

GAZOWE INSTALACJE ZAPRASOWYWANE Z MIEDZI



GAZOWE INSTALACJE ZAPRASOWYWANE Z MIEDZI

**SUPLEMENT DO WYDANIA „INSTALACJE GAZÓW PALNYCH
TECHNICZNYCH ORAZ MEDYCZNYCH WYKONANYCH
Z PRZEWODÓW MIEDZIANYCH.
WYMAGANIA TECHNICZNO-EKSPLOATACYJNE.”**

Autor:

dr inż. Wioletta Zając-Wstawska



Wrocław, 2010

Spis treści

1.	Wstęp	4
2.	Podstawy prawne zastosowania złączy zaprasowywanych	5
3.	Badania złączy zaprasowywanych.....	6
4.	Budowa złączy zaprasowanych	7
	4.1. Rury miedziane stosowane do budowy instalacji zaprasowywanych.....	7
	4.2. Kształtki instalacyjne stosowane do budowy instalacji zaprasowywanych	9
	4.3. Uszczelnienie typu o-ring	9
5.	Oznakowanie rur i łączników z miedzi	10
6.	Rozwiązania systemów zaprasowywanych firmy IBP	10
	6.1 Zalecenia Producenta dotyczące wykonywania złączy zaprasowywanych.....	11
	6.1.1. Zalecenia odnośnie maksymalnych odstępów pomiędzy podporami.....	11
	6.1.2. Zalecenia odnośnie minimalnych odległości pomiędzy złączkami.....	11
	6.1.3. Zalecenia odnośnie prześwitów między przewodami rurowymi.....	12
	6.1.4. Zalecenia odnośnie przygotowania rur do montażu	13
	6.1.5. Zalecenia dotyczące wykonania połączenia	14
	6.1.6. Instrukcja wykonania złącza zaprasowanego >B<Press Gas.....	14
	6.2. Zaciskarki dla systemów >B<Press Gas	15
7.	Rozwiązania systemów zaprasowywanych firmy Sanha	16
	7.1. Zaciskarki zalecane przez firmę Sanha	16
8.	Rozwiązania systemów zaprasowywanych firmy Viega	17
	8.1. Zalecenia producenta dotyczące prawidłowego wykonania połączenia zaprasowanego ..	19
	8.1.1. Zapotrzebowanie miejsca do zaprasowania- typoszereg rur od15 mm do 54 mm ..	19
	8.1.2. Zalecenia dotyczące mocowania instalacji zaprasowywanych firmy Viega	20
	8.1.3. Instrukcja wykonania złącza zaprasowanego	20
	8.2. Zaciskarki firmy Viega	22
9.	Ogólne wskazówki montażowe dotyczące instalacji wykonywanych ze złączy zaprasowywanych	23
	Podsumowanie.....	24
	Literatura.....	24

1. Wstęp

Historia zastosowania złączek zaprasowywanych ma swój początek w pierwszej połowie lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku. Pierwsze złącza zaczęto stosować w instalacjach sanitarnych ciepłej i zimnej wody. Jednakże możliwość uzyskania dokładnego, szczelnego i wytrzymałego połączenia spowodowały dynamiczny rozwój tego typu połączeń w innych dziedzinach gospodarki i przemysłu. Miejmy nadzieję, że w Polsce tego typu złącza również znajdą swoje zastosowanie.

Na rynku europejskim funkcjonuje kilka firm, które produkują złącza zaprasowywane przeznaczone do instalacji paliw gazowych oraz ciekłych. Idea połączenia zaprasowanego w przypadku każdej z firm jest podobna- złącze stanowi rura prosta oraz szereg kształtek takich jak łączniki proste, trójniki, kolanka zaciśniętych przy użyciu odpowiedniego urządzenia. Sposób działania takiego urządzenia uniemożliwia zaciśnięcie złączek poprzez system kolejnych zabezpieczeń.

Różnice w systemie zaciskania mogą jedynie polegać na tym, że niektórzy z producentów oferują złączki dwustronnie zaciskane (Viega, Comap, IBP do mniejszych średnic) lub zaciskane jednostronnie (Sanha). Nie ma to jednak wpływu na wymagania, gdyż zarówno jedne jak i drugie złączki muszą spełniać takie same kryteria.

