

D-03.01.01 PRZEPUSTY STALOWE Z BLACHY FALISTEJ

1. WSTĘP.

1.1 Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem przepustów stalowych z blachy falistej pod koroną drogi.

Zakres stosowania

Specyfikacja techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy realizacji robót wymienionych w pkt 1.1.

Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem przepustu z blachy falistej pod koroną drogi .

1.2.Określenia podstawowe

1.2.1. Przepust – obiekt wybudowany w formie zamkniętej obudowy konstrukcyjnej, służący do przepływu małych cieków wodnych pod nasypami korpusu drogowego lub dla ruchu kołowego, pieszego.

1.2.2. Prefabrykat (element prefabrykowany) – część konstrukcyjna wykonana w zakładzie przemysłowym, z której po zmontowaniu na budowie, można wykonać przepust.

1.2.3. Przepust prefabrykowany – przepust, którego konstrukcja nośna wykonana jest z elementów prefabrykowanych.

1.2.4. Przepust z blachy falistej – konstrukcja przepustu drogowego wykonanego z zakrzywionych arkuszy specjalnie profilowanej blachy falistej, łączonych ze sobą za pomocą śrub, wokół którego znajduje się odpowiednio zagęszczony grunt zasypki.

Pozostałe określenia są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i definicjami podanymi w ST „Wymagania ogólne” pkt 1.2.

1.3.Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST „Wymagania ogólne” pkt 1.3.

2.MATERIAŁY

Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w ST „Wymagania ogólne” pkt 2.

2.1 Rodzaje materiałów

Materiałami stosowanymi przy wykonywaniu przepustów z blachy falistej są:

- arkusze blachy falistej,
- elementy stalowe do łączenia arkuszy blachy falistej jak śruby, nakrętki, podkładki,
- materiały izolacyjne do ewentualnego wykonywania izolacji powierzchni zewnętrznej lub wewnętrznej przepustu,
- beton na wieńce zwieńczające wlot i wylot przepustu,
- elementy betonowe i kruszywo do umocnienia skarp i dna cieku przed i za przepustem,
- grunt do zasypki przepustu,
- deskowanie konstrukcji betonowych i żelbetowych.

Materiały do budowy konstrukcji przepustu oraz związane z nimi zasady konstruowania przepustu z tych materiałów, muszą posiadać dokument dopuszczający do stosowania, wydany przez upoważnioną jednostkę (aprobatę techniczną).

2.1.1.Arkusze blachy falistej

Można zastosować jeden z oferowanych na rynku typów przepustów. Arkusze blachy produkowane są ze stali odpowiadającej normie PN-EN-10027-1:1994 [1]. Należy zaakceptować tylko te oferty, które posiadają odpowiednie Aprobaty Techniczne (Świadectwa dopuszczenia) wydane przez IBDiM. Wybrane typy powinny spełniać wymagania światła przepustu (według Projektu) oraz grubości blach dla klasy obciążenia B z uwzględnieniem grubości nadsypki i nieagresywnego środowiska.

Blachy faliste wytwarzane są w procesie technologicznym polegającym na formowaniu arkuszy blach na zimno. Jednocześnie następuje wykonanie otworów na śruby. Po uformowaniu blach wykonuje się ścięcia krawędzi nadających skosy. Końcowym procesem jest cynkowanie ogniowe, po uprzednim wytrawieniu i oczyszczeniu arkuszy blach.

2.1.2.Elementy stalowe do łączenia arkuszy blachy falistej

Arkusze blach łączone są ze sobą za pomocą śrub (najczęściej M20 klasy 8.8 lub w zależności od typu zastosowanej konstrukcji). Śruby i nakrętki powinny spełniać wymogi podane w normie [2]. Długość śrub uzależniona jest od grubości łączonych blach oraz od miejsca łączenia w konstrukcji wynosi od 32 do 75mm.

2.1.3. Materiały izolacyjne

Stosuje się powłoki cynkowe, które dają ochronę katodową.

Grubość powłoki cynkowej podano w tablicy 1.

Tablica 1. Wymagania minimalnych grubości powłoki cynkowej na konstrukcjach podatnych.

Elementy cynkowane	Typ zabezpieczenia standardowego	Wymagana średnia minimalna grubość
		[μm]
Elementy konstrukcyjne	Cynkowanie zanurzeniowe	min. 85*
Śruby i nakrętki	Cynkowanie zanurzeniowe	min. 45

- Grubość cynku uzależniona jest od grubości blachy. Wartość 85 μm uzyskuje się dla blach grubości powyżej 6mm, zaś dla blach od 3 do 6mm wartość ta powinna wynosić min. 75 μm i dla stali poniżej 3mm min. 55 μm . Wartości te są zgodne z normą PN-EN ISO 1461 [3].

2.1.4. Beton i jego składniki

Wymagane właściwości betonu

Klasa betonu na wieńce przy wlotach i wylotach i inne elementy, powinna być zgodna z dokumentacją projektową lecz nie niższa niż klasa B30. Beton powinien odpowiadać wymaganiom PN-B-06250 [4] z tym, że:

- jego nasiąkliwość powinna być nie większa niż 4%,
- stopień wodoszczelności co najmniej W8,
- stopień mrozoodporności co najmniej F150.

Kruszywo

Kruszywo stosowane do wyrobu betonowych elementów konstrukcji przepustów powinno spełniać wymagania normy PN-B-06712 [5] dla kruszyw do betonów klas B25, B30 i wyższych.

Grysy

Do betonów stosować należy grysy granitowe lub bazaltowe o maksymalnym wymiarze ziarna do 16mm. Stosowanie gryсів z innych skał dopuszcza się pod warunkiem zaakceptowania przez Inżyniera. Grysy powinny odpowiadać wymaganiom podanym w tablicy 2.

Tablica 2. Wymagania dla grysu do betonowych elementów konstrukcji przepustów.

