konieczne, aby zapewnić szybkie i sprawne odprowadzenie wody.

Nawierzchnia w strefie ścieku przykrawężnikowego może być wykonana w taki sam sposób jak na jezdni. Niekiedy może być wykonany specjalny ściek z kostki brukowej, kształtek betonowych, płyt kamiennych lub z asfaltu lanego ukształtowanego w formie przeciwspadku.

Gdy przy krawężniku ukształtowany jest specjalny ściek przykrawężnikowy, to jego elementy konstrukcyjne takie jak: kostka brukowa, kształtki betonowe czy płyty kamienne nie powinny być uszkodzone oraz powinny być dobrze posadowione w podłożu. Nie powinno być także szczelin ani uszkodzeń nawierzchni w połączeniu krawężnika lub ścieku przykrawężnikowego z nawierzchnią mostową.

Przykłady prawidłowych ścieków przykrawężnikowych pokazano na rys. 8.12 i 8.13, a przykład nieprawidłowego ścieku na rys. 8.14. Odmianą ścieku przykrawężnikowego jest ściek wykonany wewnątrz krawężnika, którego schemat pokazano na rys. 8.15.



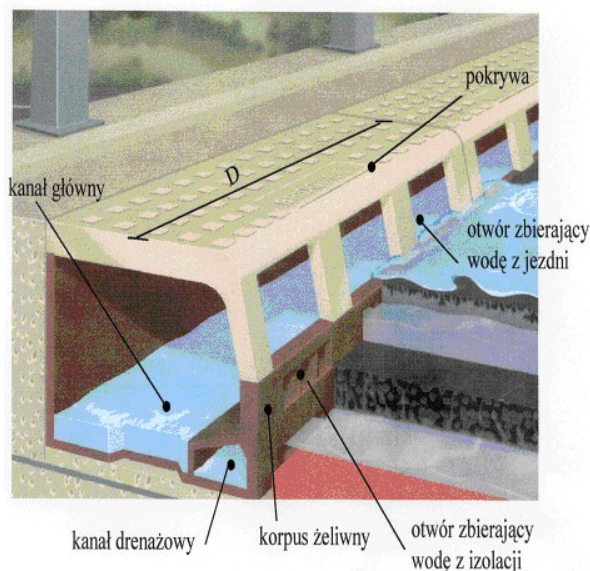
Rys. 8.12. Ściek przykrawężnikowy wykonany z asfaltu twardolanego



Rys. 8.13. Ściek przykrawężnikowy wykonany z płyt granitowych



Rys. 8.14. Ściek przykrawężnikowy wypełniony piaskiem



Rys. 8.15. Schemat ścieku umieszczonego we wnętrzu krawężnika [56]

### **8.2.5. Kapinosy**

W czasie przeglądu należy sprawdzić, czy kapinosy nie są uszkodzone oraz czy wykonano je na całej długości obiektu.

W przypadku braku kapinosów na dolnej powierzchni płyty pomostu pojawiają się brudne zacieki a nawet mogą się pojawić korozyjne uszkodzenia materiału konstrukcyjnego płyty.



Przykłady nieprawidłowego przerwania ciągłości kapinosa pokazano na rys. 8.16.



Rys. 8.16. Skutki braku ciągłości kapinosa

#### **8.2.6. Instalacje odprowadzające**

Instalacje odprowadzające wodę z wpustów i sączków powinny być sprawdzone pod względem ich drożności i szczelności. Podczas przeglądu należy zwrócić uwagę na następujące elementy:

- czy nie następują wycieki wody na połączeniach rur oraz przez czyszczaki – istnienie takich przecieków świadczy o braku drożności systemu,
- czy rury nie zostały uszkodzone mechanicznie, oraz czy połączenia rur nie zostały rozszczelnione,
- czy wieszaki i zamocowania rur, czyszczaki i kompensatory nie uległy uszkodzeniu.

Najlepszym okresem do sprawdzenia szczelności instalacji odprowadzających pod obiektem mostowym jest czas bezpośrednio po opadach deszczu (do 2 godzin), gdy na nieszczelnościach utrzymują się wycieki wody oraz okres mrozów po odwilży, gdy na nieszczelnościach występują lodowe sople. W przypadku gdy instalacje odprowadzające są wykonane z rur żeliwnych ocena ich drożności i szczelności jest ułatwiona. Przewody drożne mają kolor czarny, przewody niedrożne są brązowe, a na kielichach widoczne są nacieki błota. Przykłady prawidłowo działających rur odprowadzających wodę pokazano na rys. 8.17, 8.18 i 8.19, a przykład rur niedrożnych na rys. 8.7.



Rys. 8.17. Instalacja odprowadzająca wodę z wpustów



Rys. 8.18. Odprowadzenie wody z sączka do przewodu zbiorczego. Widoczny przeciek przez nieprawidłowo doklejone zakończenie hydroizolacji przy urządzeniu dylatacyjnym



Rys. 8.19. Wyprowadzenie wody na skarpe przyczółka

### **8.2.7. Ścieki skarpowe za przyczółkami**

Niedopuszczalne jest aby wody opadowe i technologiczne spływające z jezdni zalewały odcinek nasypu pomiędzy krawędzią skrzydła przyczółka a ściekiem skarpowym. Niedopuszczalne jest również rozmywanie skarp w strefie ścieku skarpowego oraz na odcinku nasypu pomiędzy ściekiem skarpowym a przyczółkiem. Prawidłowe usytuowanie ścieku skarpowego w rejonie skrzydła przyczółka pokazano na rys. 4.23. Wszelkie uszkodzenia systemu odwodnienia w tej strefie powinny być natychmiast naprawione.

Prawidłowo wykonany ściek skarpowy pokazano na rys. 8.20.



Rys. 8.20. Ściek skarpowy wykonany prawidłowo poza przyczółkiem

### **8.2.8. Urządzenia dylatacyjne**

Podczas przeglądu dylatacji obiektu mostowego należy ocenić:

- szczelność urządzeń lub przykryć dylatacyjnych (gdy urządzenia lub przykrycia dylatacyjne wbudowane w obiekt powinny być wodoszczelne),
- prawidłowość działania systemu odwodnienia dylatacji (gdy w obiekt są wbudowane urządzenia dylatacyjne przepuszczające wodę).

Należy sprawdzić, czy przez szczeliny dylatacyjne przepływa woda powodując zalewanie ław podłożyskowych oraz przyległych do szczeliny dylatacyjnej elementów konstrukcji, takich jak czoła belek, ściany czołowe ścianek żwirowych, ciosy podłożyskowe, łożyska.

O istnieniu przecieków wody świadczy skorodowanie stalowych elementów konstrukcji przyległych do szczeliny dylatacyjnej, błoto osadzone w głowicach filarów lub na ławach podłożyskowych przyczółków oraz ciemne brudne nacieki na powierzchni przyczółków lub filarów.

Generalnie jeśli urządzenie dylatacyjne nie jest szczelne, to widoczne są nacieki na spodzie konstrukcji niezależnie od pogody. Najczęściej jest to korozja na elementach stalowych od spodu, nacieki z błota lub wapna, itp. Pęknięte uszczelki w urządzeniach dylatacyjnych modułowych są widoczne doskonale nawet przy „suchej” pogodzie.

Niewielkie, punktowe nieszczelności polegające na nie doklejeniu hydroizolacji do urządzenia dylatacyjnego objawiają się mokrymi plamami i/lub niewielkimi białymi naciekami na powierzchni betonu w szczelinie dylatacyjnej (rys. 8.18).