W celu zwiększenia bezpieczeństwa, producenci złączek wprowadzają dodatkowe zabezpieczenia. Firma Viega wprowadziła zabezpieczenie S.C. Contur, pozwalające na łatwą lokalizację nieszczelności powstałych w wyniku nieprawidłowego zaciśnięcia złączki Profipress-G, a firma Comap pierścień umożliwiający wizualną ocenę prawidłowości zacisku (Visu-Kontrol Technologie).

2. Podstawy prawne zastosowania złączy zaprasowywanych

12 marca 2009 roku zostało podpisane Rozporządzenie Ministra Infrastruktury zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie- Dz. U. Nr 75 poz. 690 z 2002 roku z późniejszymi zmianami.

Celem zmian we wspomnianym rozporządzeniu była potrzeba jego aktualizacji spowodowana wprowadzeniem do zbioru Polskich Norm nowych norm europejskich i międzynarodowych, a także potrzeba dostosowania zawartych w rozporządzeniu wymagań do aktualnego stanu wiedzy.

I tak, po 6 latach od daty pierwszych badań w Polsce oraz po roku od daty podpisania Rozporządzenia Ministra Infrastruktury zmieniającego rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, na rynku polskim wreszcie zagościły złączki zaprasowywane do gazu.

Paragraf 163, który bezpośrednio dotyczy złączy zaprasowywanych w ustępie 4 otrzymał brzmienie: „W budynkach mieszkalnych jednorodzinnych, budynkach w zabudowie zagrodowej i budynkach rekreacji indywidualnej przewody instalacji gazowej, a w pozostałych budynkach tylko przewody za gazomierzami lub odgałęzieniami prowadzącymi do odrębnych mieszkań lub lokali użytkowych powinny być wykonane z rur, o których mowa w ust. 2, łączonych również z zastosowaniem połączeń gwintowanych lub z rur miedzianych łączonych przez lutowanie lutem twardym. Dopuszcza się stosowanie innych sposobów łączenia rur, jeżeli spełniają one wymagania szczelności i trwałości określone w Polskiej Normie dotyczącej przewodów gazowych dla budynków.”

Ten zapis w powiązaniu z nowelizacją normy PN-EN 1775:2007 „Dostawa gazu-Przewody gazowe dla budynków-Maksymalne ciśnienie robocze ≤ 5 bar Zalecenia funkcjonalne” powoduje, że możliwym stało się stosowanie złączy zaprasowywanych do instalacji gazowych. Oczywiście pod pewnymi warunkami. W normie PN-EN 1775:2007, w punkcie 3.4.4. podano ogólne definicje złączy zaprasowywanych, a w p. 3.4.4.2. definicję złącza zaprasowanego wykonanego z miedzi.

Po raz kolejny autor zaznacza, że w przypadku złączy zaprasowywanych nie można mówić tylko o samym produkcie. Jest to cała technologia, dzięki której możemy uzyskać szczelne i wytrzymałe połączenie.

Złączki zaprasowywane do gazu można wprowadzić do obrotu w oparciu o deklarację zgodności, którą wystawia się po spełnieniu pewnych określonych warunków. Oceny złączy zaprasowywanych dokonuje się według systemu „1”¹ oceny zgodności. W systemie oceny zgodności 1 do zadań producenta należy wprowadzenie i utrzymanie zakładowej kontroli produkcji. Jednostka akredytowana po uzupełniających badaniach próbek pobranych w zakładzie produkcyjnym, wstępnym badaniu typu, wstępnej inspekcji zakładu produkcyjnego i zakładowej kontroli produkcji oraz przy ciągłym nadzorze, ocenie i akceptacji zakładowej kontroli produkcji, wydaje certyfikat zgodności, będący podstawą do oznaczania złączy znakiem budowlanym B.

¹ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie systemów oceny zgodności, wymagań, jakie powinny spełniać notyfikowane jednostki uczestniczące w ocenie zgodności, oraz sposobu oznaczania wyrobów budowlanych oznakowaniem CE (Dz. U. Nr 195 poz. 2011 z dnia 7 września 2004 r.)

3. Badania złączy zaprasowywanych

Dostępne autorowi publikacji badania złączy zaciskanych typ Profipress-G firmy Viega datują się na rok 1999. Wykonane zostały przez DVGW i certyfikatem DVGW wprowadzone do stosowania na rynku niemieckim. Warunki dopuszczenia obejmują opis produktu, wymagania oraz badania przedstawionych do badań złączy zaciskanych w instalacjach paliw gazowych.