Lp.	Właściwości	Wymagania
1	Zawartość pyłów mineralnych, %, nie więcej niż:	1
2	Zawartość ziaren nieforemnych, %, nie więcej niż:	20
3	Wskaźnik rozkruszenia, %, nie więcej niż: <ul style="list-style-type: none"> dla gryсів granitowych dla gryсів bazaltowych i innych 	16 8
4	Nasiąkliwość, %, nie więcej niż:	1,2
5	Mrozoodporność wg metody bezpośredniej, %, nie więcej niż	2
6	Mrozoodporność wg zmodyfikowanej metody bezpośredniej (wg PN-B-11112 [6]), %, nie więcej niż:	10
7	Zawartość związków siarki, %, nie więcej niż:	0,1
8	Zawartość zanieczyszczeń obcych, %, nie więcej niż:	0,25
9	Zawartość zanieczyszczeń organicznych. Barwa cieczy nad kruszywem nie ciemniejsza niż:	Wzorcowa
10	Reaktywność alkaliczna (wg PN-B-06714-34 [7])	Nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0,1%
11	Zawartość podziarna, %, nie więcej niż:	5
12	Zawartość nadziarna, %, nie więcej niż:	10

Piaski

Należy stosować piaski pochodzenia rzeczno, albo będące kompozycją piasku rzeczno i kopalnianego płukanego. Piaski powinny odpowiadać wymaganiom podanym w tabl. 3.

Tablica. 3. Wymagania dla piasku do betonowych elementów konstrukcji przepustów.

Lp.	Właściwości	Wymagania
1	Zawartość pyłów mineralnych, %, nie więcej niż:	1,5
2	Zawartość związków siarki, %, nie więcej niż:	0,2
3	Zawartość zanieczyszczeń obcych, %, nie więcej niż:	0,25
4	Zawartość zanieczyszczeń organicznych. Barwa cieczy nad kruszywem nie ciemniejsza niż:	Wzorcowa
5	Reaktywność alkaliczna (wg PN-B-06714-34 [7])	Nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0,1%

Zawartość poszczególnych frakcji w stosie okruchowym piasku powinna wynosić:

do 0,25mm	od 14 do 19%
do 0,5mm	od 33 do 48%
do 1mm	od 57 do 76%

Żwir

Żwir powinien spełniać wymagania normy PN-B-06712 [5] dla marki 30 w zakresie cech fizycznych i chemicznych. Ponadto mrozoodporność żwiru badaną zmodyfikowaną metodą bezpośrednią wg PN-B-11112 [6] ogranicza się do 10%.

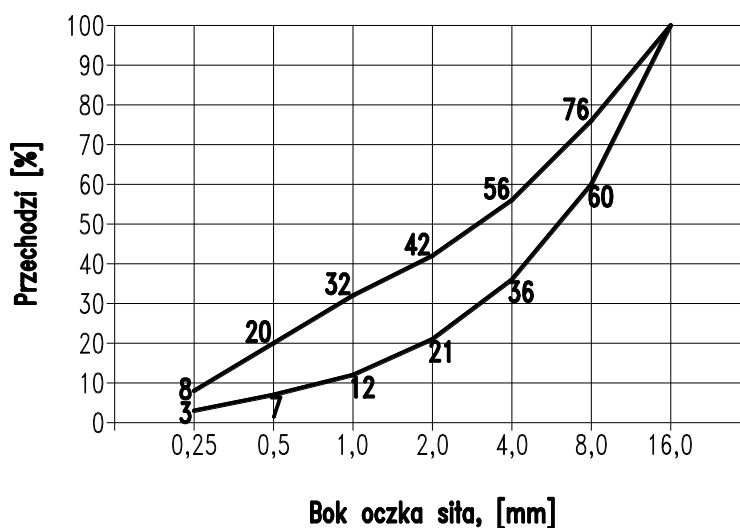
Żwir powinien odpowiadać wymaganiom podanym w tablicy 4.

Tablica 4. Wymagania dla żwiru marki 30 do betonowych elementów konstrukcji przepustów.

Lp.	Właściwości	Wymagania
1	Wytrzymałość na miażdżenie, wskaźnik rozkruszenia, %, nie więcej niż:	12
2	Zawartość ziaren słabych, %, nie więcej niż:	5
3	Nasiąkliwość, %, nie więcej niż:	1,0
4	Mrozoodporność po 25 cyklach i po 5 cyklach, %, nie więcej niż:	5,0
5	Zawartość ziaren nieforemnych, %, nie więcej niż:	20
6	Zawartość pyłów mineralnych, %, nie więcej niż:	1,5
7	Zawartość zanieczyszczeń obcych, %, nie więcej niż:	0,25
8	Zawartość związków siarki, %, nie więcej niż:	0,1
9	Zawartość zanieczyszczeń organicznych, barwa cieczy nad kruszywem nie ciemniejsza niż:	Wzorcowa

Uziarnienie mieszanki betonowej

Składniki mieszanki mineralnej dla betonu powinny być tak dobrane, aby krzywa uziarnienia mieszanki mineralnej mieściła się w krzywych granicznych pola dobrego uziarnienia, rysunek 1.



Rysunek 1. Krzywe graniczne uziarnienia kruszywa do betonu.

Składowanie kruszywa

Kruszywo należy przechowywać w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem oraz zmieszaniem z innymi asortymentami kruszyw. Podłoże składowiska powinno być równe, utwardzone i dobrze odwodnione, aby nie dopuścić do zanieczyszczenia kruszywa w trakcie jego składowania i poboru.

Poszczególne kruszywa należy składować oddzielnie, w zasięgach uniemożliwiających wymieszanie się sąsiednich pryzm. Zaleca się, aby frakcje drobne kruszywa (poniżej 4mm) były chronione przed opadami za pomocą plandek lub zadaszeń.

Warunki składowania oraz lokalizacja składowiska powinny być wcześniej uzgodnione z Inżynierem.

Cement

Wymagania

Cement stosowany do wyrobu betonowych elementów konstrukcji przepustów winien spełniać wymagania normy PN-B-19701 [8]. Należy stosować wyłącznie cement portlandzki (bez dodatków). Do betonu klas B25, B30 i B40 należy stosować cement klasy 32,5 i 42,5. Wymagania dla cementu zestawiono w tablicy 5.

Tablica 5. Wymagania ogólne dla cementu do betonowych elementów konstrukcji przepustów.

