

# **STANDARDY MATERIAŁOWE DO BUDOWY PRZEWODÓW WODOCIĄGOWYCH**

---

**ZAŁĄCZNIK NR 1**

**PROJEKTOWANIE, WYKONAWSTWO SIECI WODOCIĄGOWYCH ORAZ  
PRZYŁĄCZY. WYMAGANIA OGÓLNE**



POZNAŃ, 2020

## Spis Treści:

<b>1. WPROWADZENIE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. SIECI WODOCIĄGOWE.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.    ZAGADNIENIA OGÓLNE.....</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERIAŁY</b>	
<b>3.1        RURY.....</b>	<b>5</b>
3.1.1    RURY Z ŻELIWA SFEROIDALNEGO.....	5
3.1.2    RURY STALOWE.....	7
3.1.3    RURY PEHD.....	9
3.1.4    RURY PVC.....	11
<b>3.2        ODGAŁĘZIENIE OD WODOCIĄGU .....</b>	<b>11</b>
<b>3.3        WYMAGANIA DOTYCZĄCE ARMATURY I KSZTAŁTEK.....</b>	<b>12</b>
3.3.1    ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE.....	12
3.3.2    PRZEPUSTNICE.....	13
3.3.3    ZASUWY.....	14
3.3.4    KSZTAŁTKI MONTAŻOWE (łączniki montażowe).....	15
3.3.5    HYDRANTY .....	15
3.3.6    ZAWORY NAPOWIETRZAJĄCO-ODPOWIETRZAJĄCE.....	17
3.3.7    ZAWORY REDUKCYJNE .....	18
3.3.8    FILTRY SIATKOWE .....	18
3.3.9    SKRZYNKI ULICZNE DO ZASUW I HYDRANTÓW .....	19
3.3.10   DRAŻKI DO ZASUW.....	19
3.3.11   OZNAKOWANIE SIECI I ARMATURY WODOCIĄGOWEJ.....	20
<b>4.BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>21</b>

## **1. WPROWADZENIE**

Niniejsze opracowanie stanowi załącznik do opracowania AQUANET S.A. pt.: „Projektowanie, wykonawstwo sieci wodociągowych i kanalizacyjnych oraz przyłączy. Wymagania ogólne.” w zakresie standardów i kontroli jakości jakim powinny odpowiadać przewody i urządzenia stosowane na sieciach i przyłączach wodociągowych eksploatowanych przez AQUANET S.A.

## **2. SIECI WODOCIĄGOWE**

### **2.1 ZAGADNIENIA OGÓLNE**

- Przeznaczeniem sieci wodociągowej jest niezawodna dostawa wody do odbiorców w ilościach pokrywających ich zapotrzebowanie na cele: gospodarcze, bytowe i przeciwpożarowe.
- Dostarczana woda powinna być odpowiedniej jakości i pod ciśnieniem odpowiadającym obowiązującym w Polsce przepisom.
- Należy stosować średnice i materiały przewodów wodociągowych, które z jednej strony zapewnią optymalną pracę całej sieci przy minimalnych stratach energii, a z drugiej strony zminimalizują ryzyko występowania awarii.

W związku z powyższym, materiały z których wykonane są przewody wodociągowe (rury, armatura, uszczelki EPDM oraz kształtki) muszą być dopuszczone do stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych zgodnie z aktualną Ustawą [10].

Materiały te muszą posiadać:

- atest higieniczny Państwowego Zakładu Higieny,
- znak CE świadczący o zgodności materiału z normą zharmonizowaną lub europejską aprobatą techniczną lub krajową specyfikacją techniczną państwa członkowskiego UE,
- lub (zamiast CE) znak budowlany, o którym mowa w art. 5 ust.1. pkt.3 ww. Ustawy.

AQUANET S.A. w szczegółowych przypadkach może wymagać, by niektóre wyroby używane do wykonania przewodów wodociągowych wraz z uzbrojeniem były sprawdzane pod względem jakościowym przez niezależną od producenta jednostkę kontrolną (na każdym etapie wykonawstwa).

Materiały, o których mowa powyżej muszą posiadać właściwości techniczne określone w Normach oraz odrębnych przepisach.

Jakość zastosowanych materiałów powinna być tak dobrana, aby nie powodowała pogorszenia jakości wody oraz obniżenia trwałości sieci.

Materiały stosowane do łączenia rur, jak i technologia łączenia, powinny gwarantować szczelność połączeń, nie mniejszą niż wytrzymałość rur.

Kształtki oraz armatura wbudowane w przewody wodociągowe powinny mieć wytrzymałość mechaniczną oraz konstrukcję umożliwiającą przenoszenie maksymalnych ciśnień oraz naprężeń rurociągów.

Rury, kształtki i armatura powinny posiadać trwałe oznaczenia zgodne z Normami lub odrębnymi przepisami.

Do budowy sieci i przyłączy wodociągowych należy stosować materiały:

- żeliwo sferoidalne,
- stal,
- PE,
- PVC – dopuszcza się w przypadku kontynuacji/przedłużania istniejącego rurociągu po wcześniej akceptacji AQUANET S.A.

Wymagania odnośnie materiałów wymieniono w punktach poniżej.

TABELA NR 1

<b>RURY</b>	
SIEĆ MAGISTRALNA: DN > 500mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• żeliwo sferoidalne,</li> <li>• stal (z powłoką wew. cementową i instalacją ochrony elektrochemicznej przy dużym zagęszczeniu infrastruktury elektroenergetycznej).</li> </ul> <p>*PE - dopuszczalne przy renowacji po wcześniejszej akceptacji AQUANET S.A.(Dział Sieci Wodociągowej).</p>
SIEĆ ROZDZIELCZA: 500mm ≥ DN > 300mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• żeliwo sferoidalne,</li> <li>• PE,</li> <li>• Stal (z powłoką wew. cementową i instalacją ochrony elektrochemicznej przy dużym zagęszczeniu infrastruktury elektroenergetycznej).</li> </ul>
SIEĆ ROZDZIELCZA: DN ≤ 300mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• żeliwo sferoidalne,</li> <li>• PE,</li> <li>• stal (z powłoką wew. cementową i instalacją ochrony elektrochemicznej przy dużym zagęszczeniu infrastruktury elektroenergetycznej).</li> <li>• PVC</li> </ul>

