



81-456 Gdynia, ul. Kopernika 78
tel. 58-622-37-87, fax 58-622-96-56
www.wuprohyd.pl e-mail: biuro@wuprohyd.pl

STRONA TYTUŁOWA

PROJEKT NR: **G/052/IH/2023**
INWESTOR: **Zarząd Morskiego Portu Gdańsk S.A.**
ul. Zamknięta 18, 80-955 Gdańsk

PROJEKT TECHNICZNY

„DRUGI ETAP WYMIANY LINII ODBOJOWEJ PIRSU RUDOWEGO W PORCIE PÓŁNOCNYM W GDAŃSKU”

ADRES INWESTYCJI:

Województwo: pomorskie; Miasto Gdańsk
Gdańsk; **Obręb: Nr 0144**

Działki lądowe:

działka nr **41** (właściciel: Skarb Państwa; użytkownik wieczysty: Zarząd Morskiego Portu Gdańsk S.A.)
działka nr **43** (właściciel: Skarb Państwa; użytkownik wieczysty: Zarząd Morskiego Portu Gdańsk S.A.)

PROJEKT TECHNICZNY

Zakres opracowania	Funkcja projektowa	Imię i nazwisko, nr uprawnień bud. i specjalność	Data opracowania	Podpis
Konstrukcja, hydrotechnika	Projektant	mgr inż. Piotr Pawłowski		
	nr upr.	upr. bud Nr POM/0139/POOK/12		
	spec. upr.	spec. konstrukcyjno - budowlana bez ograniczeń		
	Projektant	mgr inż. Piotr Czapiewski		Z
	nr upr.	upr. bud Nr ZAP/0082/PBH/22		
	spec. upr.	spec. Inżynierijna hydrotechniczna bez ograniczeń		

PROJEKT TECHNICZNY

1.	Podstawa opracowania	3
2.	Cel opracowania	3
3.	Lokalizacja i stan prawny terenów	3
4.	Materiały wykorzystane w opracowaniu	3
5.	Etapy wymiany linii odbojowej	4
6.	Opis stanu istniejącego	4
6.1.	Opis ogólny	4
6.2.	Istniejące elementy odbojowe	5
6.3.	Linia odwodną Pirsu	6
6.4.	Beton istniejącej konstrukcji	6
7.	Projektowane rozwiązanie	7
7.1.	Projektowane parametry dla linii odbojowej	7
7.2.	Szczegóły techniczne elementu odbojowego typu MV 1600 x 2000 A	7
7.3.	Szczegóły techniczne tarczy odbojowej	9
7.4.	Szczegóły techniczne elementu dystansującego z blachy	10
7.5.	Wykończenie elementów stalowych (elementy dystansujące)	10
7.6.	Montaż odbojnic do ściany odwodnej	10

Rysunki:

Rys. PT-01	Plan sytuacyjny – stan istniejący i elementy do demontażu
Rys. PT-02	Plan sytuacyjny – projektowany montaż odbojnic
Rys. PT-03	Szczegół dystansu odbojnicy
Rys. PT-04	Zestawienie elementów stalowych
Rys. PT-05.1-05.3	Rysunki techniczne odbojnicy typu MV 1600 x 2000

Załączniki:

- Zał. 1** „Orzeczenie Techniczne dotyczące jakości betonu dla drugiego etapu wymiany linii odbojowej Pirsu Rudowego w Porcie Północnym w Gdańsku”, mgr. inż. Eugeniusz Grześ, Gdańsk, sierpień 2023
- Zał. 2** Opracowanie dotyczące nośności systemu mocującego do odbojnic dla betonu niskiej klasy: „Element Fender MV 1600 x 2000 Anchorage Bolt Bond strength Performance Analysis Report”, Glen Engineering 2023

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Niniejsze opracowanie pn.: „Drugi etap wymiany linii odbojowej Pirsu Rudowego w Porcie Północnym w Gdańsku”, wykonano w ramach umowy ramowej nr 016/IH/2021, zawartej w dniu 13.09.2021r. pomiędzy Zarządem Morskiego Portu Gdańsk SA z siedzibą w Gdańsku przy ul. Zamkniętej 18, a Biurem Projektów „WUPROHYD” Sp. z o.o. z siedzibą w Gdyni przy ul. Kopernika 78 oraz Zlecenia nr G/052/IH/2023 z dnia 15.05.2023r.