Lp.	Wymagania	Klasa cementu	
		42,5	32,5
1	Wytrzymałość na ściskanie, po 2 dniach	10	–
	MPa, nie mniej niż: po 7 dniach po 28 dniach	– 42,5	16 32,5
2	Czas wiązania	początek wiązania,	60
		najwcześniej po upływie min. koniec wiązania najpóźniej, h	60
3	Stołość objętości, mm nie	więcej niż:	10
4	Zawartość SO ₃ , % masy cementu, nie więcej niż:	3,5	3,5
5	Zawartość chlorków, %, nie więcej niż:	0,10	0,10
6	Zawartość alkaliów, %, nie więcej niż:	0,6	0,6
7	Łączna zawartość dodatków specjalnych (przyspieszających twardnienie, plastyfikujących, hydrofobizujących) i technologicznych, dopuszczonych do stosowania przez ITB, % masy cementu, nie więcej niż	5,0	5,0

Cement powinien pochodzić z jednego źródła dla danego obiektu. Pochodzenie cementu i jego jakość określona atestem - musi być zatwierdzona przez Inżyniera.

Przechowywanie cementu

Warunki przechowywania cementu powinny odpowiadać wymaganiom normy BN-88/6731-08 [9]. Miejsca przechowywania cementu mogą być następujące:

- składy otwarte (wydzielone miejsca zadaszone na otwartym terenie, zabezpieczone z boków przed opadami) lub magazyny zamknięte (budynki lub pomieszczenia o szczelnym dachu i ścianach) – **dla cementu workowanego**,
- zbiorniki stalowe, żelbetowe lub betonowe – **dla cementu luzem**. W każdym ze zbiorników należy przechowywać cement jednego rodzaju i klasy, pochodzący od jednego dostawcy.

Stal zbrojeniowa

Stal zbrojeniowa stosowana do zbrojenia betonowych elementów konstrukcji przepustów musi odpowiadać wymaganiom PN-H-93215 [10]. Klasa, gatunek i średnica musi być zgodna z dokumentacją projektową. Nie dopuszcza się zamiennego użycia innych stali i innych średnic bez zgody Inżyniera. Stal

zbrojeniowa powinna być składowana w sposób izolowany od podłoża gruntowego, zabezpieczona od wilgoci, chroniona przed odkształceniem i zanieczyszczeniem.

Woda

Woda do betonu powinna odpowiadać wymaganiom PN-B-32250 [11]. Bez badań laboratoryjnych można stosować wodociągową wodę pitną. Woda pochodząca z wątpliwych źródeł nie może być użyta do momentu jej przebadania na zgodność z podaną normą.

Domieszki chemiczne

Domieszki chemiczne do betonu powinny być stosowane, jeśli przewiduje to dokumentacja projektowa, przy czym w przypadku braku danych dotyczących rodzaju domieszek, ich dobór powinien być dokonany zgodnie z zaleceniami PN-B-06250 [5].

2.1.5. Materiały na zasypkę

Materiał zasypki powinien być materiałem ziarnistym, aby zapewnić dobre właściwości konstrukcyjne. Piaski, żwiry rzeczne, wyrobiskowe, mieszanki żwirowo-piaskowe o klasie niejednorodności D5 oraz gruboziarniste o frakcji 0-45mm są zwykle wystarczające i nadają się do zagęszczania w każdych warunkach pogodowych. Moduł edometryczny dla kruszywa ok. 20000 kPa.

Rodzaje kruszyw:

- przepuszczalne, wolne od zbryleń, zmarzliny, o nierównomiernym uziarnieniu (D5),
- zagęszczalne, nieagresywne pH 6-8 (najlepiej ok. 7) wolne od elementów organicznych, frakcja 0-45mm, przewodność $> 10\,000\text{ Ohm-cm}$.

Zasypka wokół konstrukcji zwykle powinna wykraczać poza obwód konstrukcji na szerokość równą jej rozpiętości po każdej ze stron, a ponad konstrukcję do min. 300mm lub 1/10 średnicy, którakolwiek z wartości jest większa.

W odległości 0,50m od konstrukcji grubości frakcji może być $> 45\text{mm}$, lecz nie powinna przekraczać 2/3 grubości warstwy tj. max. 20cm.

W przypadku ograniczeń wymiarowych, wykopu, min. szerokość zasypki od ścianki konstrukcji podatnej powinna wynieść 0,60m.

Dla zapewnienia dobrej pracy konstrukcji grunt powinien być zagęszczony do stopnia zagęszczenia $> 0,95$ wg próby Proctora normalnego (w bezpośrednim otoczeniu konstrukcji) oraz 0,98 wg próby Proctora normalnego w pozostałej strefie poza konstrukcją.

2.1.6. Materiały do wykonania umocnień skarp, wlotu i wylotu cieku poza przepustem

Materiały do wykonania umocnienia skarp, wlotu i wylotu cieku poza przepustem powinny być zgodne z dokumentacją projektową i powinny odpowiadać wymaganiom w PN-B-06251 [12].

3.SPRZĘT

Wymagania ogólne

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST „Wymagania ogólne” pkt 3.

Sprzęt do wykonania przepustu

Wykonawca przystępujący do wykonania przepustu z blachy falistej powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- koparki do wykonywania wykopów,
- sprzęt do ręcznego wykonywania płytkich wykopów szerokoprzestrzennych,
- żurawie samochodowe,
- betoniarki,
- sprzęt zagęszczający:
 - sprzęt ręczny:
Do zagęszczania w strefie pod-pachwinowej konstrukcji generalnie stosuje się krawędziaki o przekroju 50 x 100mm, tam gdzie dostęp jest trudny. Ręczne ubijaki zagęszczające warstwy poziome nie powinny być lżejsze niż 9kg i posiadać powierzchnię ubijaka nie większą niż 150 x 150mm.
 - zagęszczarki mechaniczne:
Do zagęszczania w strefie pachwinowej można stosować zagęszczarki mechaniczne – młoty vibracyjne zakładając odpowiednią końcówkę do zagęszczania. Większość zagęszczarek może być użyta do zagęszczania z wyjątkiem miejsc o ograniczonym dostępie. Należy uważać aby nie uderzyć konstrukcji sprzętem zagęszczającym. Ogólnie przyjmuje się, że cięższy sprzęt (np. walce vibracyjne) powinien, pracować w odległości min 1,0m od konstrukcji.
- sprzęt do montażu przepustów z blach falistych:
 - klucze ręczne,
 - zakrętkarki mechaniczne,
 - chwytaki, podajniki na śruby,
 - pręty stalowe do dopasowania blach,

- uchwyty stalowe do montażu konstrukcji poza miejscem wbudowania, oraz rusztowania, drabiny i małe dźwigi lub koparki do podawania blach;

Roboty rozbiórkowe istniejącego mostu lub przepustu żelbetowego należy wykonać przy użyciu sprzętu akceptowanego przez Inżyniera. Użyty sprzęt zależny jest od przyjętego przez Wykonawcę sposobu prowadzenia prac rozbiórkowych.