PRZYŁĄCZA: DN > 50mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• żeliwo sferoidalne,</li> <li>• PE,</li> </ul>
PRZYŁĄCZA: DN ≤ 50mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PE,</li> <li>• stal ocynkowana ogniowa (1" – 2")</li> </ul>
<b>ARMATURA</b>	
SIEĆ MAGISTRALNA: DN > 500mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przepustnice wraz z by-passem w komorach,</li> <li>• zasuwy z miękkim uszczelnieniem klina wraz z by-passem w komorze.</li> </ul>
SIEĆ ROZDZIELCZA: DN ≤ 500mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zasuwy z miękkim uszczelnieniem klina,</li> <li>• zasuwy z miękkim uszczelnieniem klina i by-passem w komorach,</li> <li>• przepustnice z by-passem w komorach,</li> <li>• hydrant nadziemny - zgodnie z pkt 2.3.3.5,</li> <li>• hydrant podziemny- zgodnie z pkt 2.3.3.5</li> </ul>

### **3. MATERIAŁY**

#### **3.1 RURY**

Wszystkie dopuszczone rury dostarczone na plac budowy muszą być pozbawione wad i uszkodzeń mechanicznych oraz zabezpieczone zaślepkami oraz nie mogą być starsze niż 12 miesięcy od daty produkcji. Minimalne ciśnienie nominalne dla rur to 1,0 MPa (PN10).

##### **3.1.1 RURY Z ŻELIWA SFEROIDALNEGO**

Rury i kształtki muszą posiadać atest PZH dopuszczający je do kontaktu z wodą pitną. Należy stosować rury z żeliwa sferoidalnego posiadające ścianki o grubości nie mniejszej niż określone w tabeli nr 2.

TABELA NR 2

Średnica nominalna rury [mm] DE	Minimalna grubość ścianki „e” [mm] DE
65	4,0
80	4,0
100	4,0
125	4,0
150	4,7
200	4,8
250	5,2
300	5,6
350	6,0
400	6,4

Średnica nominalna rury [mm] DE	Minimalna grubość ścianki „e” [mm] DE
450	6,8
500	7,2
600	8,0
700	8,8
800	9,6
900	10,4
1000	11,2
1100	12,0
1200	12,8
1400	15,5

Należy stosować następujące połączenia:

- kielichowe (przy wykorzystaniu uszczelek z EPDM, posiadających atest PZH dopuszczający je do kontaktu z wodą pitną),
- kołnierzowe w punktach węzłowych,
- dopuszcza się stosowanie w węzłach trójników kielichowo-kołnierzowych.

Izolacja wewnętrzna:

Zaprawa cementowa nakładana odśrodkowo metodą wirową, zgodnie z Normą [1]

Grubości powłoki wewnętrznej określono w tabeli nr 3.

TABELA NR 3

Średnica nominalna rury [mm]	Grubość wykładziny cementowej [mm]	Tolerancja [mm]
do 300	4	-1,5
350-600	5	-2
700-1400	6	-2,5

**Izolacja zewnętrzna:**

Należy zastosować jeden z trzech poniższych wariantów zgodnie z Normą [1]:

- warstwa cynku nakładana metodą plazmową w ilości min. 200 g/m<sup>2</sup> z nałożeniem wierzchniej warstwy bitumicznej o **grubości min. 70µm**,
- warstwa cynkowo-aluminiowa nakładana metodą plazmową w ilości min. 400 g/m<sup>2</sup> z nałożeniem wierzchniej warstwy epoksydowej o **grubości warstwy min. 70 µm**,
- warstwa cynku metalicznego nakładana metodą plazmową w ilości min. 200 g/m<sup>2</sup> z nałożeniem wierzchniej warstwy bitumicznej o **grubości min. 70 µm** oraz dodatkowej powłoki polietylenowej lub poliuretanowej stosowanej w obszarach, w których występują prądy błędzące i gruntach o dużej korozyjności. W takich

przypadkach konieczne jest zastosowanie polietylenowych rękawów termokurczliwych na połączenia kielichowe i kołnierzowe.

Wymagane jest, aby wewnętrzna warstwa w kielichach rur wykonana była z warstwy cynku metalicznego nakładanego metodą plazmową w ilości min. 200 g/m<sup>2</sup> z nałożeniem wierzchniej warstwy epoksydowej o **grubości warstwy min. 70 µm**, lub warstwy cynkowo-aluminiowej nakładanej metodą plazmową w ilości min. 400 g/m<sup>2</sup> z nałożeniem wierzchniej warstwy epoksydowej o **grubości warstwy min. 70 µm**.

Znakowanie rur:

Wszystkie rury powinny być oznakowane zgodnie z Normą [1] w sposób czytelny i trwały. Oznakowanie powinno zawierać następujące informacje:

- nazwę lub znak producenta,
- rok produkcji,
- znak identyfikacyjny żeliwa sferoidalnego,
- średnicę DN,
- wartość PN kołnierzy dla elementów kołnierzowych,
- powołanie się na normę, zgodnie z którą zostały wyprodukowane,
- oznaczenie klasy ciśnieniowej rury.

### 3.1.2 RURY STALOWE

Rury i kształtki muszą posiadać atest PZH dopuszczający je do kontaktu z wodą pitną.

Należy stosować rury stalowe ze szwem spiralnym lub wzdłużnym.

Rury stalowe należy łączyć na długości poprzez spawanie, natomiast w węzłach należy stosować połączenia kołnierzowe.

W zakresie średnic od 168,3 mm do 323,9 mm dopuszcza się stosowanie rur zgrzewanych prądem wysokiej częstotliwości.

Powłoki zewnętrzne:

Rury stalowe muszą posiadać powłoki zewnętrzne typu 3LPE (izolacja zewnętrzna HDPE) klasa B2 zgodnie z Normą [2] .

Odcinki napowietrzne muszą posiadać dodatkową powłokę odporną na działanie promieni UV.

W przypadku wykonania przecisku rurami stalowymi w gruncie lub wystąpienia zagrożenia zniszczenia mechanicznego powłoki zewnętrznej zastosować powłoki wzmocnione typu 3LPE (izolacja zewnętrzna PP) klasa C2 zgodnie z Normą [2].

Grubości powłok izolacyjnych określono w tabeli nr 4.