2. CEL OPRACOWANIA

Celem całościowej dokumentacji jest opracowanie projektu drugiego etapu wymiany linii odbojowej Pirsu Rudowego w Porcie Północnym w Gdańsku oraz uregulowanie wszelkich formalności urzędowych niezbędnych z punktu widzenia możliwości przystąpienia do realizacji robót budowlanych.

W ramach projektu wykonano inwentaryzację konstrukcji, przeanalizowano dokumentację archiwalną, wykonano pomiary geodezyjne linii odwodnej nabrzeża oraz wykonano badania betonu konstrukcji pirsu.

3. LOKALIZACJA I STAN PRAWNY TERENÓW

Pirs Rudowy znajduje się w województwie pomorskim, w Gdańsku w Porcie Północnym pomiędzy terminalem głębokowodnym Baltic Hub I a Pirsem LPG, w pobliżu ulicy Budowniczych Portu Północnego.

Inwestycja stanowi II turę wymiany linii odbojowej co w całości mieści się na obszarze Pirsu Rudowego. Wymiana dotyczy 8 odbojnic, na sekcjach dylatacyjnych B oraz O-Z pirsu (numeracja sekcji liczona od nasady pirsu).

Działki, na których realizowana będzie inwestycja:

- Działka lądowa **41** - obręb ewidencyjny nr 144 – właściciel Skarb Państwa, użytkownik wieczysty: Zarząd Morskiego Portu Gdańsk S.A.;
- Działka lądowa **43** - obręb ewidencyjny nr 144 – właściciel Skarb Państwa, użytkownik wieczysty: Zarząd Morskiego Portu Gdańsk S.A.;

4. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W OPRACOWANIU

- 1) Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 1 czerwca 1998r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać morskie budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 101, poz. 645)
- 2) Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej z dnia 23 października 2006r. w sprawie warunków technicznych użytkowania oraz szczegółowego zakresu kontroli morskich budowli hydrotechnicznych (Dz. U. Nr 206, poz. 1516)
- 3) Projekt Budowlany: „Modernizacja linii odbojowej Pirsu rudowego w Porcie Północnym w Gdańsku”, Biuro Projektowo Inżynierskie Redan Sp. z o.o., 2013
- 4) Rysunki odbojnic MV1600x2000L, Gdańsk Port Północny, Pirs Rudowy, Trelleborg Marine Systems, 2015
- 5) Pomiary geodezyjne linii odwodnej Pirsu Rudowego, DIAZ Geodezja, lipiec 2023
- 6) Orzeczenie Techniczne dotyczące jakości betonu dla drugiego etapu wymiany linii odbojowej Pirsu Rudowego w Porcie Północnym w Gdańsku, mgr. inż. Eugeniusz Grześ, Gdańsk, sierpień 2023
- 7) Dokumentacja „Element Fender MV1600x2000 Anchorage Bolt Bond Strength Performance Analysis Report”, Glen Engineering 2023
- 8) Dokumentacja fotograficzna wykonana w lipcu 2023r.

- 9) „Morskie Budowle Hydrotechniczne. Zalecenia do projektowania, wykonywania i utrzymania Z1-Z47”, wydanie VI, Gdańsk, 2019
- 10) Polskie i europejskie normy, wiedza techniczna

5. ETAPY WYMIANY LINII ODBOJOWEJ

Wymiana linii odbojowej na Pirsie Rudowym podzielona została na 2 etapy:

I) Etap I (już wykonany)

- Demontaż istniejących odbojnic rurowych gigant typu Vredstein na sekcjach C-N
- Wykonanie nowej warstwy betonu na ścianie odwodnej na sekcjach A-N (reprofilacja linii odwodnej pirsu),
- Montaż nowych odbojnic (3 kpl.) typu 2 x MV 1600 x 1500 + 1 x MV 1600 x 1000 A na sekcjach C-E
- Montaż nowych odbojnic typ 2 x MV 1600 x 2000 A na sekcjach F-N

II) Etap II (**objęty bieżącym opracowaniem**)

- Demontaż istniejących odbojnic rurowych gigant typu Vredstein na sekcjach B oraz O-Z
- Montaż nowych odbojnic typu 2 x MV 1600-2000 A na sekcjach O-Z z wykorzystaniem elementów dystansujących pod odbojnicami (w celu wyrównania linii odbojowej),
- Montaż nowej odbojnicy typu MV 1600-2000 A na sekcji B bezpośrednio do ściany odwodnej (nowa warstwa betonu została już wykonana w ramach etapu I).