Sprzęt winien być sprawny i spełniać wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy.

4. TRANSPORT

Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST „Wymagania ogólne” pkt 4.

Transport blach falistych i elementów łączących

Blachy dostarczane są w paczkach z załączonymi śrubami i nakrętkami zapakowanymi w kartony. Dostawa obejmuje również szczegółowe instrukcje montażu, które pakowane są najczęściej w kartony ze śrubami.

Ciężar jednej paczki nie przekracza zwykle 2 ton tak, aby lekki dźwig lub inny sprzęt rozładunkowy mógł na budowie dokonać rozładunku. Należy zachować normalne środki ostrożności, aby nie uszkodzić fabrycznej powłoki ochronnej blach. Nie wolno uderzać blachami o twarde i ostre przedmioty oraz nie wolno ich ciągnąć po gruncie.

Zalecana jest wcześniejsza lektura instrukcji montażu tak aby blachy, które są potrzebne w pierwszej kolejności były dostępne na początku bez konieczności niepotrzebnego przekładania.

Wszystkie blachy oznaczone są w trwały sposób, umożliwiającą łatwą ich identyfikację w nawiązaniu do oznaczeń podanych, w instrukcji montażu.

Transport innych materiałów

4.1. Transport kruszywa

Kamień i kruszywo należy przewozić dowolnymi środkami transportu w warunkach zabezpieczających je przed zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi kruszywami i nadmiernym zawilgoceniem.

4.2. Transport cementu

Transport cementu powinien być zgodny z BN-88/6731-08 [9]. Przewóz cementu powinien odbywać się dostosowanymi do tego celu środkami transportu w warunkach zabezpieczających go przed opadami atmosferycznymi, zawilgoceniem, uszkodzeniem opakowania i zanieczyszczeniem.

4.3. Transport stali zbrojeniowej

Stal zbrojeniową można przewozić dowolnymi środkami transportu w warunkach zabezpieczających przed powstawaniem korozji i uszkodzeniami mechanicznymi.

4.4. Transport mieszanki betonowej

Transport mieszanki betonowej powinien odbywać się zgodnie z normą PN-B-06250 [5]. Czas transportu powinien spełniać wymóg zachowania dopuszczalnej zmiany konsystencji mieszanki uzyskanej po jej wytworzeniu.

4.5. Transport drewna i elementów deskowania

Drewno i elementy deskowania należy przewozić w warunkach chroniących je przed przemieszczaniem, a elementy metalowe w warunkach zabezpieczających przed korozją i uszkodzeniami mechanicznymi.

5.WYKONANIE ROBÓT**Ogólne zasady wykonania robót**

Ogólne zasady wykonania robót podano w ST „Wymagania ogólne” pkt 5.

Zakres robót

Zakres robót wykonywanych przy przebudowie istniejącego przepustu żelbetowego na przepust z blach stalowych obejmuje:

- roboty przygotowawcze,
- wykopy,
- wykonanie podłoża pod przepust,
- montaż przepustu z blach falistych,
- roboty betonowe (wykonanie wieńców),
- zasypkę przepustu,
- rozbiórka istniejącej konstrukcji mostu lub przepustu żelbetowego,
- umocnienie skarp wlotu i wylotu,
- umocnienie wlotu i wylotu cieku poza przepustem.

5.1.Roboty przygotowawcze

Roboty przygotowawcze przy budowie przepustu to:

Zagrodzenie cieku na czas budowy (usypanie grobli przed przepustem) i przeprowadzenie wody cieku podczas montażu konstrukcji. Możliwe są dwa sposoby przeprowadzenia wody:

- wykonanie obejścia (przekopu) poza budowanym obiektem,

- przeprowadzenie wody za pomocą rur w miejscu budowy wewnątrz montowanej konstrukcji.

odwodnienie terenu budowy w zakresie i formie uzgodnionej z Inżynierem,

Roboty rozbiórkowe obejmujące usunięcie istniejących płyt i elementów betonowych (pełnych i ażurowych) stanowiących umocnienie przyczółków i dna cieku.

5.2.Wykop pod przepust

Wykonanie wykopu powinno odpowiadać wymaganiom PN-S-02205 [13].

Wykonanie wykopu obejmuje pogłębienie istniejącego dna rzeki. Należy usunąć wierzchnią warstwę gruntu organicznego i namulów.

Minimalna głębokość wykopu wynosi ok. 50 cm, chyba że na tej głębokości będą zalegały grunty nienośne (organiczne, namuły).

5.3.Podłoże pod przepust

Podłoże pod przepust zgodnie z dokumentacją projektową stanowi:

- fundament kruszywowy z tłucznia grubości 50cm. Tłuczeń należy układać w dwóch warstwach (max. grubość warstwy nie powinna przekraczać 30cm) i zagęszczać do wskaźnika zagęszczenia 0,98 wg standardowej próby Proctora.

Na tak przygotowany tłuczeń należy ułożyć warstwę piasku ukształtowaną zgodnie z geometrią dna przepustu stalowego. Minimalna grubość warstwy piasku po zagęszczeniu (wskaźnik zagęszczenia 0,98) w środku rozpiętości prefabrykatu powinna wynosić 10cm.