TABELA NR 4

Zakres średnic zewnętrznych [mm]	Grubość powłoki izolacyjnej zewnętrznej [mm]	
	Klasa B2	Klasa C2
Ø 168,3mm – 323,9mm	2,1	1,9
Ø 355,6mm - 610mm	2,5	2,3
Ø 711mm - 914mm	2,8	2,5
Ø 1016mm - 1420mm	3,3	3,0

Powłoki uzupełniające po wykonaniu spawów:

Wszystkie miejsca spoin (spawów) muszą zostać uzupełnione materiałem o potwierdzonej klasie C wg normy za pomocą opasek termokurczliwych trój- i dwuwarstwowych lub taśmy do izolowania na zimno, polietylenowej, laminowanej lub polimero-bitumicznej.

Powłoki wewnętrzne:

Rura stalowa musi posiadać wewnętrzną wykładzinę cementową wykonaną metodą odśrodkową wg Normy [3].

Minimalna grubość ścianki oraz grubości powłoki wewnętrznej określono w tabeli nr 5.

TABELA NR 5

Średnica zewnętrzna rury [mm]	Minimalna grubość ścianki rury [mm]	Minimalna grubość powłoki Cementowej wewnętrznej [mm]
168,3	4,5	3
219,1	5,0	3
273,0	5,6	3
323,9	5,6	4
355,6	6,3	4
406,4	6,3	4
457	7,1	4
508,0	8	4
610,0	8	4
711,0	8	6
813,0	10	6
914,0	10	6
1016	12,5	8
1 220,0	12,5	8
1 420,0	12,5	12



#### Uzupełnienie powłoki wewnętrznej:

Po wykonaniu spawów wewnętrzne powierzchnie cementowe należy uzupełnić za pomocą mieszanki cementowo-piaskowej i wody (pitnej) o takim samym składzie jak wyprawa właściwa.

Jakość spawu należy potwierdzić badaniem: dla poziomu C wg Normy [4] zgodnie z techniką badania i kryteriami akceptacji wg Normy [18].

Wszystkie spawy należy wykonać ściśle wg technologii przedstawionej w opracowaniu Wytoczne Procesu Spawania (WPS).

Wszystkie kołnierze stalowe po przyspawaniu należy pomalować zestawem farb epoksydowych o łącznej grubości powierzchni antykorozyjnej nie mniejszej niż 250 mikronów i nie większej niż 800 mikronów.

Minimalną grubość ścianki oraz grubości powłoki dla stali ocynkowanej ogniowo wg Normy [12] określono w tabeli nr 6.

TABELA NR 6

Średnica zewnętrzna rury [mm]	Minimalna grubość ścianki rury [mm]	Minimalna grubość powłoki cynkowej [μm]
33,7	2,9	55
42,4	2,9	55
48,3	2,9	55
60,3	3,25	55

### **3.1.3 RURY PEHD**

Rury i kształtki PEHD muszą posiadać atest PZH dopuszczający je do kontaktu z wodą pitną.

#### Dopuszcza się następujące rodzaje rur PEHD

1. Dla nowo budowanego przewodu wodociągowego:

a) Metody wykopowe:

- PE100 – dla wykopu otwartego z wymianą gruntu (dotyczy podsypki i obsypki),
- PE100RC – dla wykopu otwartego bez wymiany gruntu przy założeniu, że grunt rodzimy występuje w formie frakcji piaskowej.

b) Metody bezwykopowe:

- PE100RC – z płaszczem ochronnym „naddanym \*” - przewiert sterowany lub przeciski bez rury osłonowej,
- PE100 - z zastosowaniem rury osłonowej z wykorzystaniem płóz dystansowych, (PE100 – jako rura osłonowa minimum SDR17),

2. Dla potrzeb bezwykopowej odnowy istniejącego przewodu wodociągowego:

- PE100 lub PE100RC – dla metod bezwykopowej odnowy przewodów wodociągowych takich jak: U-Liner, Compact Pipe, Rauliner (technologie, w

których zmieniony jest fabrycznie kształt przekroju poprzecznego z kołowego na kształt zbliżony do litery C/U),

- PE100RC – dla metody bezwykopowej w technologii ciasno pasowanej takiej jak Swagelining,
- PE100RC – z płaszczem ochronnym „naddanym\*” - odnowa przewodów wodociągowych takich jak: relining luźno pasowany, cracking.

#### Metody łączenia rur PEHD

- rury łączone na długości przez zgrzewanie doczołowe, elektrooporowe lub z użyciem łączników zabezpieczonych przed wysunięciem dedykowanych dla rur PE,
- w węzłach dopuszcza się połączenia kołnierzowe, zgrzewy doczołowe (nie dotyczy zmiany kierunku),
- łączenie i montaż rur lub kształtek zgodne z wytycznymi producenta,
- rury z materiału minimum PE100 o ciśnieniu roboczym nie mniejszym niż 1.0 MPa (PN10) wg Normy [9],
- przy połączeniach kołnierzowych należy zastosować tuleje PE wraz z kołnierzem stalowym zabezpieczonym antykorozyjnie,
- wymagane jest potwierdzenie parametrów każdego zgrzewu za pomocą odpowiedniego wydruku dołączonego do dokumentacji powykonawczej,
- materiał i sposób jego zabudowania zgodny z obowiązującymi normami.

TABELA NR 7

Średnica nominalna [mm]	SDR	PN
25 - 63	11	16
63 < DN	17	10

**Uwaga:** AQUANET S.A. zastrzega sobie dla strategicznych inwestycji (magistrale wodociągowe) wymagać wyprodukowania rur wyłącznie z materiału pierwotnego.

\* płaszcz naddany – dodatkowa powłoka PP lub PE na rurze, ponad jej normatywną średnicę zewnętrzną niepowiązaną strukturalnie z rurą przewodową.

Płazy dystansowe/stabilizujące muszą być dedykowane do rodzaju technologii i materiału, a sposób uzupełnienia łączenia płaszczu naddanego zgodny z wymaganiami producenta.

#### Oznakowanie rur powinno zawierać następujące informacje:

- numer normy,
- nazwa producenta lub znak towarowy (symbol),
- wymiary (średnica zewn. x grubość ścianki),
- szereg SDR (np. SDR 11),
- przeznaczenie (woda),

- materiał i oznaczenie (np. PE100),
- klasa ciśnienia (np. PN10),
- identyfikator producenta (data produkcji).