Etap I wymiany linii odbojowej został już wykonany. Niniejsze opracowanie dotyczy II etapu wymiany linii odbojowej na Pirsie Rudowym w Gdańsku.

6. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO

6.1. Opis ogólny

Pirs Rudowy stanowi żelbetowa konstrukcja płytowo-żebrowa wsparta na ruszcie z pali stalowych. Ruszt stanowią pale $\phi 610/12,5$ mm oraz $\phi 711/12$ mm o długościach 24 m, 26 m, 28 m, 30 m, pionowe oraz w nachyleniach od 5:1 do 7,5:1. Pale wypełnione są piaskiem z żelbetową głowicą lub całkowicie wypełnione żelbetem. Pod torem poddźwigowym od strony południowej znajdują się stalowe pale rurowe $\phi 720/12$ mm o długości 26 m i 28 m w nachyleniach 7:1 i 10:1.

Głębokość techniczna przy pirsie wynosi 16,50 m.

Pirs podzielony jest na 20 odcinków dylatacyjnych o długości 30 m każdy, długość całkowita pirsu wynosi 602,4 m. Sekcje dylatacyjne oznaczone są literami A-Z licząc od nasady Pirsu.

Pirs Rudowy wyposażony jest w haki cumownicze samozwalniające, pacholy cumownicze, odbojnice, drabinki wyjściowe oraz kanały instalacyjne. Na części pirsu znajdują się słupy oświetleniowe.

Na długości pirsu biegną tory poddźwigowe w rozstawie 20,0 m.

6.2. Istniejące elementy odbojowe

a) Sekcje B oraz O-Z (8 szt. odbojnic)

Na sekcji B oraz na sekcjach O-Z linie odbojową stanowią odbojnice rurowe gigant typu Vredstein:

- | | | |
|---|-------------|----|
| • Średnica | 1975 x 1100 | mm |
| • Długość | 2500 | mm |
| • Maksymalna energia pochłaniania przy reakcji $RR=2156,5$ kN i ugięciu elementu odbojowego 1,00 m, | ER=862,50 | kJ |
| • Rozstaw | 30,0 | m |



Zdjęcie 1 Odbojnica rurowa gigant Vredstein

b) Sekcje C-N (11 szt. odbojnic)

- | | | |
|----------------------------------|-------------|----|
| • Wymiary panelu | 5300 x 4000 | mm |
| • Wysunięcie na wodę | 1950 | mm |
| • Wymiar elementu sprężystego | 1600 x 2000 | mm |
| • Wyposażona w system łańcuchowy | | |

Na sekcjach F-N linie odbojową stanowią odbojnice 2 x MV 1600 x 2000 A (8 kpl):

- **Maksymalna energia pochłaniania i reakcja odbojnicy (przy ugięciu 57,5%)**

$$E = 2 \times 1196 = 2392 \text{ kJ} \quad R = 2 \times 1625 = 3250 \text{ kJ}$$

Na sekcjach C-E zamontowane są odbojnice o trzech elementach sprężystych, tj.:

2 x MV 1600 x 1500 A + 1 x MV 1600 x 1000 A:

- Maksymalna energia pochłaniania i reakcja odbojnicy (przy ugięciu 57,5%)

$$E = 2 \times 1196 + 1 \times 598 = 2990 \text{ kJ} \quad R = 2 \times 1625 + 1 \times 813 = 4063 \text{ kJ}$$