- zwirowa podsypka wzmacniająca grubości 25 cm. Zasypkę należy zagęszczać do wskaźnika zagęszczenia 0,98 wg standardowej próby Proctora.

5.4.Roboty betonowe

Wykonanie mieszanki betonowej

Mieszanka betonowa dla betonowych elementów konstrukcji przepustów powinna odpowiadać wymaganiom PN-B-06250 [4]. Urabialność mieszanki betonowej powinna pozwolić na uzyskanie maksymalnej szczelności po zawibrowaniu bez wystąpienia pustek w masie betonu lub na powierzchni.

Urabialność powinna być dostosowana do warunków formowania, określonych przez:

- kształt i wymiary elementu konstrukcji oraz ilość zbrojenia,

- zakładaną gładkość i wygląd powierzchni betonu,
- sposoby układania i zagęszczania mieszanki betonowej.

Konsystencja powinna być nie rzadsza od plastycznej, badana wg normy PN-B-06250 [4]. Nie może ona być osiągnięta przez większe zużycie wody niż to jest przewidziane w składzie mieszanki. Zaleca się sprawdzanie doświadczalne urabialności mieszanki betonowej przez próbę formowania w warunkach zbliżonych do rzeczywistych. Zawartość powietrza w zagęszczonej mieszance betonowej nie może przekraczać: 2% w przypadku niestosowania domieszek napowietrzających i od 4,5 do 6,5% w przypadku stosowania domieszek napowietrzających. Recepta mieszanki betonowej może być ustalona dowolną metodą doświadczalną lub obliczeniowo-doświadczalną zapewniającą uzyskanie betonu o wymaganych właściwościach. Do celów produkcyjnych należy sporządzić receptę roboczą, uwzględniającą zawilgocenie kruszywa, pojemność urządzenia mieszającego i sposób dozowania.

Wykonanie mieszanek betonowych musi odbywać się wyłącznie w betoniarkach przeciwbieżnych lub betonowniach.

Składniki mieszanki wg recepty roboczej muszą być dozowane wagowo z dokładnością:

- $\pm 2\%$ dla cementu, wody, dodatków,
- $\pm 3\%$ dla kruszywa.

Objętość składników jednego zarobu betoniarki nie powinna być mniejsza niż 90% i nie może być większa niż 100% jej pojemności roboczej. Czas mieszania zarobu musi być ustalony doświadczalnie, jednak nie powinien on być krótszy niż 2 minuty. Konsystencja mieszanki betonowej nie może różnić się od konsystencji założonej (wg recepty roboczej) więcej niż $\pm 20\%$ wskaźnika Ve-Be. Przy temperaturze 0°C wykonywanie mieszanki betonowej należy przerwać, za wyjątkiem sytuacji szczególnych, w uzgodnieniu z Inżynierem.

5.5. Wykonanie zbrojenia

Zbrojenie powinno być wykonane w zbrojarni stałej lub poligonowej. Sposób wykonania szkieletu musi zapewnić niezmienność geometryczną szkieletu w czasie transportu na miejsce wbudowania. Do tego celu zaleca się łączenie węzłów na przecięciu prętów drutem wiązałkowym wyżarzonym o średnicy nie mniejszej niż 0,6mm (wiązanie na podwójny krzyż) albo stosować spawanie. Zbrojenie musi

zachować dokładne położenie w czasie betonowania. Należy stosować podkładki dystansowe prefabrykowane z zapraw cementowych albo z materiałów z tworzywa sztucznego. Niedopuszczalne jest stosowanie podkładek z prętów stalowych. Szkielet zbrojenia powinien być sprawdzony i zatwierdzony przez Inżyniera.

Sprawdzeniu podlegają:

- średnice użytych prętów,
- rozstaw prętów - różnice rozstawu prętów głównych nie powinny przekraczać 1cm,
- rozstaw strzemion nie powinien różnić się od projektowanego o więcej niż $\pm 2\text{cm}$,
- różnice długości prętów, położenie miejsc kończenia ich hakami, odcięcia - nie mogą odbiegać od dokumentacji projektowej o więcej niż $\pm 5\text{cm}$,
- otuliny zewnętrzne utrzymane w granicach wymagań projektowych bez tolerancji ujemnych,
- powiązanie zbrojenia w sposób stabilizujący jego położenie w czasie betonowania i zagęszczania.

5.6. Wykonanie deskowań

Deskowanie powinno być wykonane zgodnie z dokumentacją projektową i powinno zapewnić sztywność i niezmienność układu oraz bezpieczeństwo konstrukcji. Deskowanie powinno być skonstruowane w sposób umożliwiający łatwy jego montaż i demontaż. Przed wypełnieniem mieszanką betonową, deskowanie powinno być sprawdzone, aby wykluczyć wyciek zaprawy i możliwość zniekształceń lub odchyłeń w wymiarach betonowej konstrukcji. Deskowania nieimpregnowane przed wypełnieniem ich mieszanką betonową powinny być obficie zlewane wodą.

5.7. Betonowanie i pielęgnacja

- Elementy przepustów z betonu powinny być wykonane zgodnie z dokumentacją projektową i ST oraz powinny odpowiadać wymaganiom PN-B-06250 [5].

Betonowanie konstrukcji należy wykonywać wyłącznie w temperaturach nie niższych niż $+ 5^{\circ}\text{C}$. W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się betonowanie w temperaturze niższej niż 5°C , jednak wymaga to zgody Inżyniera oraz zapewnienia mieszance betonowej temperatury $+ 20^{\circ}\text{C}$ w chwili jej układania i zabezpieczenia uformowanego elementu przed utratą ciepła w czasie co najmniej 7 dni. Bezpośrednio po zakończeniu betonowania zaleca się przykrycie powierzchni betonu lekkimi osłonami wodoszczelnymi, zapobiegającymi odparowaniu wody z betonu i chroniącymi beton przed deszczem i inną wodą. Dopuszcza się inne rodzaje

pielęgnacji po akceptacji Inżyniera. Rozformowanie konstrukcji, jeżeli dokumentacja projektowa nie przewiduje inaczej, może nastąpić po osiągnięciu przez beton co najmniej 2/3 wytrzymałości projektowej.