Palczaste urządzenie dylatacyjne z rynną odwadniającą szczelinę dylatacyjną pokazano na rys. 4.5. Skutki przeciekania wody przez dylatację, które powinny być wodoszczelne, pokazano na rys. 8.21.



Rys. 8.21. Skutki niewłaściwego odwodnienia obiektu mostowego w strefie dylatacji

### **8.2.9. Urządzenia ochrony środowiska**

Kontrola stanu technicznego urządzeń ochrony środowiska stosowanych w odwodnieniu obiektu mostowego powinna być zgodna z wymaganiami zawartymi w Zeszycie nr 7 „**Zagadnienia ekologiczne odwodnienia pasa drogowego**” wchodzącym w skład serii Zaleceń Projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg i obiektów inżynierskich.

## **9. Utrzymanie**

Utrzymanie obejmuje następujący zakres czynności:

- konserwacja,
- czyszczenie,
- drobne naprawy.

Konserwacji i czyszczeniu elementów odwodnienia obiektu mostowego podlegają:

- wpusty mostowe,
- sączki,
- ścieki przykrawężnikowe,
- przewody zbiorcze i rury spustowe,
- ścieki skarpowe,
- urządzenia ochrony środowiska (separatory, osadniki).

### **9.1. Wpusty mostowe**

Roboty utrzymaniowe obejmują:

- czyszczenie zapewniające stałą drożność,
- czyszczenie szczelin kraty wpustu i osadnika zanieczyszczeń,
- prowadzenie bieżących napraw z uzupełnianiem brakujących elementów,
- uzupełnienie nawierzchni wokół wpustu materiałami uszczelniającymi.

Wymiana elementów zniszczonych wpustów mostowych polega na:

- usunięciu zniszczonego i wbudowaniu nowego elementu wpustu,
- usunięciu pozostałości rozbiórkowych,
- uzupełnieniu nawierzchni wokół wpustu materiałami uszczelniającymi.

Czyszczenie i konserwację wpustów mostowych w zależności od potrzeb należy wykonać minimum raz do roku, po okresie zimowym lub zgodnie z zaleceniami producenta. Należy sprawdzić drożność połączenia wpustu z przewodami kanalizacyjnymi.

### **9.2. Sączki mostowe**

Roboty utrzymaniowe obejmują:

- czyszczenie zapewniające stałą drożność,
- usunięcie nacieków i osadów w rejonie kapinosów,
- oczyszczenie terenu i strefy wokół sączka.

Wymiana elementów zniszczonych sączków polega na:

- usunięciu zniszczonego i wbudowaniu nowego elementu sączka,
- usunięcie pozostałości rozbiórkowych,
- uzupełnienie nawierzchni wokół sączka materiałami uszczelniającymi.

Sączki należy udrażniać w miarę konieczności w sposób mechaniczny lub hydrauliczny.

### **9.3. Ścieki przykrawężnikowe**

Roboty utrzymaniowe obejmują:

- czyszczenie zapewniające stałą drożność,
- prowadzenie bieżących napraw z uzupełnianiem brakujących elementów,
- uzupełnienie nawierzchni wokół ścieku materiałami uszczelniającymi.

Wymiana elementów zniszczonych ścieku przykrawężnikowego polega na:

- usunięciu zniszczonego i wbudowaniu nowego elementu ścieku,
- usunięciu pozostałości rozbiórkowych,
- uzupełnieniu nawierzchni wokół ścieku materiałami uszczelniającymi.

Czyszczenie i konserwację ścieków przykrawężnikowych w zależności od potrzeb należy wykonać minimum raz do roku, po okresie zimowym lub zgodnie z zaleceniami producenta.

### **9.4. Instalacje odprowadzające**

Roboty utrzymaniowe obejmują:

- czyszczenie zapewniające stałą drożność,
- czyszczenie przewodów w sposób mechaniczny lub hydrauliczny,
- prowadzenie bieżących napraw z uzupełnianiem brakujących elementów,
- dopasowanie i uszczelnianie połączeń w przypadku przecieków wody,
- zabezpieczenie antykorozyjne powierzchni żeliwnych odpowiednimi powłokami.

Wymiana elementów zniszczonych przewodów zbiorczych i rur spustowych polega na:

- usunięciu zniszczonego i wmontowanie nowego elementu,
- uszczelnieniu połączeń.

Czyszczenie i konserwację przewodów zbiorczych i rur spustowych w zależności od potrzeb należy wykonać minimum raz do roku, po okresie zimowym lub zgodnie z zaleceniami producenta. Należy sprawdzić drożność połączenia z wpustami i sączkami.

### **9.5. Ścieki skarpowe**

Roboty utrzymaniowe obejmują:

- oczyszczenie z naniesionych zanieczyszczeń
- oczyszczenie terenu wokół ścieków (m.in.: koszenie traw, wycięcie krzewów),
- usunięcie odpadów poza pas drogowy,
- wypełnienie ubytków materiałem naprawczym,

Wymiana elementów zniszczonych ścieków skarpowych polega na:

- usunięciu zniszczonego i wbudowaniu nowego elementu ścieku,
- wypełnieniu szczelin pomiędzy ściekami materiałem naprawczym,
- usunięciu pozostałości rozbiórkowych.

Czyszczenie i konserwację ścieków skarpowych w zależności od potrzeb należy wykonać minimum raz do roku, po okresie zimowym.

### **9.6. Urządzenia ochrony środowiska**

Utrzymanie urządzeń ochrony środowiska stosowanych w odwodnieniu obiektu mostowego powinno być zgodne z wymaganiami zawartymi w Zeszycie nr 7 „**Zagadnienia ekologiczne odwodnienia pasa drogowego**” wchodzącym w skład serii Zaleceń projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg i obiektów inżynierskich.

## **10. Ocena efektywności ekonomicznej**

Analiza efektywności ekonomicznej przedsięwzięcia z zakresu infrastruktury transportowej polega na oszacowaniu kosztów i korzyści ekonomicznych w przyjętym okresie eksploatacji (przyjęto 25 lat bezawaryjnej pracy wbudowanego systemu odwodnienia) dla:

- wariantu **bezinwestycyjnego** (bez odwodnienia) - **W0**
- wariantu **inwestycyjnego** (z odwodnieniem) - **WI**.

Dla potrzeb niniejszej analizy przyjęto, że wariant bezinwestycyjny (W0) polegać będzie na eksploatacji danego typu obiektu bez instalacji odwodnieniowej zaś wariant inwestycyjny (WI) na eksploatacji takiego samego obiektu wyposażonego w przedmiotową instalację. Założono, że na początku analizowanego okresu referencyjnego (25 lat) taki sam, dobry stan techniczny obiektu (nowobudowany lub po przebudowie) w obu wariantach oraz takie same zewnętrzne uwarunkowania eksploatacyjne w okresie referencyjnym (czynniki hydro- i meteorologiczne oraz obciążenie ruchem).

Jednocześnie skutkiem braku odpowiedniego systemu odwodnienia w wariantcie W0 będzie negatywne działanie wód opadowych na stalowe i betonowe elementy konstrukcyjne obiektu mostowego - podpory i ustrój nośny. Efektem tego będzie konieczność zwiększonej częstotliwości remontów cząstkowych, dotyczących usunięcia uszkodzeń spowodowanych działaniem ruchu, warunkami atmosferycznymi i gruntowo-wodnymi (np. usuwanie drobnych uszkodzeń, pęknięć i wykruszeń nawierzchni) oraz remontów okresowych, polegających na wymianie uszkodzonych elementów konstrukcji oraz przywróceniu pierwotnych cech nawierzchni. Częstotliwości tych działań dla obu analizowanych wariantów (W0 i WI) opisano w postaci tzw. **scenariuszy utrzymaniowych**.