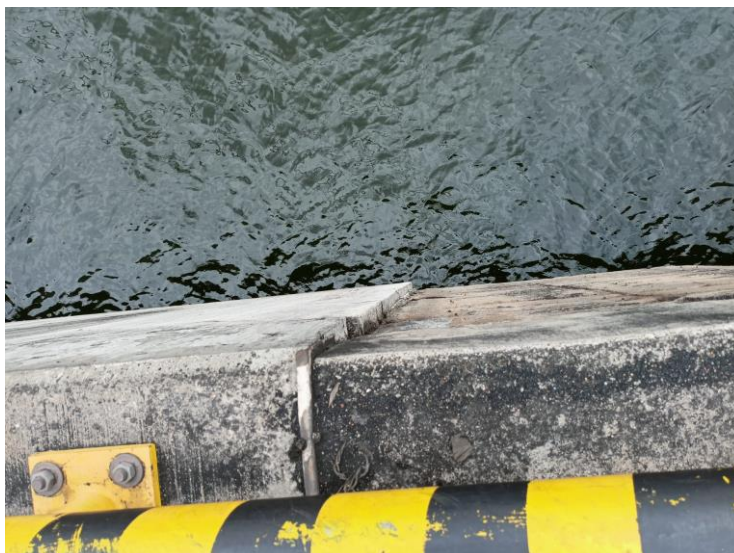


Zdjęcie 2 Odbojnica płytowa 2 x MV 1600 x 2000 A

6.3. Linia odwodną Pirsu

Ścianę odwodną pirsu stanowią dwa odcinki proste (w przybliżeniu równoległe) z uskokiem w miejscu, do którego wykonano reprofilację ściany odwodnej (wykonaną podczas I etapu wymiany linii odbojowej na pirsie). W ramach opracowania wykonano pomiary geodezyjne krawędzi nabrzeża wraz z oznaczeniem miejsca montażu każdej z odbojnic (sekcje O-Z).

Odległość (uskok) pomiędzy reprofilowaną a „stara”, równoległą do niej linią nabrzeża mierzone w punktach montażu odbojnic wynoszą od 68 do 92 mm (przyjęto uśredniłą wartość odsunięcia równą 80 mm).

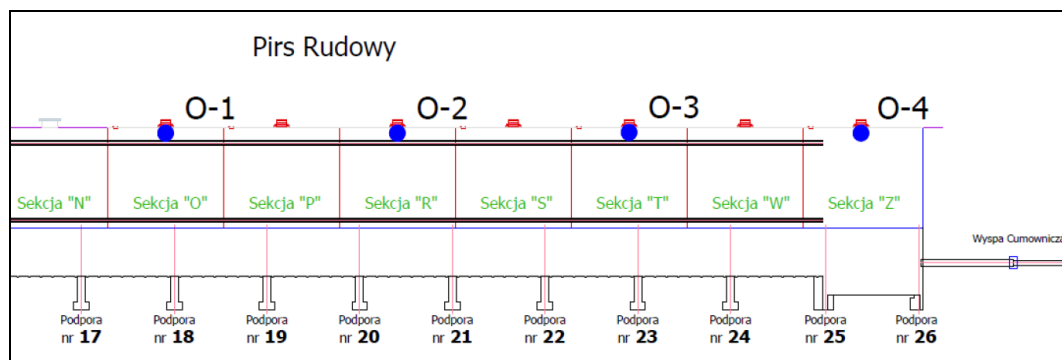


Zdjęcie 3 Uskok między odcinkami pirsu po i przed reprofilacją ściany

6.4. Beton istniejącej konstrukcji

W ramach prac projektowych wykonano 4 odwierty w oczepie od góry i pobrano próbki betonu do badań, by wyznaczyć średnią klasę betonu konstrukcji pirsu.

Wykazano bardzo dużą zmienność pod względem składu na długości pirsu. Beton różni się swoją gęstością i strukturą oraz posiada różne kruszywo grube (wykazano w części odwiertów kruszywo grube otoczkowe, w części grys bazaltowy), co wpływa na znacznie zróżnicowaną wytrzymałość na ściskanie. Z uzyskanych badań wynika, że nie można przyjąć średniej klasy betonu. Dla odbojnic pomiędzy odwiertami (sekcje P, S, W) należy przyjąć najniższą uzyskaną klasę betonu (C16/20).



Rys. 1 Lokalizacja odwiertów

Uzyskane wytrzymałości i klasy betonu:

Nr odwiertu	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]	Klasa betonu
O-1	43,0 – 50,2	C35/45
O-2	23,8 – 28,8	C16/20
O-3	44,0 – 51,9	C35/45
O-4	38,7 – 48,2	C30/37

7. PROJEKTOWANE ROZWIĄZANIE

Na rozpatrywanym odcinku (sekcje B oraz O-Z) przyjęto odbojnice płytowe: 2 x MV 1600 x 2000 A.

Na sekcjach C-N zostały one już zamontowane do reprofilowanej, odwodnej ściany nabrzeża podczas I etapu prac (na sekcjach C-E zamontowano odbojnice typu 2 x MV 1600 x 1500 A +1 x MV 1600 x 1000 A).