### 3.1.4 RURY PVC

Rury ciśnieniowe PVC dopuszcza się do stosowania w uzgodnieniu z AQUANET S.A. i tylko w wyjątkowych przypadkach:

- wynikających z potrzeb unifikacji materiału przewodów wodociągowych zlokalizowanych w rejonie projektowanego wodociągu,
- z zastrzeżeniem, iż nowy wodociąg nie będzie narażony na intensywne obciążenia dynamiczne.

Należy stosować rury PVC wykonane z jednorodnego materiału w przekroju ścianki rury wg Normy [13] i [14].

Połączenia kielichowe wyposażone w uszczelki z EPDM – dopuszczenie do kontaktu z wodą pitną (Atest PZH).

W węzłach należy stosować:

- połączenia kołnierzowe na ciśnienie robocze 1,0 MPa (PN10),
- kształtki z żeliwa sferoidalnego minimum EN-GJS-400-15 (wg DIN GGG 40) posiadające zabezpieczenie antykorozyjne o grubości powłoki nie mniejszej niż 250 mikronów i nie większej niż 800 mikronów.

Rury i kształtki PVC muszą posiadać atest PZH dopuszczający je do kontaktu z wodą pitną.

Oznakowanie powinno zawierać następujące informacje:

- nazwę lub znak producenta,
- rok produkcji,
- znak identyfikacyjny dla rur PCV,
- średnicę DN,
- grubość nominalna ścianki rury podana w mm,
- wartość PN,
- powołanie się na Normę [13] lub [14], zgodnie z którą zostały wyprodukowane.

### 3.2 ODGAŁĘZIENIA OD WODOCIĄGU

Odgałęzienia od wodociągu można wykonywać poprzez:

- wcięcia w sieć wodociągową za pomocą montażu trójnika przy użyciu kształtek z żeliwa sferoidalnego minimum EN-GJS-400-15 (wg DIN GGG 40) lub dla sieci z PE z trójników do zgrzewania doczołowego z odejściem kołnierzowym,
- wcięcia w sieć wodociągową za pomocą montażu czwórnika przy użyciu kształtek z żeliwa sferoidalnego minimum EN-GJS-400-15 (wg DIN GGG 40), lub dla sieci z PE z trójników do zgrzewania doczołowego z odejściem kołnierzowym,
- nasuwek lub opasek z odejściem kołnierzowym wykonanych z żeliwa sferoidalnego o minimum EN-GJS-400-15 (wg DIN GGG 40) lub ze stali nierdzewnej do średnicy DN 250.

Dopuszczalną średnicę otworu nawiercanego w istniejącym przewodzie wodociągowym określono w tabeli nr 8

TABELA NR 8

Średnica przewodu wodociągowego [mm]	Dopuszczalna średnica (maksymalna) otworu nawiercanego [mm]
100	50
150	80
200 - 250	100

**Nie dopuszcza się nawiercania rur GRP.**

### 3.3 WYMAGANIA DOTYCZĄCE ARMATURY I KSZTAŁTEK

#### 3.3.1 ZABEZPIECZENIA ANTYKOROZYJNE

Zabezpieczenie antykorozyjne armatury (zasuwy, przepustnice, zawory redukcyjne, kształtki montażowe, łączniki rurowe, kształtki technologiczne, zawory napowietrzająco-odpowietrzające, hydranty, itp.):

- przygotowanie podłoża przed pokryciem farbą przez piaskowanie lub śrutowanie do stanu minimum SA 2,5. wg Normy [5],
- powierzchnie zewnętrzne i wewnętrzne uzbrojenia zabezpieczone warstwą epoksydową grubości nie mniejszej niż 250 mikronów i nie większej niż 800 mikronów,
- jakość zabezpieczenia antykorozyjnego armatury i kształtek musi być potwierdzona certyfikatem RAL Stowarzyszenia Ochrony Antykorozyjnej (GSK) lub innym równoważnym dokumentem wydanym przez niezależną jednostkę badawczą, potwierdzającym wykonanie następujących badań:
  - kontrola czystości powierzchni odlewu - wymagana czystość minimum SA2,5,
  - badanie grubości powłoki epoksydowej,
  - badanie odporność na przebicie prądem stałym,
  - badanie przyczepności powłoki.
- w przypadku kształtek o średnicy większej niż 300 mm dopuszcza się wyłożenie wewnętrznych powierzchni warstwą cementową, zgodnie z Normą [1].

AQUANET S.A. ma prawo wykonać badanie powłoki antykorozyjnej, która musi przejść pozytywnie badania grubości i test odporności na uderzenie (test obciążnika spadającego z wysokości 1 m z pracą uderzeniową 5 Nm).

### 3.3.2 PRZEPUSTNICE

Należy stosować przepustnice spełniające następujące warunki:

- kołnierzowe długie,
- konstrukcja przepustnicy powinna zapewniać przepływ medium w obu kierunkach,
- z napędem regulacyjnym w zależności od potrzeb,
- dla średnic  $DN \geq 500$ , przepustnica musi być wyposażona w by-pass (obieg),
- korpus wykonany z żeliwa sferoidalnego minimum EN-GJS-400-15 (wg DIN GGG 40), wyposażony w min. dwa uchwyty montażowe umożliwiające podnoszenie przepustnicy dźwigiem,
- wewnątrz korpusu nawulkanizowana wykładzina z gumy EPDM lub zabezpieczony antykorozyjnie farbą epoksydową,
- dysk (tarcza) – żeliwo sferoidalne minimum EN-GJS-400-15 wg DIN GGG 40 lub stal nierdzewna,
- zabezpieczenie antykorozyjne wszystkich elementów żeliwnych (wewnętrznych i zewnętrznych) nie mniejszej niż 250 mikronów i nie większej niż 800 mikronów,
- odwiercenie kołnierzy zgodnie z Polską Normą [7] na ciśnienie robocze nie mniejsze niż 1,0MPa,
- ciśnienie nominalne przepustnic nie mniejsze niż 1,0MPa,
- napęd ręczny (z przekładnią mechaniczną regulacyjną umożliwiającą regulację przepływu poprzez pracę przepustnicy z dyskiem w dowolnym położeniu) wyposażony we wskaźnik położenia dysku przepustnicy,
- konstrukcja przepustnicy i przekładni przystosowana do pracy regulacyjnej oraz montażu napędu elektrycznego,
- na przepustnicach powinno być trwałe oznaczenie, tj.: producent, średnica, ciśnienie, klasa żeliwa,
- przepustnica musi posiadać atest PZH dopuszczający ją do kontaktu z wodą pitną,
- wymagania dla zasuw na by-passie,
- powyższe wymagania dotyczą przepustnic montowanych w komorach.