5.8. Montaż przepustu z blach falistych

Montaż przepustu może być wykonany wyłącznie przez wyszkolony personel techniczny i musi przebiegać ściśle według instrukcji montażu producenta przepustów. Montaż konstrukcji jest prosty i szybki, ale wymaga reżimu technologicznego. Do montażu stosowany jest sprzęt lekki. Wielkość brygady montażowej to typowo 4-5 osób wyposażonych w klucze oraz zakrętkarki mechaniczne.

Sposób montażu konstrukcji:

- Montaż sekwencyjny (płaszcz po płaszczu). W tym przypadku na miejsce budowy dostarczane są:
 - odpowiednio oznaczone elementy konstrukcyjne,
 - odpowiednia ilość śrub i nakrętek,
 - rysunek montażowy
 oraz zapewniony jest instruktaż montażu;
- montaż z wstępną prefabrykacją,
- całkowita prefabrykacja.

Każdorazowo należy kontrolować wartość momentu dokręcenia śrub. Kontroli podlega 5% ogółu śrub, z których 95% musi posiadać wartość momentu dokręcenia zgodnie z tabelą 6, natomiast moment dokręcenia pozostałych 5% zbadanych śrub nie może być niższy niż 200Nm. Po skręceniu konstrukcji do wymaganych momentów należy dokonać pomiaru kształtu konstrukcji. Dopuszczalne tolerancje wymiarów (rozpiętości i wysokości) konstrukcji po jej zmontowaniu wynoszą 2% w stosunku do założeń projektowych. Podczas wykonywania zasypki należy na bieżąco kontrolować wymiary konstrukcji. Dopuszczalne tolerancje wymiarów (rozpiętości i wysokości) konstrukcji po jej zasypaniu wynoszą 2% w stosunku do stanu po skręceniu.

Tablica 6. Zalecane wartości momentu dokręcenia śrub
(tolerancja pomiaru $\pm 10\%$)

Rozpiętość konstrukcji	Moment dokręcenia śrub
[m]	[Nm]
$\leq 7,00$	240 – 360
$> 7,00$	360 – 450

5.9. Zasyпка przepustu

Układanie zasyпки wokół przepustu

Materiał zasyпки wokół konstrukcji w strefie pod-pachwinowej powinien być układany warstwami o grubości od 150 do 300mm obustronnie po bokach konstrukcji, a następnie dobrze zagęszczony. Wskaźnik zagęszczenia powinien wynosić 0,95 w bezpośrednim sąsiedztwie ścian przepustu (pas o szer. 0,5 m) i 0,98 w pozostałych strefach zasyпки. Układanie musi być wykonane symetrycznie, aby wysokość zasyпки była taka sama po obu stronach konstrukcji (dopuszcza się różnicę w wysokości równą jednej warstwie). Przed przystąpieniem, do wykonywania kolejnej warstwy należy upewnić się, czy poprzednia została zagęszczona do żądanej wartości.

W narożach konstrukcji łukowo-kołowych należy użyć najlepszego materiału szczególnie dobrze zagęszczalnego np. mieszanki żwirowo-piaskowej. Należy usypać zasypkę po obu stronach konstrukcji i za pomocą łopat obsypywać obszar pod pachwinowy. Następnie ubić mocno za pomocą krawędziaka 50 x 100mm lub innego odpowiedniego sprzętu.

Zasyпка przylegająca bezpośrednio do konstrukcji musi być zagęszczona ręcznie. Sprzęt ciężki należy stosować w odległości nie mniejszej niż 1,0m od rury. Wszelkie zmiany w wymiarach konstrukcji lub jej przesunięcie ostrzegają, że cięższy sprzęt musi pracować w odległości większej od ścian przepustu.

Do zagęszczania można użyć dowolnego sprzętu w zależności od warunków terenowych, jednak ważniejsze niż metoda, jest zapewnienie jednorodnego, dobrego zagęszczania, tablica 7.

Tablica 7. Minimalna ilość zagęszczeń, największa grubość warstwy i minimalna warstwa ochronna nad górną ścianką przepustu.

Urządzenie zagęszczające	Minimalna liczba zagęszczeń	Maksymalna grubość warstwy piaskowej po zagęszczeniu	Minimalna grubość warstwy ochronnej nad górną ścianką przepustu
		[m]	[m]
Ubijak ręczny, 15kg	4	0,15	0,15
Ubijak wibracyjny, 70kg	4	0,30	0,25
Płyta wibracyjna, 50kg	4	0,10	0,10

Płyta wibracyjna, 100kg	4	0,15	0,10
Płyta wibracyjna, 200kg	4	0,20	0,15
Płyta wibracyjna, 400kg	4	0,30	0,25
Płyta wibracyjna, 600kg	4	0,40	0,40
Walec wibracyjny o obciążeniu statycznym 15kN/m ²	6	0,35	0,50
Walec wibracyjny o obciążeniu statycznym 30kN/m ²	6	0,60	1,00

Karbowane konstrukcje stalowe jako sprężyste owale podtrzymywane są przez otaczający grunt i wraz z nim współpracują. Stąd też grunt otaczający jest integralną częścią układu konstrukcyjnego. Dlatego tak ważne jest wykonanie zasypki z odpowiedniego materiału i w odpowiedni sposób.

Wywrotki lub rozkładarki powinny wysypywać zasypkę równomiernie po obu stronach konstrukcji i w odpowiedniej odległości od niej. Minimalna, odległość przyzmy kruszywa od konstrukcji 2,0m.

Aby uniknąć miejsc niezagęszczonych w pobliżu konstrukcji należy kierować się zasadą ruchu sprzętu zagęszczającego równoległe do ścian konstrukcji. Ewentualność powstania miejsc niezagęszczonych lub pustek w pobliżu konstrukcji powstaje w przypadku ruchu sprzętu w kierunku prostopadłym do konstrukcji.

Należy prowadzić ciągłą kontrolę zagęszczania i kształtu przekroju,

Kontrola kształtu konstrukcji w czasie zagęszczania

Karbowane konstrukcje stalowe jako konstrukcje sprężyste mogą zmieniać swój kształt w trakcie montażu i zagęszczania, jeśli jest to wykonywane niewłaściwie. Dla małych przekrojów nie stanowi to problemu, dla zwiększonych rozpiętości należy zwrócić na to uwagę.