W świetle warunków opracowanych przez DVGW złącza takie powinny między innymi spełniać wymagania odnośnie rodzaju zastosowanego materiału- miedź i stopy miedzi oraz rodzaju materiałów, z którego powinny być wykonane uszczelnienia. Ponieważ są one bardzo ważnym punktem rzutującym na szczelność połączenia muszą spełniać wymagania podane w normach PN-EN 682:2004 „Uszczelnienia z elastomerów. Wymagania materiałowe dotyczące uszczelki do rur i kształtek stosowanych do przesyłania gazu i węglowodorów płynnych” oraz PN-EN 549:2000 „Materiały gumowe do uszczelnienia i membrany stosowane w urządzeniach gazowych i osprzęcie instalacji gazowej”.

Wyniki badań prowadzonych przez laboratoria DVGW objęły sprawdzenie atestów na użyte materiały, sprawdzenie budowy, sprawdzenie szczelności, wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne, wytrzymałości na rozciąganie oraz przesunięcie, wytrzymałości na zginanie i skręcanie oraz sprawdzenie oznakowania i instrukcji montażu złączy zaciskanych.

W Polsce instytucją, która przeprowadziła badania złączy zaciskanych był Instytut Nafty i Gazu w Krakowie. Badania prowadzone były w oparciu o Zalecenia dla wyrobu będącego przedmiotem aprobaty technicznej.

Badania złączy zaciskanych Profipress G z SC-Contur prowadzone były według następującego harmonogramu:

- Szczelność próbek zaciśniętych- ciśnienie 1.1PN p=5.5 bar, czas próby t=600s
- Odporność na zmiany temperatury- 6 cykli grzania w temperaturze 70 ±2°C, studzenia 20 ±5°C, oziębienia -20 ±2°C
- Wytrzymałość mechaniczna (próba hydrauliczna)- ciśnienie próby 30 bar, czas trwania 48h
- Wytrzymałość na zginanie- obciążenie próbne zależne od średnicy złącza, ciśnienie próby p=5.5+0.5 bar, dopuszczalne ugięcie 100mm
- Wytrzymałość na skręcanie- 10 cykli skręcania kąt ±5°
- Odporność na wibracje- amplituda 2mm, częstotliwość 20Hz, 1000000 cykli
- Wytrzymałość termiczna- temperatura 650 ±10°C, ciśnienie próby 5.5 bar, wyciek dopuszczalny 30 dm³/h
- Działanie SC- Contur

Dodatkowo na zlecenie firmy Viega przeprowadzono próbę odporności na podwyższoną temperaturę (HTB) z podaniem wartości powstałej w trakcie badań nieszczelności. W tabelicy 3.1. przedstawiono wyniki badań odporności termicznej złączy Profipress G z S C- Contur.

Wyniki badań odporności termicznej złączy Profipress G z S C-Contur

Tabela 3.1.

Średnica złącza (próbki)	Nr próbki	Temperatura próby, °C						
		200	250	300	400	450	500	550
		Wyciek w trakcie próby, dm ³ /h						
DN12	1	0	0	0	0	0	0	0,82
	2	0	0	0	0	0	0	0,52
	3	0	0	0	0	0	0	0,57
DN28	1	0	0	0	0	0	0	2,48
	2	0	0	0	0	0	0	2,20
	3	0	0	0	0	0	0	2,43
DN54	1	0	0	0	0	9,1	0	12,2
	2	0	0	0	0	10,2	0	15,3
	3	0	0	0	0	9,4	0	13,0

Badania przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN 1775:2001 Załącznik A (informacyjny).

Na komentarz zasługuje tutaj dopuszczalna wartość nieszczelności. Warunki DVGW dopuszczają nieszczelność w wysokości 30dm³/h dla złącza w temperaturze 650°C (próba HTB). Dla porównania należy podać, że dopuszczalna wartość nieszczelności dla gazomierzy badanych według PN-EN 1359:2002 wynosi 650dm³/h. Podane w tablicy 3.1 wartości powstałych nieszczelności są dużo niższe niż przyjęte za dopuszczalne.