Wymagania dla by-pass`u:

- zintegrowany z korpusem lub nabudowany,
- wykonany z żeliwa sferoidalnego minimum EN-GJS-400-15 (wg DIN GGG 40) lub stali,
- demontowany (w celu konserwacji lub wymiany zasuw),
- zasuw/y z miękkim uszczelnieniem klina (wymagania jak dla zasuw),
- średnice by pasu:
  - dla rurociągu od DN500mm do  $\geq$  DN700mm średnica by pasy DN50mm
  - dla rurociągu od DN800mm do  $\geq$  DN1000mm średnica by pasu DN80mm
  - dla rurociągu  $>$ DN1000mm średnica by pasy DN100mm.

### 3.3.3 ZASUWY

#### **NALEŻY STOSOWAĆ ZASUWY SPEŁNIAJĄCE NASTĘPUJĄCE WARUNKI:**

- zasuw kołnierzowe z miękkim uszczelnieniem: zabudowa krótka (F4) lub długa (F5) – wg Normy [6],
- ciśnienie nominalne zasuw nie mniejsze niż 1,0 MPa,
- wymiary kołnierzy i ich odwiercenie zgodnie z Polską Normą [7] na ciśnienie robocze nie mniejsze niż 1,0 MPa,
- korpus i pokrywa wykonana z żeliwa sferoidalnego minimum EN-GJS-400-15 (wg DIN GGG 40),
- klin wykonany z żeliwa sferoidalnego minimum EN-GJS-400-15 (wg DIN GGG 40), całkowicie pokryty gumą/elastomerem EPDM dopuszczonym do kontaktu z wodą pitną (Atest PZH), prowadzenie klina w korpusie zasuw za pomocą prowadnic (wpust, wypust),
- trzpień (wrzeciono) zasuw wykonany ze stali nierdzewnej, z gwintem walcowanym,
- uszczelnienie trzpienia (wrzeciona) uszczelkami typu o-ring (w ilości nie mniej niż dwa),
- wnętrze korpusu zasuw ma mieć prosty przepływ, bez przewężeń i gniazda w miejscu zamknięcia - równoprzelotowa średnica otworu ma być równa średnicy nominalnej,
- w przypadku zasuw o połączeniu korpusu z pokrywą za pomocą śrub, należy zastosować śruby wykonane ze stali nierdzewnej A4, wpuszczone i zabezpieczone masą zalewową,
- nie dopuszcza się stosowania połączenia korpusu zasuw z pokrywą za pomocą śrub przechodzących na wylot. Doszczelnienie pomiędzy korpusem a pokrywą wykonane z uszczelki EPDM (nie dopuszczalne jest zastosowanie uszczelek płaskich) osadzone w wyfrezowanym gnieździe zabezpieczające przed jej wypchnięciem,
- zabezpieczenie antykorozyjne wszystkich elementów żeliwnych (wewnętrznych i zewnętrznych) nie mniejszej niż 250 mikronów i nie większej niż 800 mikronów,
- wszystkie elementy zasuw muszą mieć gładkie powierzchnie i być pozbawione zadziorów i ubytków,
- na zasuwach powinno być trwałe oznaczenie, tj.: producent, średnica, ciśnienie, klasa żeliwa,
- zasuw wraz z uszczelkami EPDM muszą posiadać atest PZH dopuszczający je do kontaktu z wodą pitną,
- trzpień/drażek (sztywny lub teleskopowy) powinien być tego samego producenta co zasuw.

### 3.3.4 KSZTAŁTKI MONTAŻOWE

Należy stosować kształtki spełniające następujące wymagania:

- wykonane z żeliwa sferoidalnego minimum EN-GJS-400-15 (wg DIN GGG 40) lub stali zabezpieczonej antykorozyjnie zgodnie z Normą [1],
- ciśnienie nominalne kształtek/łączników nie mniejsze niż 1,0MPa,
- zabezpieczenie antykorozyjne wszystkich elementów żeliwnych (wewnętrznych i zewnętrznych) nie mniejszej niż 250 mikronów i nie większej niż 800 mikronów,
- dla średnic 350 mm i większych dopuszcza się kształtki stalowe ze stali konstrukcyjnej zabezpieczone antykorozyjnie j.w.,
- wymiary kołnierzy i ich odwiercenie zgodnie z Polską Normą [7] na ciśnienie robocze nie mniejsze niż 1,0MPa.,
- elementy uszczelniające z gumy EPDM,
- kształtki/łączniki wraz z uszczelkami EPDM muszą posiadać atest PZH dopuszczający je do kontaktu z wodą pitną.

### 3.3.5 HYDRANTY

#### Hydranty podziemne DN80 z pojedynczym lub podwójnym zamknięciem.

- wymiary kołnierzy i ich odwiercenie zgodnie z Polską Normą [7], na ciśnienie robocze nie mniejsze niż 1,0MPa.,
- ciśnienie nominalne hydrantów nie mniejsze niż 1,0MPa,
- następujące elementy hydrantu muszą być wykonane z żeliwa sferoidalnego minimum EN-GJS-400-15 (wg DIN GGG 40) wg Normy [11],
  - korpus górny i dolny (lub korpus monolityczny, w przypadku monolitycznego wykonania),
  - gniazdo kłowe,
  - przykręcana pokrywa (dopuszcza się pokrywę przykręcaną na 2, 3 lub 4 śruby),
  - kaptur trzpienia do klucza,
  - kolumna,
- trzpień – z walcowanym gwintem ze stali nierdzewnej,
- nakrętka trzpienia – z mosiądzu,
- element zamykający (tłok/tłoczek/grzybek) całkowicie pokryty gumą EPDM,
- rura trzpieniowa (rura uruchamiająca/wrzeciono) – stal nierdzewna,
- na korpusie musi się znajdować oznakowanie:
  - średnicy hydrantu,
  - logo producenta,
  - rodzaju materiału z jakiego wykonany został korpus.
- śruby i podkładki służące do skręcania korpusu z pokrywą i komorą dolną – stal nierdzewna,
- o-ringowe uszczelnienie trzpienia z gumy EPDM; pozostałe uszczelnienia także z gumy EPDM,
- hydrant powinien całkowicie się odvodnić z chwilą pełnego zamknięcia przepływu. W innych położeniach elementu zamykającego odwodnienie powinno być całkowicie szczelne,
- zabezpieczenie antykorozyjne wszystkich elementów żeliwnych (wewnętrznych i zewnętrznych) nie mniejszej niż 250 mikronów i nie większej niż 800 mikronów,