W trakcie zasypywania konstrukcji mogą wystąpić następujące rodzaje przemieszczeń:

- **wypiętrzenie** – wywołane przez parcie boczne od gruntu zagęszczanego,
- **wyboczenie** – wywołane przez niesymetryczne obciążenie konstrukcji naziemem lub zróżnicowane zagęszczenie naziemu na jednej ze stron,
- **przesunięcia poziome całej konstrukcji** poprzez niesymetryczne zasypywanie.

Dopuszcza się maksymalne przemieszczenia lub ugięcia miejscowe rzędu 2% średnicy i 2 % rozpiętości dla konstrukcji łukowo-kołowych. Należy zawiesić piony w trzech miejscach u

korony konstrukcji: w osi oraz po bokach w odległości $\frac{1}{4}$ rozpiętości. Odległość pionu od dna konstrukcji rzędu 50-75mm pozwala na łatwy pomiar odkształceń pionowych konstrukcji. Na długości przepustu piony powinny być zawieszone w środku oraz w górę i w dół w odległościach 4m. Pionowe i poziome odkształcenia muszą być mierzone po każdej warstwie zasypki, a ich wartości zamierzone w tabelach jako załączniki do dziennika budowy.

Jeśli nastąpi wyboczenie na jedną ze stron, można temu zaradzić poprzez nasypanie i zagęszczenie zasypki jednostronnie, tzn. po stronie na którą nastąpiło wyboczenie. Jeśli nastąpi wypiętrzenie konstrukcji, wtedy należy odejść ze sprzętem zagęszczającym z dala od konstrukcji bądź ją dociażyć, ewentualnie zastosować obydwie w/w rozwiązania.

Jeśli działania korygujące nie dają efektu lub jeśli odkształcenia przekraczają zalecane granice, wtedy należy wymienić część lub całość zasypki. O ile odkształcenia nie były nadmierne, konstrukcja stalowa odzyska swój uprzedni kształt, po usunięciu zasypki.

Należy zauważyć, że sposób zachowania się konstrukcji (odkształcenie) jest zupełnie normalny i gdy znajduje się ono w określonych granicach, wręcz pożądany. Wszystkie karbowane konstrukcje stalowe mają skłonność do wypiętrzania w trakcie zagęszczania, a następnie po zakończeniu zasypywania, po wystąpieniu obciążenia z góry, wywierają nacisk na zasypkę boczną – wyzwalać odpór gruntu. To właśnie dzięki tendencji do odkształceń karbowane konstrukcje stalowe mogą uzyskać przy współpracy z otaczającym gruntem znaczną nośność. Jeśli wypełnienie boczne składa się z bardzo słabego materiału lub materiału ułożonego luźno bez zagęszczenia wtedy boki konstrukcji będą przesuwać się w kierunku na zewnątrz, aż zostanie osiągnięty stan granicy odkształceń i nastąpi wyboczenie przekroju.

Zagęszczenie na końcach

Na końcach konstrukcja ścięta do skarpy traci swą sztywność pierścieniową. Te końce działają jak wspornikowe ściany oporowe i mogą nie przenieść parcia, które powstaje od ciężkiego sprzętu zagęszczającego. Zaleca się więc użycie lekkiego sprzętu do zagęszczania gruntu na końcówkach.

Dodatkowo celem uniknięcia deformacji przekroju zaleca się pionowe usztywnienie konstrukcji. W przypadku ścięcia do skarpy oraz występowania konstrukcji w skosie zaleca się stosować dodatkowe usztywnienia (np. obrukowanie, opaska żelbetowa (wieniec), zbrojenie geotekstylami).

5.10. Umocnienie skarpy wlotu i wylotu przepustu oraz cieku

Pasy skarp wokół wlotów i wylotów należy unocnić betonową kostką brukową na podsypce piaskowo-cementowej. Dno i brzegi cieków na o długości wskazanej w Projekcie Budowlanym przed i za przepustami należy umocnić brukowcem spoinowanym zaprawą cementową.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST „Wymagania ogólne” pkt 6.

Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien przedstawić Inżynierowi do akceptacji:

- aprobatę techniczną (lub dokument równoważny) na blachy faliste przepustów, śruby, nakrętki, podkładki itp., wydaną przez uprawnioną jednostkę,
- zaświadczenie o jakości (atesty) na materiały, do których wydania producenci są zobowiązani przez właściwe normy PN i BN, jak pręty zbrojeniowe, cement,
- wyniki badań materiałów przeznaczonych do wykonania robót, zgodnie z wymaganiami określonymi w punkcie 2.

Badania w czasie robót

6.1. Kontrola robót przygotowawczych i wykopów

Kontrolę robót przygotowawczych i wykopu pod przepust należy przeprowadzić z uwzględnieniem wymagań określonych w punktach 5.3 i 5.4.

6.2. Kontrola wykonania podłoża pod przepust

W czasie przygotowania podłoża pod przepust należy zbadać:

- zgodność wykonywanych robót z dokumentacją projektową,
- prawidłowość wyprofilowania kształtu podłoża w dostosowaniu do kształtu spodu przepustu,
- grubość warstwy podsypki i jej wymiary w planie,
- zagęszczenie podsypki.

6.3. Kontrola wykonania robót betonowych

W czasie wykonywania robót należy przeprowadzać systematyczną kontrolę składników betonu, mieszanki betonowej i wykonanego betonu wg PN-B-06250 [4].

Kontrola zbrojenia polega na sprawdzeniu średnic, ilości i rozmieszczenia zbrojenia w porównaniu z dokumentacją projektową.

6.4. Kontrola montażu przepustu z blach falistych

Kontrola wykonania montażu przepustu z blach falistych powinna być zgodna z zaleceniami instrukcji montażu dostarczonej przez producenta.