W oparciu o ww. scenariusze przygotowano model przepływów finansowych związanych z tymi nakładami utrzymaniowo-remontowymi wykorzystując ceny jednostkowe tych zabiegów podane w instrukcji [46] oraz wielkość powierzchni płyty pomostowej obiektu mostowego.

Drugim rodzajem kosztu ekonomicznego uwzględnionym w niniejszej analizie jest koszt straty czasu spowodowanej utrudnieniami w ruchu w trakcie przeprowadzenia remontów okresowych (takimi jak ograniczenie prędkości, ograniczenie przepustowości, konieczność korzystania z objazdów, itp.). Założono, że średnia strata czasu dla każdego typu pojazdu samochodowego wyniesie 30 sek. Do obliczeń sumarycznego kosztu utraconego czasu wykorzystano dane z GPR (Generalny Pomiar Ruchu) [47] na drogach krajowych w 2005 r. oraz wartości jednostkowe podane w instrukcji [46]. Średni SDR



(Średni Dobowy Ruch) na sieci dróg krajowych w 2005 r. wyniósł 8,3 tys. pojazdów na dobę.

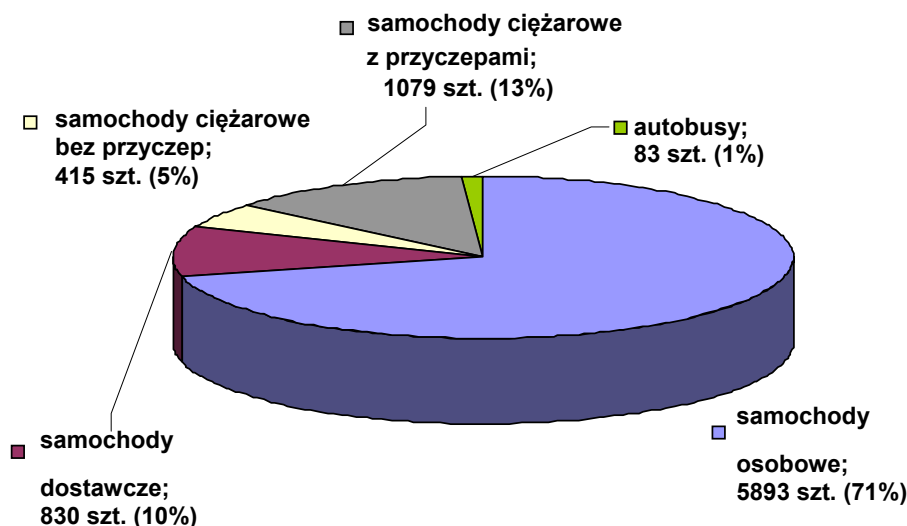
Średnią strukturę wg typów pojazdów samochodowych przedstawiono na rysunku 10.1.

Liczę pojazdów przeliczono na liczbę osobopodróży służbowych (25% podróżujących samochodami osobowymi, kierowcy pozostałych typów pojazdów) i niesłużbowych (75% podróżujących samochodami osobowymi, pasażerowie autobusów) Do obliczeń przyjęto średnie zapelnienie samochodów osobowych na 1,5 osoby a autobusu na 12 pasażerów. Wyniki przedstawiono w tablicy 10.1.

**Tablica 10.1 Liczba pojazdów przeliczona na liczbę osobo podróży służbowych i niesłużbowych**

Rodzaj osobo-podróży	Samochody osobowe	Samochody dostawcze	Samochody ciężarowe bez przyczep	Samochody ciężarowe z przyczepami	Autobusy	Ogółem
Służbowe	2 210	830	415	1 079	83	4 617
Niesłużbowe	5 525	0	0	0	996	6 521

W oparciu o liczbę osobopodróży oraz wartości jednostkowe kosztów czasu do 2010 r., wyliczono łączną wartość kosztów strat czasu przypadającą na remont okresowy obiektu mostowego (przyjęto średni czas trwania utrudnień powodujących straty czasu na okres 1 miesiąca). Obliczony w ten sposób łączny koszt strat czasu wynikających z utrudnień w okresie prowadzenia robót remontowych 91,1 tys. zł. Wyniki przedstawiono w tablicy 10.2.



Rys. 10.1. Średni Dobowy Ruch (SDR) na sieci dróg krajowych w podziale na kategorie pojazdów samochodowych (wg GPR 2005)

**Tablica 10.2 Łączny koszt strat czasu wynikający z utrudnień w okresie prowadzenia robót remontowych**

Rodzaj osobopodróży	Ogółem w ciągu doby	Jednostkowy koszt czasu (zł/godz.)	Łączny koszt dobowy wydłużenia czasu przejazdu (zł/dobę)	Koszty ogółem czasu trwania utrudnień (zł/miesiąc)
Służbowe	4 617	38,0	1 462,0	43 860,0
Niesłużbowe	6 521	29,0	1 576,0	47 275,0
Razem				91 135,0

W załączniku nr 1 przedstawiono oceny efektywności społeczno-ekonomicznej systemów odwodnienia dla trzech wybranych typów obiektów mostowych (o konstrukcji żelbetowej, stalowej i kamiennej). W kolumnie „nominalna” od sumy wszystkich przepływów w wariantcie bezinwestycyjnym (W0) odjęto sumę przepływów w wariantcie inwestycyjnym (W1). Dzięki wyposażeniu obiektu mostowego w instalację odwodnieniową, częstotliwość zabiegów remontowych ulega zmniejszeniu, a tym samym ograniczeniu ulegają

nakłady finansowe. Otrzymujemy w ten sposób strumień różnicowy przepływów finansowych i ekonomicznych.

Strumień ten jest podstawą kalkulacji ekonomicznej wartości bieżącej netto ENPV, której wynik jest kalkulacją spodziewanego zysku lub straty netto przez zdyskontowanie (rachunek ciągniony dla stóp dyskontowych od 5 do 8%) wszelkich przyszłych korzyści lub strat w stosunku do ich aktualnej wartości. Strumień ten jest także podstawą do obliczenia ekonomicznej wewnętrznej stopy zwrotu, EIRR, czyli takiej stopy dyskontowej, przy której aktualna wartość netto korzyści społeczno-ekonomicznych spodziewanych dzięki danej inwestycji równa będzie wartości nakładów ENPV.

Do wyliczenia wskaźników efektywności ekonomicznej (ENPV, EIRR,) przyjęto stopę dyskonta  $r = 5\%$ , którą należy interpretować jako realną (niniejsza analiza CBA wykonywana jest w cenach stałych) ekonomiczną stopę dyskontową (co jest zgodne z zaleceniami Komisji Europejskiej).

## **11. Zagadnienia ekologiczne**

Odwodnienie obiektów mostowych związane jest z powstawaniem ścieków opadowych oraz odpadów. Ścieki opadowe są wynikiem transformacji opadu w spływ powierzchniowy, których źródło powstawania stanowią spływy powierzchniowe wód opadowych i roztopowych z powierzchni szczelnych.

Przy projektowaniu i wykonaniu odwodnienia obiektu mostowego zgodnie z Rozporządzeniem [2] należy dążyć do tego, aby odwodnienie nie stanowiło zagrożenia dla okolicznych wód powierzchniowych i gleby oraz nie pogarszało stanu istniejącego odbiornika, do którego odprowadzane są ścieki opadowe z obiektów mostowych.