Warto nadmienić również, że próba wysokiego obciążenia termicznego (wykonywana przy obciążeniu cieplnym 650°C) nie ma nic wspólnego z maksymalnym roboczym obciążeniem temperaturą złączki zaprasowywanej.

4. Budowa złączy zaprasowanych

Kompletne złącze zaprasowywane stanowi rura prosta oraz szereg kształtek takich jak łączniki proste, trójniki, kolanka, zaciśniętych przy użyciu odpowiedniego urządzenia. Każda kształtka niezależnie od producenta musi posiadać pierścień uszczelniający typu o-ring. Dla złączy zaprasowywanych używanych przy budowie instalacji gazowych stosuje się o-ringi wykonane z HNBR (z ang. Hydrogenated Nitrile Butadiene Rubber).

4.1. Rury miedziane stosowane do budowy instalacji zaprasowywanych

Wymagania dotyczące rur miedzianych wykorzystywanych do rozprowadzania gazów palnych technicznych zawarte są w Polskiej Normie PN – EN 1057 2010 „Miedź i stopy miedzi. Rury miedziane okrągłe bez szwu do wody i gazu stosowane w instalacjach sanitarnych i ogrzewania”.

Rury do instalacji gazowych muszą być wykonane z miedzi odtlenionej fosforem o zawartości czystej miedzi $\geq 99,9\%$ i zawartości fosforu od 0,015 do 0,040%. Ten gatunek miedzi oznakowany jest zgodnie z PN-EN 1057 jako Cu-DHP.

Rury dla instalacji wodnych i gazowych, produkowane są w 3 stanach kwalifikacyjnych materiału: twardym, półtwardym i miękkim. Stany te różnią się własnościami mechanicznymi i w różny sposób są oznakowane. Stan wyżarzony R – 220, stan półtwardy R – 250, stan twardy R – 290.

- Rury w stanie wyżarzonym (miękkim) produkowane są do średnicy 54 mm.
- Rury w stanie półtwardym produkowane są o średnicach od 12 do 108 mm.
- Rury w stanie twardym produkowane są o średnicach do 267 mm.

Pełny zakres produkowanych rur zgodnych z Polską Normą oraz tolerancje w odniesieniu do zewnętrznych średnic podają tablice 4.1. i 4.2. zamieszczona poniżej.

Tablica 4.1.
Średnice zewnętrzne i grubości ścianek rur
miedzianych zgodnych z normą PN - EN 1057

Średnice zewnętrzne rur w mm	Grubości ścianek w mm
6	0,6; 0,8; 1,0
8	0,6; 0,8; 1,0
10	0,6; 0,7; 0,8; 1,0
12	0,6; 0,8; 1,0
14*	0,7; 0,8; 1,0
15	0,7; 0,8; 1,0
16*	0,8; 1,0
18	0,8; 1,0
22	0,9; 1,0; 1,2; 1,5
25*	1,0; 1,2; 1,5
28	0,9; 1,0; 1,2; 1,5
35	1,2; 1,5
40*	1,0; 1,1
42	1,2; 1,5
54	1,2; 1,5; 2,0
64	2,0
66,7	1,2
70*	2,0; 2,5
76,1	1,5; 2,0
80*	2,0
88,9	2,0
108	1,5; 2,5
133	1,5; 3,0
159	2,0; 3,0
219	3,0
267	3,0

Uwaga:

- * - rury nie zalecane w normie,

podane grubości ścianek drukiem pogrubionym zalecane do stosowane przy budowie przewodów paliw gazowych, gazów technicznych, i innych gazów palnych.

Tolerancja średnicy zewnętrznej miedzianych rur instalacyjnych w mm

Tablica 4.2.

Średnica zewnętrzna rury w mm	Tolerancja odniesiona do średnicy dla wszystkich stanów	Odnosnie do każdej średnicy stan R 290	Odnosnie do każdej średnicy stan R 250
$8 \leq d \leq 18$	$\pm 0,04$	$\pm 0,04$	$\pm 0,09$
$18 \leq d \leq 28$	$\pm 0,05$	$\pm 0,06$	$\pm 0,10$
$28 \leq d \leq 54$	$\pm 0,06$	$\pm 0,07$	$\pm 0,11$
$54 \leq d \leq 76,1$	$\pm 0,07$	$\pm 0,10$	$\pm 0,15$
$76,1 \leq d \leq 88,9$	$\pm 0,07$	$\pm 0,15$	$\pm 0,20$
$88,9 \leq d \leq 108$	$\pm 0,07$	$\pm 0,20$	$\pm 0,30$
$108 \leq d \leq 159$	$\pm 0,20$	$\pm 0,70$	$\pm 0,40$
$159 \leq d \leq 267$	$\pm 0,60$	$\pm 1,50$	-

4.2. Kształtki instalacyjne stosowane do budowy instalacji zaprasowywanych

Do łączenia rur miedzianych techniką zaprasowywania, stosowane są przedstawione na rysunku 4.1. kształtki instalacyjne.