- wszystkie elementy zewnętrzne pokryte powłoką odporną na promienie UV,
- możliwość wymiany elementów wewnętrznych bez konieczności demontażu hydrantu (wykopywania z ziemi),
- Świadectwo Dopuszczenia CNBOP wydany przez Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodziowej im. Józefa Tuliszkowskiego w Józefowie.

#### **Hydranty podziemne DN80 wolnoprzelotowe**

- kolumna – stal nierdzewna lub żeliwo sferoidalne minimum EN-GJS-400-15 (wg DIN GGG 40) wg Normy [11],
- uchwyt kłowy, czop uruchamiający, korpus przekładni i cokół z przyłączeniem kołnierзовym – żeliwo sferoidalne minimum EN-GJS-400-15 (wg DIN GGG 40) 250 wg Normy [11],
- wrzeciono – stal nierdzewna,
- płyta odcinająca – stal nierdzewna,
- rura ochronna zamknięcia- tworzywo PP lub PE,
- pozostałe wymagania jak dla „Hydrantów podziemnych DN80 z pojedynczym lub podwójnym zamknięciem”,
- Świadectwo Dopuszczenia CNBOP wydany przez Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodziowej im. Józefa Tuliszkowskiego w Józefowie.

#### **Hydranty nadziemne DN80/DN100 z pojedynczym lub podwójnym zamknięciem wg normy [9]**

- wymiary kołnierzy i ich odwiercenie zgodnie z Polską Normą, na ciśnienie robocze nie mniejsze niż 1,0 MPa,
- ciśnienie nominalne hydrantów nie mniejsze niż 1,0 MPa,
- dopuszcza się wykonanie kolumny hydrantu:
  - z żeliwa sferoidalnego minimum EN-GJS-400-15 wg. DIN GGG 40 wg Normy [11],
  - ze stali ocynkowanej ogniowo
  - ze stali nierdzewnej.
- korpus górny (głowica, pokrętło hydrantu) – z żeliwa sferoidalnego minimum EN-GJS-400-15 (wg DIN GGG 40) wg Normy [11] lub stopu aluminium,
- korpus dolny (stopa/komora zaworowa) – z żeliwa sferoidalnego minimum EN-GJS-400-15 (wg DIN GGG 40) wg Normy [11],
- pokrywy nasad – z żeliwa sferoidalnego minimum EN-GJS-400-15 (wg DIN GGG 40) lub z żeliwa szarego minimum EN-GJL-250 wg Normy [11], pokrywy nasad z zabezpieczeniem antykradzieżowym – linka stalowa, łańcuszek stalowy. Za zgodą AQUANET SA dopuszcza się zastosowanie nasad tworzywowych,
- dwie nasady – wykonane ze stopu aluminium, przystosowane na wąż strażacki DN 75m/m,
- element zamykający (tłok/tłoczek/grzybek) – z żeliwa sferoidalnego minimum EN-GJS-400-15 (wg DIN GGG 40), całkowicie pokryty gumą EPDM,
- trzpień – ze stali nierdzewnej z walcowanym gwintem,
- rura trzpieniowa (rura uruchamiająca/wrzeciono) – ze stali nierdzewnej,



- nakrętka trzpienia – z mosiądzu lub z brązu,
- uszczelnienie trzpienia – O-ringowe, z gumy EPDM,
- pozostałe uszczelnienie – także z gumy EPDM,
- na korpusie musi się znajdować oznakowanie:
  - średnicy hydrantu,
  - logo producenta,
  - rodzaju materiału z jakiego wykonany został korpus,
- hydrant powinien całkowicie się odvodnić z chwilą pełnego zamknięcia przepływu. W innych położeniach elementu zamykającego odwodnienie powinno być całkowicie szczelne.
- zabezpieczenie antykorozyjne wszystkich elementów żeliwnych (wewnętrznych i zewnętrznych) nie mniejszej niż 250 mikronów i nie większej niż 800 mikronów.
- wszystkie elementy żeliwne zewnętrzne pokryte powłoką odporną na promienie UV.
- możliwość wymiany elementów wewnętrznych bez konieczności demontażu hydrantu (wykopywania z ziemi),
- hydranty - kolor czerwony,
- świadectwo Dopuszczenia CNBOP wydany przez Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodziowej im. Józefa Tuliszkowskiego w Józefowie.

#### **Hydranty nadziemne ozdobne**

W przypadku konieczności zastosowania hydrantów nadziemnych ozdobnych, hydranty te każdorazowo należy uzgodnić z AQUANET S.A. (Dział Sieci Wodociągowej).

#### **3.3.6 ZAWORY NAPIEWETRZAJĄCO-ODPOWETRZAJĄCE**

Na sieciach wodociągowych należy stosować zawory spełniające poniższe warunki:

- zawory napowietrzająco-odpowietrzające z podłączeniem kołnierzowym, min. dwustopniowe,
- wymiary kołnierzy i ich odwiercenie zgodnie z Polską Normą, na ciśnienie robocze 1,0 MPa.,
- ciśnienie nominalne zaworów nie mniejsze niż 1,0 MPa.,
- odpowietrzniki o średnicach od DN.50mm należy stosować w komorach/studniach,
- bezpośrednio za trójnikiem, pod odpowietrznikiem należy każdorazowo montować zasuwę odcinającą,
- na sieciach rozdzielczych dopuszcza się stosowanie odpowietrzników w gruncie, lecz wyłącznie jako zespół zintegrowany z kolumną wykonaną ze stali nierdzewnej, a całość musi być obsypana warstwą drenującą. Taki zawór należy zakończyć na powierzchni gruntu odpowiednią skrzynką, a także oznakować tabliczką na słupku.
- zabezpieczenie antykorozyjne wszystkich elementów żeliwnych (wewnętrznych i zewnętrznych) nie mniejszej niż 250 mikronów i nie większej niż 800 mikronów.
- zawór musi posiadać Atest PZH dopuszczający do kontaktu z wodą pitną.
- zasada działania – zawór minimum 2-stopniowy, automatycznie – kinetyczny, przeciwuderzeniowy.