Przy projektowaniu i wykonaniu odwodnienia obiektu mostowego nie powinno dopuszczać się do:

- niekontrolowanego przenikania wód zanieczyszczonych odprowadzanych systemem odwodnienia z obiektu mostowego do wód powierzchniowych,
- niekontrolowanego spływu wód z jezdni obiektu mostowego, które mogą uruchomić procesy erozyjne skarp oraz zanieczyścić okresowo okoliczne wody powierzchniowe,
- zmian i zakłóceń w stosunkach wodnych w strefie wpływu obiektu mostowego, określonej w ocenie oddziaływania na środowisko uzyskanej na etapie przygotowania inwestycji uwzględnieniem przepisów prawa wodnego.

Charakterystyka ilościowa i jakościowa oraz standardy emisji stanowią informacje niezbędne do podjęcia właściwej decyzji o sposobie odprowadzania i oczyszczania ścieków opadowych oraz gospodarki odpadami.

Objętość wody opadowej odprowadzanej z powierzchni odwadnianej zależy głównie od natężenia opadu, czasu jego trwania oraz wielkości i szczelności powierzchni odwadnianej. Sposób wyznaczania miarodajnego natężenia przepływu wód opadowych z danej zlewni przedstawiono szczegółowo w zeszycie nr 7 Zaleceń „Zagadnienia ekologiczne odwadniania pasa drogowego”. Rozporządzenie [7] wymaga, aby dla powierzchni szczelnej terenów przemysłowych, składowych, baz transportowych, portów, lotnisk, miast, budowli kolejowych, dróg zaliczanych do kategorii dróg krajowych, wojewódzkich i powiatowych klasy G, a także parkingów o powierzchni powyżej 0,1 ha, natężenie opadu wynosiło co najmniej 15 l / s\* ha, co umożliwia oczyszczanie średnio 87% rocznych opadów.

Na jakość i właściwości wód opadowych odprowadzanych z utwardzonych powierzchni obiektów mostowych wpływa wiele czynników, przy czym do najważniejszych należą [50]:

- rodzaj nawierzchni dróg, chodników,
- rodzaj i natężenie ruchu,
- sposoby utrzymania i eksploatacji nawierzchni utwardzonych:
  - sposób i częstotliwość czyszczenia powierzchni utwardzonych,
  - sposoby zimowego utrzymania dróg i zwalczania gołoledzi,
  - sposób i częstotliwość prowadzenia robót budowlanych i remontowych,
- charakterystyka zjawisk meteorologicznych, a w szczególności opadów:
  - natężenie opadów,
  - czas trwania opadów,
  - częstotliwość ich występowania,
  - pora roku,
  - zanieczyszczenie opadu atmosferycznego.

W zeszycie nr 7 Zaleceń „Zagadnienia ekologiczne odwadniania pasa drogowego” przedstawiono szczegółową charakterystykę zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych z różnych zlewni (w tym również dróg i ulic) oraz metodę prognozowania stężeń zanieczyszczeń w ściekach opadowych z dróg. Ustalenie stężenia zanieczyszczeń w ściekach opadowych odprowadzanych z obiektu mostowego opierać się będzie na tych samych zasadach, jakie obowiązują dla dróg i jest podstawową czynnością przy wyborze sposobu odprowadzania i oczyszczania ścieków w oparciu o określone standardy emisji zanieczyszczeń.

Według aktualnie obowiązującego Rozporządzenia [7] standardy emisji zanieczyszczeń określone zostały dla zawiesin oraz węglowodorów ropopochodnych. Zawartość zawiesiny ogólnej w ściekach oczyszczonych nie może być większa niż 100 mg/l, a węglowodorów ropopochodnych – 15 mg/l. Podane wartości odnoszą się do takiej ilości oczyszczonych ścieków opadowych, jaka powstaje z opadu określonego powyżej.

Odływ wód opadowych i roztopowych w ilości przekraczającej powyższe wartości może być wprowadzany do odbiornika bez oczyszczania, a urządzenie oczyszczające powinno być zabezpieczone przed dopływem o natężeniu większym niż jego przepustowość nominalna.

Usuwanie zanieczyszczeń z wód opadowych powoduje ich koncentrację w urządzeniach oczyszczających. Produkty powstające z ich oczyszczania klasyfikuje się jako odpady. W urządzeniach służących do oczyszczania wód opadowych gromadzą się przede wszystkim zaolejone osady i substancje ropopochodne. Część substancji olejowych gromadzi się na powierzchni cieczy, natomiast cała jej objętość zawiera około 80-90% węglowodorów pochodzących ze spływów powierzchniowych. Odpady pochodzące z urządzeń do oczyszczania ścieków deszczowych cechuje wysokie stężenie zawiesin oraz związanych z nimi substancji ropopochodnych. Zgodnie z Rozporządzeniem [51], odpady

gromadzone w systemach oczyszczania wód opadowych klasyfikowane są w zależności od źródła powstawania i dzielone na grupy, podgrupy i rodzaje. Z kolei zgodnie z Ustawą [52], wymienione odpady zaliczane są do odpadów niebezpiecznych.

#### **Warunki stosowania separatorów**

Zgodnie z [7] wody opadowe i roztopowe ujęte w szczelne, otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne mogą być odprowadzane bezpośrednio do okolicznych wód lub do ziemi:

- z powierzchni szczelnej terenów przemysłowych, składowych, baz transportowych, portów, lotnisk, centrów miast, budowli kolejowych, dróg zaliczanych do kategorii krajowych i wojewódzkich oraz powiatowych klasy G, a także parkingów o powierzchni powyżej 0,1 ha, powinny być oczyszczone w ilości, jaka powstaje z opadów o natężeniu co najmniej 15 l na sekundę na 1 ha,
- z powierzchni szczelnej obiektów magazynowania i dystrybucji paliw, powinny być oczyszczone, w ilości, jaka powstaje z opadów o częstotliwości występowania jeden raz w roku i czasie trwania 15 minut, lecz w ilości nie mniejszej niż powstająca z opadów o natężeniu 77 l na sekundę na 1 ha, ale w taki sposób, aby w odpływie do odbiornika zawartość zawiesin ogólnych była nie większa niż 100 mg/l, a substancji ropopochodnych — nie większa niż 15 mg/l.

W zeszycie nr 7 Zaleceń „Zagadnienia ekologiczne odwadniania pasa drogowego” przedstawiono klasyfikację odpadów powstających w trakcie eksploatacji urządzeń chroniących środowisko wodno-gruntowe. Przedstawiono wyniki badań jakości odpadów w postaci szlamów, udostępnione przez firmy zajmujące się unieszkodliwianiem odpadów, a także jakości osadów nagromadzonych w urządzeniach sedymentacyjno-flotacyjnych.

Konserwacją urządzeń, wybieraniem, transportem i unieszkodliwianiem odpadów mogą zajmować się wyłącznie zakłady specjalistyczne. Od firm prowadzących serwis urządzeń (czyszczenie i transport) oraz utylizację szlamów i olejów, wymaga się posiadania odpowiednich zezwoleń, przeszkolonej kadry oraz specjalistycznego sprzętu. Sposób postępowania z odpadami określa Ustawa [52].

W zeszycie nr 7 Zaleceń „Zagadnienia ekologiczne odwadniania pasa drogowego” przedstawiono szczegółowo zagadnienia związane z doбором odpowiedniego systemu oczyszczania ścieków opadowych, który uwzględnia stopień wrażliwości poszczególnych elementów środowiska na zanieczyszczenia (obszary bardzo wrażliwe, średnio wrażliwe i mało wrażliwe). Dokonano ponadto dokładnej charakterystyki poszczególnych metod i technologii stosowanych do ograniczania ilości zanieczyszczeń.