Rys. 4.1. Przykłady złązek instalacyjnych do zaprasowania

4.3. Uszczelnienie typu o-ring

Stosowany w złączach zaprasowywanych o-ring, wykonany jest z materiału typu HNBR (z ang. Hydrogenated Nitrile Butadiene Rubber), czyli mieszanki powstałej na bazie uwodornionego kauczuku akrylonitrylowego. Jest on kopolimerem akrylonitrylu oraz butadienu z całkowitym lub częściowym uwodornieniem podwójnego wiązania komponentu butadienowego.

Jego odporność termiczna mieści się w zakresie od - 30 do +150°C.

Wulkanizaty na bazie HNBR charakteryzują się dużą wytrzymałością mechaniczną oraz większą odpornością na ścieranie niż „tradycyjne” uszczelnienia produkowane na bazie NBR. Mają one znacznie większą wytrzymałość na wysoką temperaturę i starzenie niż kauczuk nitylowy.

Uszczelnienia typu HNBR montowane przez producentów kształtek zaprasowywanych mogą różnić się parametrami technicznymi. Dlatego warto zwrócić uwagę, jakie parametry pracy uszczelnienia deklaruje producent łączników.

5. Oznakowanie rur i łączników z miedzi

Zarówno rury jak i łączniki powinny być oznakowane w sposób trwały i zgodny z odpowiednimi dla nich normami. Rury powinny być oznakowane zgodnie z normą PN-EN 1057.

Na rurze powinny znaleźć się co najmniej następujące informacje:

- Numer normy, wg której wykonano rury
- Średnica zewnętrzna rury
- Grubość ścianki
- Stan kwalifikacyjny
- Znak identyfikujący producenta
- Identyfikacja partii



Rys. 3.1. Przykład oznakowania rury

Dodatkowo producenci nanoszą na swoje wyroby znaki jakości oraz nazwy jednostek, które wykonały badania sprawdzające, np.: DVGW, BSI czy RAL.

Na łącznikach powinny znaleźć się co najmniej następujące oznakowania:

- Znak identyfikujący producenta
- Średnica złączki
- PN 5 ciśnienie robocze 5 bar
- GT 1 podwyższona obciążalność cieplna

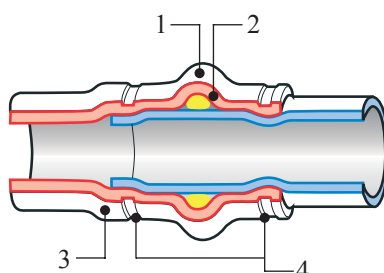


Rys. 3.2. Przykład oznakowania złączki zaprasowywanej

6. Rozwiązania systemów zaprasowywanych firmy IBP

Firma IBP Instal fittings Polska Sp. z o.o. wprowadziła na krajowy rynek złącza zaprasowywane Banninger >B< Press Gas.

W rozwiązaniu tej firmy zastosowano podwójne, sześciokątne zaprasowanie łącznika (przed, za i na karbie) zapewniające trwałe, szczelne i odporne na rozerwanie połączenie. Przedłużenie wlotowej części łącznika ułatwia prawidłowe wprowadzenie rury do jego wnętrza oraz zabezpiecza pierścień uszczelniający przed uszkodzeniem. W łącznikach >B<Press Gas zastosowano o-ring wykonany wysokiej jakości HNBR (kauczuk nitylowy) w kolorze żółtym. Korpusy łączników >B<Press Gas posiadają wyraźne żółte oznaczenia, które pozwalają na łatwe odróżnienie serii od innych łączników typu >B<Press. Łączniki >B<Press Gas przeznaczone są do stosowania z rurami z miedzi wg PN-EN 1057:2010, do instalacji gazowych wg PN-C 04750:2002. Łączniki >B<Press Gas można stosować przy MOP 5 (z ang. Maximum Operating Pressure) oraz temperaturze $-20^{\circ}\text{C} \div +60^{\circ}\text{C}$. Wykonywanie połączeń za pomocą łączników >B<Press Gas odbywa się za pomocą zaciskarki oraz szczęk o profilu „V”. Na rysunku 6.1. przedstawiono schemat połączenia >B< Press Gas