W II etapie robót (zakres opracowania) projektuje się:

- na sekcji B montaż projektowanej odbojnicy do reprofilowanej już ściany odwodnej;
- na sekcjach O-Z montaż projektowanych odbojnic do ściany odwodnej poprzez zaprojektowane elementy dystansujące z blach;

7.1. Projektowane parametry dla linii odbojowej

– Rozstaw projektowanych do montażu odbojnic	30,0 m
– Długość najmniejszego statku dobijającego lub cumującego przy Pirsie (L_M)	200,0 m
– Maksymalne jednostkowe parcie odbojnicy na kadłub jednostki pływającej (p)	188,1 kPa
– Typ jednostek cumujących lub dobijających do Pirsu	masowce

7.2. Szczegóły techniczne elementu odbojowego typu MV 1600 x 2000 A

Parametry techniczne odbojnicy montowanej poprzez dystans w stosunku do montowanej bezpośrednio nie zmieniają się. Przy montażu odbojnicy przez dystans należy zastosować odpowiednio dłuższe kotwy główne (+80 mm).

Charakterystyka pojedynczego elementu odbojowego MV 1600 x 2000:

- Deformacja znamionowa **57,5%**
- Absorpcja energii **1196 kNm**
- Siła reakcji **1625 kN**

Projektowane element odbojowy (MV) i wykorzystany do produkcji materiał powinien spełniać warunki:

PARAMETR	METODA BADANIA (NORMA)	WARTOŚĆ
Twardość	DIN 53504 ASTM D 2240 AS 1683.15.2 JIS K 6253	maksimum 78° Shore a
Wytrzymałość na rozciąganie	DIN 53504 ASTM D 412 Die C AS 11802 BSISO37 JIS K 6251	minimum 16,0 MPa
Wydłużenie przy zerwaniu	DIN 53504 ASTM D 412 Die C AS 11802 BSISO37 JIS K 6251	minimum 350%
Odkształcenie trwałe na ściskanie	ASTM D 395 Method B AS 1683.13 Method B BS 903 A6 ISO 815 JIS K 6262	
Odporność na przedarcie	ASTM D 624 Die B AS 1683.12 BS ISO34-1 JIS K 6259	minimum 70 kN/m
Odporność na działanie ozonu	DIN 53509 ASTM D 1149 AS 1683-24 BS ISO 1431-1 JIS K 6259	brak pęknięć
Odporność na działanie wody morskiej	BS ISO 1817 ASTM D 471	objętość maksimum +2%; twardość maksimum -8 ° Shore A
Wytrzymałość na ścieranie	ASTM D 5963-04 BS ISO 4649:2002	maksimum 100 mm ³ maksimum 1.5 cc

Skład mieszanki użytej do wykonania elementów typu MV powinien spełniać warunki:

- Gęstość maksymalna 1,20 g/cm³ zgodnie ze standardem ISO 2781
- Zawartość polimeru (gumy) min. 45% zgodnie ze standardem ASTM D6370
- Zawartość sadzy do wulkanizacji min. 20% zgodnie ze standardem ASTM D6370
- Zawartość popiołów max. 5% zgodnie ze standardem ASTM D297
- Stosunek gumy do wypełniaczy >1,20

Element odbojowy należy kotwić do oczepu poprzez kotwy chemiczne, epoksydowe np. typu HIT RE 500, przystosowane do warunków morskich i przemysłowych, do stosowania przy podłożach nasyconych wodą oraz zanurzonych.

Po wykonaniu montażu należy przeprowadzić badania parametrów fizyko-mechanicznych oraz składu fizycznego materiału, z którego wykonano element odbojowy. Badania należy zlecić niezależnemu laboratorium. Powinny one zostać wykonane na odpowiednio przygotowanych próbkach, których kształt i wymiary opisują przywołane powyżej normy. Próbki te powinny zostać dostarczone wraz z odbojnicami przez producenta.

Po wykonaniu badań-fizykomechanicznych, dla zweryfikowania pochodzenia materiału próbek oraz materiału, z którego wykonane są dostarczone urządzenia odbojowe należy dokonać analizy składu chemicznego obu materiałów.

Fragment gumy z urządzeń należy pobrać z dwóch, losowo wybranych w obecności przedstawiciela Inwestora odbojnic. Pobranie próbek należy wykonać poprzez skrawanie nożem fragmentu elementu o masie ok. 50 g, nie naruszając konstrukcji odbojnicy.

Przeprowadzone badania powinny potwierdzić deklarowane parametry fizyko-mechaniczne urządzeń a badanie składu powinno potwierdzić zgodność pochodzenia materiału próbek i materiału, z którego wykonano elementy odbojowe.

7.3. Szczegóły techniczne tarczy odbojowej

Zastosowano tarczę odbojową taką jak tarcze odbojnic na sekcjach C-N, tj. panel stalowy z okładziną z polietylenu o wymiarach 5300 x 4000 mm.