## **Literatura**

- [1] Edel R., *Odwodnienie dróg*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, wyd. 3 rozszerzone i uaktualnione, Warszawa, 2006
- [2] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. [Dz. U. Nr 63, poz.735]
- [3] PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- [4] Katalog Detali Mostowych. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Wydział Mostów. Warszawa 2004, opracowany w Biurze Projektowo-Badawczym Dróg i Mostów „Transprojekt-Warszawa” Sp. z o.o.
- [5] PN-EN 124:2000 Zwieńczenie wpustów i studzienek kanalizacyjnych do nawierzchni dla ruchu pieszego i kołowego - Zasady konstrukcji, badania typu, znakowanie, sterowanie jakością
- [6] Głomb J., *Wyposażenie mostów*, WKŁ, Warszawa, 1976
- [7] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków lub wód do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego. [Dz. U. Nr 137, poz. 984]
- [8] PN-EN 13369:2004 Wspólne wymagania dla prefabrykatów betonowych
- [9] PN-EN 681-1:2003/A3:2006 (U) Uszczelnienia z elastomerów – Wymagania materiałowe dotyczące uszczelek złączy rur wodociągowych i odwadniających – Część 1: Guma (Zmiana A3)
- [10] PN-EN 681-2:2003/A2:2006(U) Uszczelnienia z elastomerów – Wymagania materiałowe dotyczące uszczelek złączy rur wodociągowych i odwadniających – Część 2: Elastomery termoplastyczne (Zmiana A2)
- [11] Madryas C., Kolonko A., Wysocki L., *Konstrukcje przewodów kanalizacyjnych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2002
- [12] PN-EN ISO 1461:2000 Powłoki cynkowe nanoszone na stal metodą zanurzeniową (cynkowanie jednostkowe). Wymagania i badania
- [13] PN-EN 1917:2004 Studzienki włączowe i niewłączowe z betonu niezbrojonego, z betonu zbrojonego włóknem stalowym i żelbetowe

- [14] PN-EN 1433:2005 Kanały odwadniające nawierzchnię dla ruchu pieszego i kołowego – Klasyfikacja, wymagania konstrukcyjne, badanie, znakowanie i ocena zgodności
- [15] PN-EN 206-1:2003 Beton Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- [16] Procedura badawcza IBDiM nr PB/TB-1/22:2005 Badanie nasiąkliwości betonu wg PN-88/B-06250
- [17] Procedura badawcza IBDiM nr PB/TB-1/23:2005 Odporność betonu na działanie mrozu wg PN-88/B-06250
- [18] Procedura badawcza IBDiM nr PB/TB-1/24:2005 Przepuszczalność wody przez beton wg PN-88/B-06250
- [19] Madaj A., Wołowicki W., Budowa i utrzymanie mostów. Wymagania techniczne, badania, naprawy. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2001
- [20] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie [Dz. U. Nr 43, poz. 430]
- [21] PN-EN 10088-1:2005 (U) Stale odporne na korozję – Część 1: Wykaz stali odpornych na korozję
- [22] PN-EN 743:1996 Systemy przewodowe z tworzyw sztucznych – Rury z tworzyw termoplastycznych – Oznaczanie skurczu wzdłużnego
- [23] PN-EN 744:1997 Systemy przewodowe z tworzyw sztucznych – Rury z tworzyw termoplastycznych – Badanie odporności na uderzenia zewnętrzne metodą spadającego ciężarka
- [24] PN-EN 877:2004 Rury i kształtki z żeliwa, złącza i elementy wyposażenia instalacji do odprowadzenia wód z budynków. Wymagania, metody badań i zapewnienie jakości
- [25] PN-EN 1053:1998 Systemy przewodowe z tworzyw sztucznych – Systemy rur z tworzyw termoplastycznych do zastosowań bezciśnieniowych – Metoda badania szczelności wodą
- [26] PN-EN 1277:2005 Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych – Systemy przewodów rurowych z tworzyw termoplastycznych do podziemnych sieci układanych pod ziemią – Metoda badania szczelności połączeń z elastomerowym pierścieniem uszczelniającym
- [27] PN-EN 1559-1:2001 Odlewnictwo - Warunki techniczne dostawy - Postanowienia ogólne



- [28] PN-EN 1559-3:2001 Odlewnictwo - Warunki techniczne dostawy - Wymagania dodatkowe dla odlewów żeliwnych
- [29] PN-EN 12061:2001 Systemy przewodowe z tworzyw sztucznych - Kształtki z tworzyw termoplastycznych – Metoda badania odporności na uderzenia
- [30] PN-EN ISO 3126:2005 Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych – Elementy z tworzyw sztucznych - Sprawdzenie wymiarów
- [31] PN-EN ISO 9969:1997 Rury z tworzyw termoplastycznych – Oznaczanie sztywności obwodowej
- [32] PN-ISO 4440:2000 Rury i kształtki z tworzyw termoplastycznych. Oznaczanie masowego wskaźnika szybkości płynięcia. Część 1: Metoda badania. Część 2: Warunki badania
- [33] EN 12256:1998 Plastics piping systems – Thermoplastics fittings – Test method for mechanical strength or flexibility of fabricated fittings (Systemy przewodowe z tworzyw sztucznych - Kształtki z tworzyw termoplastycznych – Metoda badania wytrzymałości mechanicznej lub elastyczności kształtek prefabrykowanych)
- [34] Furtak K., Mosty zintegrowane. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2005
- [35] Furtak K., Mosty zespolone. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2004
- [36] Zalecenia wykonania izolacji z pap zgrzewalnych i nawierzchni asfaltowych na drogowych obiektach mostowych. Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa, 2005.
- [37] Jarominiak A., Dolne konstrukcje obiektów mostowych. Szczególne problemy. Krajowa Narada Mostowa, Bronisławów 2005
- [38] Kaszyński A., Zabawa E., Przydatność do użytkowania drogowych obiektów inżynierskich. Współczesne metody wzmocnienia i przebudowy mostów. Rosnówko k/Poznania 2006
- [39] Kaczan M., Madaj A., Wybrane problemy stosowania przy remontach obiektów inżynierskich wymagań zawartych w rozporządzeniu Ministra Transportu Gospodarki Morskiej. Współczesne metody wzmocnienia i przebudowy mostów. XII Seminarium, Rosnówko k/Poznania 2002
- [40] Katalog systemów odwodnienia obiektów mostowych firmy WAVIN Metalplast-Buk
- [41] PN-H-97070:1979 Ochrona przed korozją - Malowanie konstrukcji - Ogólne wytyczne