Wymaganie dla zaworu I stopnia fazy kinetycznej:

- korpus i pokrywa: z żeliwa sferoidalnego minimum EN-GJS-400-15 (wg DIN GGG 40) lub szarego minimum EN-GJL-250 wg Normy [11],
- połączenie korpusu z pokrywą: śrubowe,
- pływak: kula z tworzywa sztucznego lub stal nierdzewna lub inny materiał nawulkanizowany gumą EPDM,
- uszczelnienie dyszy kinetycznej – realizowane poprzez uszczelkę z gumy EPDM dopuszczonego do kontaktu z wodą pitną lub mosiądzu,
- zakres pracy do 1,6 MPa.

Wymaganie dla zaworu II stopnia fazy automatycznej:

- zamykanie dyszy roboczej poprzez uszczelkę z gumy EPDM,
- korpus, podstawa i pływak : z tworzywa sztucznego lub mosiądzu,
- połączenie korpusu z podstawą: gwintowe, rozłączne i demontowalne, umożliwiające prostą obsługę serwisową i ewentualną wymianę części wewnętrznych,
- przyłącze zaworu: gwintowe z filtrem zanieczyszczeń,
- zakres ciśnień roboczych dla jednej dyszy: 0,02 - 1,6 MPa.

### 3.3.7 ZAWORY REDUKCYJNE

Na sieciach wodociągowych należy stosować zawory spełniające poniższe warunki:

- zawory redukcyjne należy stosować na sieci w miejscach, w których istnieje ryzyko wystąpienia ciśnienia roboczego w wodociągu wyższego niż 0,6MPa,
- korpus i pokrywa: żeliwo sferoidalne EN-GJS-400-15 (wg DIN GGG 40),
- zabezpieczenie antykorozyjne wszystkich elementów żeliwnych (wewnętrznych i zewnętrznych) nie mniejszej niż 250 mikronów i nie większej niż 800 mikronów.
- wymiary kołnierzy i ich odwiercenie zgodnie z Polską Normą, na ciśnienie robocze nie mniejsze niż 1,0MPa.,
- gniazdo, przeciwniazdo, trzpień, dysk –wykonane ze stali nierdzewnej,
- przewody sterujące – wykonane ze stali nierdzewnej,
- wszystkie uszczelnienia reduktora muszą być wykonane z elastomeru dopuszczonego do kontaktu z wodą pitną,
- zawory redukcyjne muszą posiadać atest PZH dopuszczający je do kontaktu z wodą pitną.

### 3.3.8 FILTRY SIATKOWE

W przypadku konieczności użycia filtrów na sieciach wodociągowych należy stosować filtry spełniające poniższe warunki:

- należy stosować filtry siatkowe z pokrywą dolną lub boczną,
- korpus i pokrywa: żeliwo sferoidalne minimum EN-GJS-400-15 (wg DIN GGG 40) wg Normy [11],
- zabezpieczenie antykorozyjne wszystkich elementów żeliwnych (wewnętrznych i zewnętrznych) nie mniejszej niż 250 mikronów i nie większej niż 800 mikronów.
- wymiary kołnierzy i ich odwiercenie zgodnie z Polską Normą, na ciśnienie robocze nie mniejsze niż 1,0 MPa.,

- ciśnienie nominalne filtrów nie mniejsze niż 1,0 MPa,
- sito: stal nierdzewna, oczko sita dobrane przez projektanta lub producenta,
- uszczelnienie pomiędzy korpusem, a pokrywą filtra należy wykonać przy użyciu uszczelki z gumy EPDM lub innego materiału posiadającego atest PZH dopuszczający do kontaktu z wodą pitną,
- przed i za filtrami należy stosować manometry (mogą być zintegrowane z filtrem) oraz armaturę odcinającą,
- manometry muszą być montowane na zaworach umożliwiających wymianę manometru bez przerywania pracy urządzenia. Stosować manometry glicerynowe,
- filtry siatkowe muszą być montowane w komorach,
- filtry siatkowe muszą posiadać atest PZH dopuszczający je do kontaktu z wodą pitną.

### **3.3.9 SKRZYNKI ULICZNE DO ZASUW I HYDRANTÓW PODZIEMNYCH**

- skrzynka uliczna do zasuw wykonana z PEHD lub żeliwa z kołnierzem i pokrywą okrągłą o średnicy nie mniejszej niż 150 mm zgodnie z Normą [16],
- skrzynka uliczna hydrantowa podziemnych wykonana z PEHD lub żeliwa z kołnierzem i pokrywą owalną o średnicy nie mniejszej niż 340/235 mm zgodnie z Normą [17],
- pokrywa skrzynki ulicznej do zasuw, musi być wykonana z żeliwa szarego EN-GJL-250 zgodnie z PN-EN 1561 o średnicy nie mniejszej niż 150 mm,
- pokrywa skrzynki ulicznej do hydrantów podziemnych musi być wykonana z żeliwa szarego EN-GJL-250 zgodnie z PN-EN 1561 o średnicy nie mniejszej niż 340/235 mm,
- skrzynki żeliwne i pokrywy skrzynek ulicznych do zasuw i hydrantów muszą być zabezpieczone przed korozją. Zabezpieczenia antykorozyjne bitumiczne w kolorze czarnym,
- na pokrywie skrzynki ulicznej do zasuw, hydrantów musi być umieszczone w sposób trwały symbol: „W”,
- w pokrywie skrzynki ulicznej do hydrantów musi być umieszczony w sposób trwały symbol: „HYDRANT”,
- ucho odlane z żeliwa szarego razem z pokrywą wtopione w pokrywę,
- sworzeń wykonany ze stali nierdzewnej na trwale umocowanym w pokrywie.