Panel stalowy należy wykonać ze stali S355. Kategoria korozyjności konstrukcji wg PN-EN ISO 12944-2: C5 (korozyjność bardzo duża, morska). Należy zastosować powłokę malarską, kolor dopasowany do koloru panelów istniejących odbojnic typu MV na Pirsie Rudowym.

Materiał okładziny: UHMW-PE o grubości 40 mm, kolor okładziny czarny.

Projektowana okładzina tarczy i wykorzystany do produkcji materiał powinien spełniać warunki:

PARAMETR	METODA BADANIA (NORMA)	WARTOŚĆ
Gęstość	ISO 1183-1	0,95 - 0,96 g/cm ³
Odporność na udarność	ISO 11542-2	100 - 130 kJ/m ²
Wytrzymałość na ścieranie	ISO/DIS 15527	130 – 150 mm ³
Rozciągłość	ISO / R 50 mm/min	15 – 20 N/mm ²
Wydłużenie po zerwaniu	ISO / R 50 mm/min	> 50%
Tarcie dynamiczne (do stali)	$P_m=1 \text{ N/mm}^2$; $V=10 \text{ m/min}$	
Twardość	ISO 868 DIN 53505, 3 s wartość próbka 6 mm	63 – 66
Temperatura pracy	-	– 80°C ÷ + 80°C
Rozszerzalność cieplna	DIN 53752	2×10^{-4}

7.4. Szczegóły techniczne elementu dystansującego z blachy

W celu wyrównania linii odbojowej pomiędzy nowymi odbojnicami, już zamontowanymi na odwodnej ścianie oczepu a projektowanymi do montażu (wyrównanie uskoku spowodowanego reprofilacją części ściany odwodnej pirsu) zaprojektowano elementy dystansujące z blachy stalowej.

Na element dystansujący składają się dwie płyty z blachy o wymiarach 2000 x 500 x 12 mm z otworami pod kotwy montażowe odbojnicy ($\phi 65$ mm), połączone poprzez poprzeczki z blachy o wym. 500 x 56 x 12 mm. Element – blacha od strony wody wyposażona jest w dodatkowe 2 otwory do przełożenia szekli transportowych ($\phi 65$ mm). Grubość całkowita elementu dystansującego wynosi 80 mm. Masa elementu wynosi **~215 kg**. Dystans należy wykonać z blach ze stali S235JR.

7.5. Wykończenie elementów stalowych (elementy dystansujące)

Kategoria korozyjności konstrukcji wg PN-EN ISO 12944-2: **C5** (korozyjność bardzo duża, morska).

Powierzchnie elementów dystansujących należy przygotować przez oczyszczenie strumieniowo - ściernie do klasy Sa.2 i zabezpieczyć antykorozyjnie poprzez cynkowanie ogniowe. Powierzchnie spawów, krawędzi i otworów należy przygotować do stopnia P3 zgodnie z PN-EN ISO 8501-3.

Minimalna grubość powłoki cynkowej 120 μm . Jakość powłoki ma odpowiadać wymaganiom normy PN-EN ISO 1461 „Cynkowanie na gorąco (ogniowo) powłoki na gotowych wyrobach z żelaza i stali – Wymagania techniczne i metody badania”.

7.6. Montaż odbojnic do ściany odwodnej.

W przypadku bezpośredniego montażu odbojnicy (odbojnica na sekcji B) do ściany odwodnej zgodnie z wytycznymi producenta należy użyć kotw M56 x 5,5P x 690 mm, kl. 8.8 (8 szt. na 1 odbojnicę). W przypadku montażu poprzez element dystansujący (7 szt. odbojnic na sekcjach O-Z) elementy kotwiące powinny być odpowiednio dłuższe (M56, $L=690 + 80 = 770$ mm).

Element mocujący łańcuchy odbojnicy należy montować zgodnie z wytycznymi producenta, wykorzystując kotwy M56 x 5,5P x 670 mm, kl. 8.8 (8 szt. na 1 odbojnicę). Dla uniknięcia ew. błędów wykonawczych dopuszcza się zastosowanie dla mocowania łańcuchów kotew dłuższych, tj. 690 mm – długość taka sama jak dla elementów kotwiących odbojnicę na sekcji B.

W przypadku montażu odbojnicy przez element dystansujący z blachy należy do łańcuchów nośnych zastosować przedłużane szakle (w ramach dostawy materiałów należy mimo to dostarczyć typowe szakle systemowe). Szczegóły znajdują się na rysunkach technicznych.