Kontrola wykonania montażu przepustu powinna uwzględniać sprawdzenie:

- prawidłowości wstępnego montażu blach,
- obecności uszkodzeń mechanicznych płaszczy konstrukcji (istnieje możliwość wymiany pojedynczych uszkodzonych płaszczy),
- sposobu umieszczania łączników blach,
- poprawności dokręcania łączników (łączniki powinny być dokręcone do wymaganego momentu dokręcenia).

6.5. Kontrola robót izolacyjnych

Kontrola robót izolacyjnych powinna dotyczyć sprawdzenia grubości tych powłok w odniesieniu do grubości początkowych. W przypadku zarejestrowania uszkodzenia lub ubytków powłok ochronnych, należy je niezwłocznie uzupełnić. Wszelkie uszkodzenia powłok to potencjalne ogniska korozyjne, należy je zabezpieczyć postępując wg „Zaleceń Dotyczących Wykonywaniu i Odbioru Antykorozyjnych Zabezpieczeń Konstrukcji Stalowych Drogowych Obiektów Mostowych”, które stanowią załącznik do Zarządzenia Nr 12 Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych z dnia 8 grudnia 1998 roku [14].

6.6. Kontrola wykonania zasypki przepustu

Kontrola wykonania zasypki przepustu powinna być zgodna z zaleceniami instrukcji wykonania przepustu dostarczonej przez producenta, wymaganiami punktu 5.8 i powinna uwzględniać sprawdzenie:

- dokładności ułożenia pierwszej warstwy zasypki, wpływającej na należyłą stabilizację dolnych naroży przepustu,
- prawidłowości wykonania następnych warstw zasypki, z uwzględnieniem dopuszczalnych grubości warstw oraz wskaźnika zagęszczenia gruntu,
- poprawności wykonania zasypki i prowadzenia zagęszczania zasypki w bezpośrednim otoczeniu przepustu, ze zwróceniem uwagi na nieuszkadzanie konstrukcji przepustu i jego powłoki ochronnej,
- właściwości użytych materiałów (gruntów) do zasypki,

- powierzchni wykonywanej zasypki,
- nieodkształcalności wymiarów wewnętrznych przepustu pod wpływem działania zasypki.

6.7. Kontrola wykonania deskowania

Kontrola wykonania deskowania wieńców powinna obejmować:

- geometrię deskowania,
- szczelność deskowania uniemożliwiającą wyciekanie mieszanki betonowej.

6.8. Kontrola wykonania zbrojenia

Kontrola wykonania zbrojenia wieńców powinna obejmować:

- sprawdzenie średnic prętów,
 - ich ilości,
 - rozmieszczenia zbrojenia w deskowaniu
- w porównaniu z dokumentacją projektową.

6.9. Umocnienia skarp, wlotu i wylotu cieku do przepustu

Kontrola geometrii i równości ułożonego umocnienia z drobnowymiarowych elementów betonowych. Nierówności mierzone łata 4-metrową nie powinny przekraczać 2 cm.

7.OBMIAR ROBÓT

Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST „Wymagania ogólne” pkt 7.

Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest całkowicie wykonany przepust wraz z robotami rozbiórkowymi istniejącego mostu lub przepustu żelbetowego.

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST „Wymagania ogólne” pkt 8.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, ST i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania, z zachowaniem tolerancji wg punktu 6, dały wyniki pozytywne.

Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu podlegają:

- wykonany wykop,
- wykonane podłoże pod przepust,
- przepust na podłożu.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w ST „Wymagania ogólne” pkt 9.

Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania przepustu obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- wykonanie wykopu zgodnie z ustaleniami dokumentacji projektowej wraz z odwodnieniem,
- dostarczenie materiałów,
- przygotowanie podłoża pod przepust,
- montaż przepustu z blach falistych, z ew. przeniesieniem go jeśli montaż był wykonany poza miejscem ostatecznej lokalizacji przepustu, z ew. wykonaniem i zamontowaniem bloków dociążających przepust,
- zasypkę przepustu, wykonaną zgodnie z instrukcją, z zagęszczeniem warstwami,
- rozbiórkę istniejącej konstrukcji przepustu żelbetowego,
- umocnienie skarpy przy wlocie i wylocie przepustu,
- umocnienie wlotu i wylotu rowu poza przepustem,
- uporządkowanie terenu,
- przeprowadzenie badań i pomiarów wymaganych w specyfikacji technicznej.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

1.1. Normy

- | | |
|-------------------------|---|
| 1. PN-EN 10027-1: 1994 | Systemy oznaczania stali. Znaki stali, systemy główne |
| 2. PN-EN ISO 898-1:2001 | Własności mechaniczne części złącznych wykonanych ze stali węglowej i stopowej. Śruby i śruby dwustronne. |
| 3. PN-EN ISO 1461:2000 | Powłoki cynkowe nanoszone na stal metodą zanurzeniową (cynkowanie jednostkowe). Wymagania i badania |
| 4. PN-B-06250 | Beton zwykły. |
| 5. PN-B-06712/A1:1997 | Kruszywa mineralne do betonu. |
| 6. PN-B-11112:1996 | Kruszywo mineralne.
Kruszywa łamane do nawierzchni drogowych. |
| 7. PN-B-06714-34 | Kruszywa mineralne. Badania. |

- | | |
|----------------------|---|
| | Oznaczenie reaktywności alkalicznej. |
| 8. PN-B-19701:1997 | Cement. Cement powszechnego użytku. Skład, wymagania i ocena zgodności. |
| 9. BN-88/6731-08 | Cement. Transport i przechowywanie. |
| 10. PN-H-93215 | Walcówka i pręty stalowe do zbrojenia betonu. |
| 11. PN-B-32250 | Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw. |
| 12. BN-80/6775-03/01 | Prefabrykaty budowlane z betonu. Elementy nawierzchni dróg, ulic, parkingów i torowisk tramwajowych. Wspólne wymagania i badania. |
| 13. PN-S-02205:1998 | Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania. |

Inne materiały

14. „Zalecenia Dotyczące Wykonywania i Odbioru Antykorozyjnych Zabezpieczeń Konstrukcji Stalowych Drogowych Obiektów Mostowych”, które stanowią załącznik do Zarządzenia Nr 12 Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych z dnia 8 grudnia 1998 roku
15. Katalogi producentów przepustów z blach falistych