### **3.3.10 DRAŻKI DO ZASUW**

- Kaptur/nasada do klucza wykonana z żeliwa sferoidalnego lub żeliwa szarego lub ze stali nierdzewnej.
- Trzpień (wrzeciono/rura kwadratowa/kształtownik) wykonana ze stali nierdzewnej lub ze stali ocynkowanej.
- Rura przesuwna, rura ochronna, kielich (pokrywa dolna/osłona) wykonana z tworzywa sztucznego.
- Nasada wrzeciona (sprzęgło/łącznik trzpienia zasuwy, orzech) wykonana z żeliwa sferoidalnego lub żeliwa szarego lub ze stali nierdzewnej.

- Połączenia trzpienia zasuwy z nasadą wrzeciona (sprzęgłem/łącznikiem trzpienia zasuwy) za pomocą elementu (zawleczka, śruba itp.) wykonanego ze stali nierdzewnej.

### **3.3.11 OZNAKOWANIE SIECI I ARMATURY WODOCIĄGOWEJ**

#### **1. Oznakowanie sieci wodociągowej.**

Nad wszystkimi rurociągami należy układać taśmy ostrzegawcze w kolorze niebieskim (30 cm nad rurą) stanowiącą ostrzeżenie przed uszkodzeniem mechanicznym.

Dodatkowo, bezpośrednio pod lub przy rurociągu należy ułożyć miedziany drut sygnalizacyjny w izolacji min. 1,0mm<sup>2</sup>, umożliwiający zlokalizowanie trasy przebiegu infrastruktury wodociągowej specjalistycznym sprzętem pomiarowym.

#### **2. Oznakowanie armatury wodociągowej**

Oznakowania infrastruktury wodociągowej dokonuje się za pomocą tabliczek orientacyjnych z wymienionymi cyframi typu:

- Z – zasuwa (kolor tabliczki - biały),
- D – zasuwa przyłącza domowego (kolor tabliczki - biały),
- H – hydrant (kolor tabliczki - czerwony),
- O – odpowietrznik (kolor tabliczki - biały),
- S – spust/odwodnienie (kolor tabliczki - biały),

Do oznakowania armatury wodociągowej stosuje się tabliczki informacyjne wykonane z:

- tworzywa sztucznego, produkowane z technologii wtrysku dwukolorowego,
- z wciskanyimi na zatrzask cyframi(kostkami) zgodnie z Normą [15],
- z materiału o dużej wytrzymałości na uszkodzenia mechaniczne oraz na działania promieni ultrafioletowych,
- zabezpieczone przed złamaniem, poprzez wzmocnienie krawędzi obwodowej tabliczki.

Tabliczki muszą być przygotowane do montażu na ścianach ( otwory w wew. części tabliczki, które są zaślepiane kostkami z cyframi) za pomocą kołów rozporowych oraz na słupkach stalowych o śr. min. DN40 powlekanych farbą o grubości min. 250 µm w kolorze niebieskim poprzez taśmę stalową spinającą o śr. min. 10 mm/ 0,8 mm lub opaskę zawleczkową/listwową o odpowiedniej długości taśmy o szerokości min. 9 mm i grubości 0,55 mm. Taśma wykonana z blachy w gatunku DC01 – ocynkowana.

## **4. BIBLIOGRAFIA**

- [1] – PN-EN: 545-2010 „Rury, kształtki i wyposażenie z żeliwa sferoidalnego oraz ich złącza do rurociągów wodnych „
- [2] – PN-EN ISO 21809-1:2011 Przemysł naftowy i gazowniczy -- Powłoki zewnętrzne rurociągów podziemnych i podmorskich stosowanych w rurociągowych systemach transportowych -- Część 1: Powłoki poliolefinowe (3-warstwowe PE i 3-warstwowe PP)
- [3] – PN-EN 10298:2007 Rury stalowe i łączniki na rurociągi przybrzeżne i morskie -- Izolacja wewnętrzna wykładziną cementową
- [4] – PN-EN ISO 5817 „Spawanie – Złącza spawane ze stali, niklu, tytanu i ich stopów (z wyjątkiem spawanych wiązką
- [5] - PN-EN ISO 8501-1 „Przygotowanie podłoża stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wzrokowa ocena czystości powierzchni. Stopnie skorodowania i stopnie przygotowania niezabezpieczonych podłoża stalowych oraz podłoża stalowych po całkowitym usunięciu wcześniej nałożonych powłok”
- [6] – PN-EN 558-1:2001 „Armatura przemysłowa. Długości zabudowy armatury metalowej prostej i kątowej do rurociągów kołnierzowych. Armatura z oznaczeniem PN”
- [7] – PN-EN 1092-2 „Kołnierze i ich połączenia. Kołnierze okrągłe do rur, armatury, łączników i osprzętu z oznaczeniem PN. Kołnierze żeliwne”
- [8] – PN-EN 14384 „Hydranty przeciwpożarowe nadziemne”
- [9] – PN-EN 12201 Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania wody i do ciśnieniowego odwadniania i kanalizacji -- Polietylen (PE)
- [10] - Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 roku o wyrobach budowlanych
- [11] - PN-EN1561:2012 - Żeliwo szare
- [12] - PN-EN ISO 1461:2000 Powłoki cynkowe nanoszone na stal metodą zanurzeniową (cynkowanie jednostkowe) -- Wymagania i badania
- [13] - PN-EN 1452-2 „ Systemy przewodowe z tworzyw sztucznych – Systemy przewodowe z niezmiękczonego poli(chloru winylu)(PVC-U) do przesyłania wody – rury”.
- [14] - PN-EN 1452-3 „ Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania wody oraz ciśnieniowego odwadniania i kanalizacji układanej pod ziemią i nad ziemią – Nieplastyfikowany poli(chlorek winylu) (PVC-U) – Część 3: Kształtki”.
- [15] - PN-B-09700:1986 Tablice orientacyjne do oznaczania uzbrojenia na przewodach wodociągowych.
- [16] - PN-M-74081:1998 – Skrzynki uliczne stosowane w instalacjach gazowych i wodnych.
- [17] - PN-M-74082:1998 – Armatura przemysłowa - skrzynki uliczne do hydrantów.
- [18] - PN-EN ISO 17635:2017-02 - Badania nieniszczące spoin -- Zasady ogólne dotyczące metali.