- [42] PN-EN ISO 2808:2000 Wyroby lakierowane - Oznaczenie grubości powłoki
- [43] PN-C-81515:1993 Wyroby lakierowane - Nieniszczące pomiary grubości
- [44] PN-EN 24624:1994; PN-EN ISO 2409:1999 Wyroby lakierowane – Określenie przyczepności powłok do podłoża oraz przyczepności międzywarstwowej
- [45] Zalecenia dotyczące doboru mostowych urządzeń dylatacyjnych oraz ich wbudowania i odbioru. Zalecenia GDDKiA, Warszawa, 2007
- [46] „Ocena efektywności ekonomicznej przedsięwzięć drogowych i mostowych - weryfikacja metody badań zgodnie z zaleceniami UE, ceny jednostkowe na poziomie 2006 r.” Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa, marzec 2007r. Instrukcja ta opracowana została w oparciu o zalecenia Komisji Europejskiej i ma charakter obowiązującej wytycznej przy sporządzaniu analiz efektywności ekonomicznej na potrzeby Generalnej Dyrekcji Dróg i Autostrad
- [47] Generalny pomiar ruchu 2005, Synteza wyników, Transprojekt Warszawa
- [48] Aprobata Techniczna IBDiM Nr AT/2006-03-0065 Sączek poliamidowy OMEGA do odwadniania hydroizolacji pomostów obiektów mostowych
- [49] Sturzbecher K. Niektóre zagadnienia konstrukcyjne związane z odwodnieniem pomostów. IV Ogólnopolska Konferencja Mostowców – Konstrukcja i Wyposażenia Mostów, Wisła 12-14 października 2005, str. 219-226
- [50] Sawicka-Siarkiewicz H., 2004. Ograniczanie zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych z dróg. Ocena technologii i zasady wyboru. Dział Wyd. IOŚ, Warszawa, 2004
- [51] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001r. W sprawie katalogu odpadów [Dz. U. Nr 112, poz. 1206]
- [52] Ustawa Prawo Ochrony Środowiska z dnia 27 kwietnia 2001r. [Dz. U. Nr 25/2008, poz. 150 z późniejszymi zmianami]
- [53] Karty technologiczne Sika Chemie – Flexible Rail Fixing in Ligot Rapie Transit Systems
- [54] Katalog Zabezpieczeń Powierzchniowych Drogowych Obiektów Inżynierskich. Część I – Wymagania, GDDKiA, Żmigród, 2002
- [55] Zalecenia do wykonania i odbioru antykorozyjnych zabezpieczeń konstrukcji stalowych drogowych obiektów mostowych, GDDKiA, Warszawa, 2006

- [56] Aprobata Techniczna IBDiM Nr AT/2005-03-0791 Zestaw elementów do odwodnienia obiektów mostowych i dróg BRIDGDEK
- [57] Ogólne Specyfikacje Techniczne, Branżowy Zakład Doświadczalny, Budownictwa Drogowego i Mostowego Sp. z o.o.
- [58] Instrukcje przeprowadzania przeglądów drogowych obiektów inżynierskich. Załącznik do Zarządzenia nr 14 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 7 lipca 2005 roku, Warszawa, 2005
- [59] PN-S-02204:1997 Drogi samochodowe. Odwodnienie dróg

### **Wybrana literatura związana z niniejszymi „Zaleceniami ...”**

- Bugajski M., Grabowski W., Geosyntetyki w budownictwie drogowym, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 1999
- Czudek H., Radomski W.: „Podstawy mostownictwa”, PWN, Warszawa, 1981
- Edel R., „Podstawy odwodnienia obiektów mostowych”, Mosty, Magazyn Autostrady Wydanie Specjalne, Wydawnictwo Elamem, Jesień 2006, str. 20-26
- Edel R., Odwodnienie dróg, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Wydanie trzecie uaktualnione, Warszawa 2006
- Germaniuk Krzysztof, Prognozowanie trwałości eksploatacyjnej mostowych urządzeń dylatacyjnych, IBDiM Seria Studia i Materiały, Zeszyt Nr 44, Warszawa, 1996
- Germaniuk Krzysztof, Sybilski Dariusz, Zalecenia wykonywania izolacji z pap zgrzewalnych i nawierzchni asfaltowych na drogowych obiektach mostowych, IBDiM Seria Informacje Instrukcje, Zeszyt Nr 68, Warszawa, 2005
- Jasiński W., Wysokowski A., „Materiały na odwodnienia drogowych obiektów mostowych”, Materiały Budowlane, 12/2005
- Jasiński W., Wysokowski A., „Nowoczesne rozwiązania materiałowe odwodnień drogowych konstrukcji mostów” IV Ogólnopolska Konferencja Mostowców, Wisła, 12-14 października 2005
- Radomski W., Współczesne osiągnięcia budownictwa mostowego w Japonii. Drogownictwo nr: 12/1992, 1/1993, 2/1993, 3/1993, 5/1993
- Radomski W., Zatryb A., Zagadnienia estetyki obiektów mostowych położonych w ciągu modernizowanych dróg. Drogownictwo nr 3/1997
- Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg, przystanków komunikacyjnych – Zeszyt nr 1
- Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia tuneli, przejść podziemnych i przepustów – Zeszyt nr 3
- Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia ścian oporowych – Zeszyt nr 4
- Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia parkingów i MOP-ów – Zeszyt nr 5

- Zalecenia stosowania geosyntetyków w odwodnieniu dróg – Zeszyt nr 6
- Zagadnienia ekologiczne odwodnienia pasa drogowego – Zeszyt nr 7
- PN-85/S-10030 Obiekty mostowe. Obciążenia
- PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu
- Dziennik Ustaw nr 115, pozycja 1229. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 roku Prawo wodne
- Dziennik Ustaw nr 116, pozycja 503. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 5 listopada 1991 r., w sprawie klasyfikacji wód jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzone do wód lub do ziemi;
- Dz. U. nr 67 z 25.04.2005 poz. 582 Rozporządzenie w sprawie sposobu numeracji i ewidencji dróg publicznych, obiektów mostowych, tuneli, przepustów i promów oraz rejestru numerów nadanych drogom, obiektom mostowym i tunelom;
- Katalogi producentów rur z tworzyw termoplastycznych, duroplastów, żeliwa, geosyntetyków
- Aprobaty Techniczne IBDiM dla systemów odwodnienia drogowych obiektów mostowych

## **Załącznik 1**

**Ocena efektywności społeczno-ekonomicznej systemu odwodnienia obiektów mostowych o konstrukcji żelbetowej, stalowej i kamiennej**

Typ obiektu

most żelbetowy, belkowy na sieci dróg zamiejskich

długość (m)	50
szerokość (m)	11
powierzchnia (m <sup>2</sup> )	550

ceny jednostkowe (zł/ m <sup>2</sup> )	
remont cząstkowy	258
remont okresowy	515

nakłady na odwodnienie obiektu netto (zł) - WI 200 000

w zł

lata eksploatacji	scenariusz utrzymaniowy				nakłady utrzymaniowo-remontowe				koszty strat czasu z tytułu utrudnień w ruchu		nakłady różnica (WI-W0)					
	remont cząstkowy		remont okresowy		remont cząstkowy		remont okresowy		W0	WI	nominalna	po zdyskontowaniu - stopa dyskonta				
	W0	WI	W0	WI	W0	WI	W0	WI				5%	6%	7%	8%	
											-200 000	-200 000	-200 000	-200 000	-200 000	
1					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	X				141 900	0	0	0	0	0	141 900	100 846	94 372	88 368	82 797	
8			X		0	0	283 250	0	91 135	0	374 385	253 399	234 894	217 896	202 269	
9					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10		X			0	141 900	0	0	0	0	-141 900	-87 114	-79 236	-72 135	-65 727	
11					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13				X	0	0	0	283 250	0	91 135	-374 385	-198 545	-175 526	-155 357	-137 661	
14	X				141 900	0	0	0	0	0	141 900	71 669	62 763	55 031	48 311	
15			X		0	0	283 250	0	91 135	0	374 385	180 086	156 218	135 694	118 022	
16					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17		X			0	141 900	0	0	0	0	-141 900	-61 910	-52 697	-44 922	-38 351	
18					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	X				141 900	0	0	0	0	0	141 900	53 481	44 245	36 670	30 444	
21					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22			X		0	0	283 250	0	91 135	0	374 385	127 984	103 894	84 504	68 865	
23				X	0	0	0	283 250	0	91 135	-374 385	-121 889	-98 013	-78 975	-63 764	
24		X			0	141 900	0	0	0	0	-141 900	-43 999	-35 046	-27 975	-22 378	
25	X				141 900	0	0	0	0	0	141 900	41 903	33 063	26 145	20 720	
											<b>ENPV</b>	<b>115 910</b>	<b>88 929</b>	<b>64 944</b>	<b>43 548</b>	
											<b>EIRR</b>	<b>10%</b>				

Typ obiektu

most stalowy, belkowy na sieci dróg zamiejskich

długość (m)	80
szerokość (m)	11
powierzchnia (m <sup>2</sup> )	880

ceny jednostkowe (zł/ m <sup>2</sup> )	
remont cząstkowy	316
remont okresowy	633

nakłady na odwodnienie obiektu netto (zł) - WI 300 000

w zł

lata eksploatacji	scenariusz utrzymaniowy				nakłady utrzymaniowo-remontowe				koszty strat czasu z tytułu utrudnień w ruchu		nakłady różnica (WI-W0)				
	remont cząstkowy		remont okresowy		remont cząstkowy		remont okresowy		W0	WI	nominalna	po zdyskontowaniu - stopa dyskonta			
	W0	WI	W0	WI	W0	WI	W0	WI				5%	6%	7%	8%
											-300 000	-300 000	-300 000	-300 000	-300 000
1					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	X				278 080	0	0	0	0	0	278 080	197 626	184 939	173 174	162 257
8					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9			X		0	0	557 040	0	91 135	0	648 175	417 820	383 654	352 564	324 249
10		X			0	278 080	0	0	0	0	-278 080	-170 717	-155 278	-141 362	-128 805
11					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13				X	0	0	0	557 040	0	91 135	-648 175	-343 741	-303 890	-268 970	-238 333
14	X				278 080	0	0	0	0	0	278 080	140 449	122 995	107 844	94 675
15					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17		X	X		0	278 080	557 040	0	91 135	0	370 095	161 471	137 440	117 163	100 025
18					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	X				278 080	0	0	0	0	0	278 080	104 805	86 707	71 861	59 662
21					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23				X	0	0	0	557 040	0	91 135	-648 175	-211 027	-169 691	-136 731	-110 394
24		X	X		0	278 080	557 040	0	91 135	0	370 095	114 755	91 406	72 963	58 364
25	X				278 080	0	0	0	0	0	278 080	82 118	64 792	51 236	40 605
											ENPV	193 559	143 074	99 744	62 305
											EIRR	10%			



Typ obiektu

most o sklepieniu kamiennym na sieci dróg zamiejskich

długość (m)	20
szerokość (m)	11
powierzchnia (m <sup>2</sup> )	220

ceny jednostkowe (zł/ m <sup>2</sup> )	
remont cząstkowy	224
remont okresowy	466

nakłady na odwodnienie obiektu netto (zł) - WI 150 000

lata eksploatacji	scenariusz utrzymaniowy		nakłady utrzymaniowo-remontowe				koszty strat czasu z tytułu utrudnień w ruchu		nakłady różnica (WI-W0)						
	remont cząstkowy		remont okresowy		remont cząstkowy		remont okresowy		nominalna	po zdyskontowaniu - stopa dyskonta					
	W0	WI	W0	WI	W0	WI	W0	WI		5%	6%	7%	8%		
										-150 000	-150 000	-150 000	-150 000	-150 000	
1					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	X				49 280	0	0	0	0	49 280	36 773	34 740	32 837	31 055	
7			X		0	0	102 520	0	91 135	193 655	137 627	128 792	120 599	112 996	
8					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10		X			0	49 280	0	0	0	-49 280	-30 254	-27 518	-25 051	-22 826	
11					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	X			X	49 280	0	0	102 520	0	91 135	-144 375	-76 565	-67 689	-59 911	-53 086
14					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15			X		0	0	102 520	0	91 135	193 655	93 152	80 806	70 190	61 048	
16					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17		X			0	49 280	0	0	0	-49 280	-21 501	-18 301	-15 601	-13 319	
18					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	X				49 280	0	0	0	0	49 280	18 573	15 366	12 735	10 573	
21					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22			X		0	0	102 520	0	91 135	193 655	66 201	53 740	43 711	35 621	
23				X	0	0	0	102 520	0	91 135	-193 655	-63 049	-50 698	-40 851	-32 982
24		X			0	49 280	0	0	0	-49 280	-15 280	-12 171	-9 715	-7 771	
25	X				49 280	0	0	0	0	49 280	14 553	11 482	9 080	7 196	
										<b>ENPV</b>	<b>10 230</b>	<b>-1 451</b>	<b>-11 978</b>	<b>-21 497</b>	
										<b>EIRR</b>	<b>6%</b>				

## **Spis tablic**

- Tablica 3.1 Podstawowe właściwości żeliwa szarego
- Tablica 3.2 Podstawowe parametry fizyczne i mechaniczne dla żeliwnych wpustów mostowych
- Tablica 3.3 Podstawowe parametry fizyczne i mechaniczne instalacji odprowadzających z żeliwa
- Tablica 3.4 Podstawowe parametry materiałowe tworzyw termoplastycznych
- Tablica 3.5 Podstawowe parametry fizyczne i mechaniczne instalacji odprowadzających z tworzyw termoplastycznych
- Tablica 3.6 Podstawowe cechy duroplastów
- Tablica 3.7 Skład chemiczny przykładowych rodzajów stali, najczęściej używanych do instalacji odprowadzających
- Tablica 3.8 Podstawowe cechy betonu i polimerobetonu
- Tablica 4.1 Odstępy między wpustami w zależności od spadku podłużnego niwelety drogi w obrębie obiektu mostowego
- Tablica 4.2 Maksymalny rozstaw podpór przesuwnych i uchwytów mocujących dla przewodów zbiorczych szeregu wymiarowego SDR lub sztywności obwodowej SN bez rynny podporowej
- Tablica 4.3 Maksymalny rozstaw podpór przesuwnych i uchwytów mocujących dla przewodów zbiorczych sztywnych
- Tablica 10.1 Liczba pojazdów przeliczona na liczbę osobo podróży służbowych i niesłużbowych
- Tablica 10.2 Łączny koszt strat czasu wynikający z utrudnień w okresie prowadzenia robót remontowych

## Spis rysunków

- Rys. 2.1. Elementy wpustu mostowego
- Rys. 2.2. Elementy sączka [48]: a) lejek wypływowy ze skrzydełkami stabilizującymi, b) sitko, c) przekrój złożeniowy sączka
- Rys. 2.3. Standardowe elementy przewodów zbiorczych obiektu mostowego
- Rys. 2.4. Rodzaje kompensatorów: a) elastomerowo-spiralny, b) kielich kompensacyjny, c) sprężynowy
- Rys. 2.5. Rodzaje zawiesi: a) podwieszenie punktu stałego, b) podwieszenie kompensatora, c) podwieszenie przewodów zbiorczych
- Rys. 3.1. Schemat rusztu z zawiasami
- Rys. 3.2. Zabezpieczenie antykorozyjne instalacji odprowadzających wykonanych z żeliwa
- Rys. 3.3. Instalacje odprowadzające wykonane z polietylenu o wysokiej gęstości (PEHD)
- Rys. 3.4. Instalacje odprowadzające wykonane z duroplastów
- Rys. 3.5. Instalacje odprowadzające wykonane ze stali nierdzewnej
- Rys. 4.1. Kształtowanie przekroju poprzecznego mostu z przeciwspadkami,
- Rys. 4.2. Wnęki na przewody zbiorcze w przęśle płytowym [49]
- Rys. 4.3. Płyta pomostu z elementami odwodnienia ( $i_n$  – pochylenie podłużne;  $i_p$  – pochylenie poprzeczne)
- Rys. 4.4. Rynna odwadniająca szczelinę dylatacyjną
- Rys. 4.5. Schemat podłączenia wpustów mostowych z przewodem zbiorczym wykonanym z tworzyw termoplastycznych
- Rys. 4.6. Przykładowe sposoby przyłączania sączka do przewodu zbiorczego
- Rys. 4.7. Schemat podwieszania poziomych przewodów zbiorczych a) do powierzchni poziomej; b) skośnej
- Rys. 4.8. Schemat podwieszania przewodów zbiorczych wykonanych z tworzyw termoplastycznych z wykorzystaniem odciągów: a) górnego, b) bocznego
- Rys. 4.9. Schemat pionowego mocowania rury spustowej wykonanej z tworzyw termoplastycznych
- Rys. 4.10. Wykres zależności zmiany długości przewodu zbiorczego od różnicy temperatur dla tworzyw sztucznych [40]
- Rys. 4.11. Odwodnienie powierzchni zamkniętych przekrojów skrzynkowych. Szczegół „A” – otwór wentylacyjny; szczegół „B” – otwór odwadniający
- Rys. 4.12. Odwodnienie torowiska tramwajowego, Szczegół „A” – wypełnienie komór szynowych masą zalewową; Szczegół „B” – masa zalewowa jako warstwa wibro- i hydroizolacyjna na ukształtowanej płycie torowiska

- Rys. 4.13. Elementy konstrukcyjne odwadnianie w obrębie przyczółka (A - odwodnienie nasypu przy przyczółkach, B- odwodnienie płyty przejściowej, C- odwodnienie fundamentów przyczółków, D- odprowadzenie wody zebranej za korpusem przyczółka)
- Rys. 4.14. Schemat sposobu odwodnienia nasypu za przyczółkiem przy pomocy pionowej warstwy z pustaków filtracyjnych
- Rys. 4.15. Schemat sposobu odwodnienia nasypu za przyczółkiem za pomocą geokompozytu (drenażu z rdzeniem z płyt o przekroju falistym lub trapezowym zapewniającym przepływ wody) z pionową warstwą filtracyjną oraz rynną betonową i otworami odprowadzającymi wodę przez ścianę przyczółka
- Rys. 4.16. Schemat sposobu odwodnienia nasypu za przyczółkiem z zastosowaniem drenażu francuskiego
- Rys. 4.17. Schemat sposobu odwodnienia fundamentu filara wiaduktu z zastosowaniem drenażu opaskowego
- Rys. 4.18. Schemat sposobu odwodnienia nasypu za przyczółkiem mostu zintegrowanego [34]; 1 – konstrukcja przyczółka; 2 – warstwa bitumiczna; 3 – pustak z betonu specjalnego; 4 – prefabrykat z porowatego betonu; 5 – rynna z betonu szczelnego; 6 – rura odprowadzająca wodę poza konstrukcję; 7 – rura łącząca; 8 – warstwa geowłókniny; 9 – zasypka z gruntu przepuszczalnego
- Rys. 4.19. Elementy odwodnienia powierzchniowego przyczółków (E - Odwodnienie nawierzchni jezdni w obrębie przyczółka, F - Odprowadzenie wody zebranej z pomostu do odbiornika)
- Rys. 4.20. Usytuowanie ścieku skarpowego poza przyczółkiem [4]
- Rys. 6.1. Połączenie warstwy izolacyjnej z konstrukcją wpustu (1 - podstawa wpustu ustawiona na deskowaniu, 2 - warstwa hydroizolacyjna)
- Rys. 6.2. Ustawienie ramy wpustu (3 - rama wpustu wraz z rusztem i pojemnikiem na zanieczyszczenia)
- Rys. 6.3. Warstwa ochronna i nawierzchniowa oraz uszczelnienie szczelin pomiędzy wpustem i konstrukcją nawierzchni (4 - warstwa filtracyjna z betonu żywicznego, 5 - warstwy nawierzchni jezdni na moście, 6 - wypełnienie spoiny zalewką z asfaltu twardolanego)
- Rys. 6.4. Przykładowe rozwiązanie osadzenia wpustu stalowego na stalowej płycie pomostowej [4]
- Rys. 6.5. Sposób ukształtowania kapinosa rury spustowej sączka
- Rys. 6.6. Osadzenie sączka w betonowej płycie pomostu
- Rys. 6.7. Odprowadzenie przewodów kanalizacji deszczowej z zastosowaniem kompensatora
- Rys. 6.8. Przewody zbiorcze umieszczone za pierwszym dźwigarem
- Rys. 6.9. Kolorystyczne dopasowanie przewodów zbiorczych do konstrukcji obiektu

- Rys. 6.10. Rura spustowa prowadzona we wnęce oraz studnia kontrolna kanalizacji deszczowej
- Rys. 6.11. Odwodnienie nasypu za przyczółkiem z zastosowaniem drenu francuskiego
- Rys. 8.1. Prawidłowo ukształtowane pochylenia na obiekcie mostowym
- Rys. 8.2. Piasek zbierający się w linii ścieku na skutek złego wyprofilowania przeciwspadku przy krawężniku
- Rys. 8.3. Zdeformowana nawierzchnia – widoczne koleiny przy krawężniku
- Rys. 8.4. Prawidłowo wykonana nawierzchnia przy krawężniku
- Rys. 8.5. Prawidłowo osadzony wpust mostowy
- Rys. 8.6. Niedrożne wpusty mostowe
- Rys. 8.7. Przecieki wody na obwodzie wpustu mostowego od spodu płyty
- Rys. 8.8. Nieprawidłowy osadnik zanieczyszczeń wykonany w postaci odlewu, ograniczający możliwość przelewu wody przez wpust
- Rys. 8.9. Prawidłowo zainstalowany i drożny sączek przy braku możliwości podłączenia do kanalizacji zbiorczej
- Rys. 8.10. Całkowicie skorodowane rurki sączków. Widok od spodu płyty
- Rys. 8.11. Sączek wypełniony produktami korozji
- Rys. 8.12. Ściek przykrawężnikowy wykonany z asfaltu twardolanego
- Rys. 8.13. Ściek przykrawężnikowy wykonany z płyt granitowych
- Rys. 8.14. Ściek przykrawężnikowy wypełniony piaskiem
- Rys. 8.15. Schemat ścieku umieszczonego we wnętrzu krawężnika [56]
- Rys. 8.16. Skutki braku ciągłości kapinosa
- Rys. 8.17. Instalacja odprowadzająca wodę z wpustów
- Rys. 8.18. Odprowadzenie wody z sączka do przewodu zbiorczego. Widoczny przeciek przez nieprawidłowo doklejone zakończenie hydroizolacji przy urządzeniu dylatacyjnym
- Rys. 8.19. Wyprowadzenie wody na skarpę przyczółka
- Rys. 8.20. Ściek skarpowy wykonany prawidłowo poza przyczółkiem
- Rys. 8.21. Skutki niewłaściwego odwodnienia obiektu mostowego w strefie dylatacji
- Rys. 10.1. Średni Dobowy Ruch (SDR) na sieci dróg krajowych w podziale na kategorie pojazdów samochodowych (wg GPR 2005)