1. Zgrubienie
2. Uszczelka pierścieniowa
3. Telejka cylindryczna (kielich)
4. Zaciśnięcie po obu stronach uszczelki pierścieniowej

Rys. 6.1. Przekrój łącznika >B<Press Gas

Złączki serii >B< Press przeznaczone do instalacji gazu ziemnego i gazu płynnego oznaczone są uszczelką w kolorze żółtym oraz oznaczeniami jak na rysunku 6.2.



Rys. 6.2. Widok łącznika >B<Press Gas

Badania przyspieszonego zużycia wykonane na zlecenie producenta, wykazały, że przewidywana trwałość użytkowa elementów >B< Press znacznie przekracza 50 lat.

6.1. Zalecenia Producenta dotyczące wykonywania złączy zaprasowywanych

W systemach zaprasowywanych do gazu >B< Press należy wziąć pod uwagę zalecenia wszelkie zalecenia producenta.

6.1.1. Zalecenia odnośnie maksymalnych odstępów pomiędzy podporami.

Konstrukcje nośne rur		Tablica 6.1.
Wymiary (mm)	Przedziały pionowe (mm)	Przedziały poziome (mm)
10	1500	1000
12	1800	1200
14	1800	1200
15	1800	1200
16	1800	1200
18	2000	1500
22	2400	1800
28	2400	1800
35	3000	2400
42	3000	2400
54	3000	2700
64	3000	2700
66,7	3000	2700
76,1	3600	3000
88,9	3600	3000
108	3600	3000

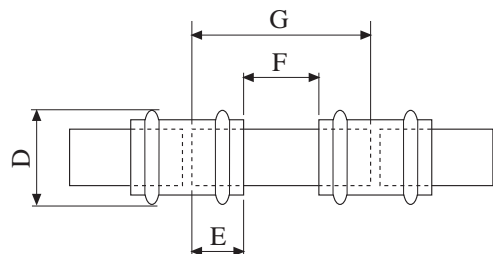
6.1.2. Zalecenia odnośnie minimalnych odległości pomiędzy złączkami.

Ze względu na odkształcenie profilu rury podczas wykonywania zaciskanego złącza, zaleca się stosowanie minimalnych odległości pomiędzy złączkami, podanych w kolumnie F w tablicy 6.2.

Odległości pomiędzy złączkami

Tablica 6.2.

minimalne odległości



Wymiar rury	D	E	F	G
12	19	18	10	46
14	21,7	22	10	64
15	22,6	22	10	54
16	23,7	22	10	64
18	25,6	22	15	59
22	31	23	20	66
28	37	24	20	68
35	44	26	25	77
42	53,4	36	30	102
54	65,4	40	35	115
64	71	52	30	132
66,7	71	52	30	132
76,1	81	52	40	142
88,9	94	52	50	142
108	114	60	50	170

D - średnica zewnętrzna złącza

E - głębokość kielicha

F - odległość między końcami złączek

G - minimalna długość rury

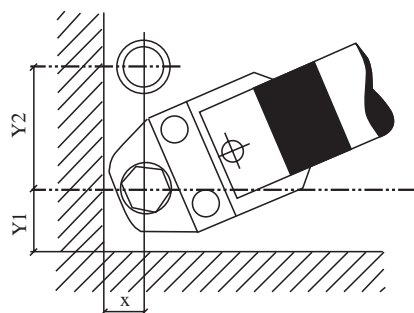
6.1.3. Zalecenia odnośnie prześwitów między przewodami rurowymi

Przy montowaniu instalacji przy zastosowaniu złączy zaprasowywanych należy zwrócić uwagę na konieczne dla prawidłowego wykonania instalacji prześwity.

Na kolejnych schematach przedstawiono minimalne prześwity, niezbędne dla prawidłowego wykonania złącza zaprasowanego.

Odległości pomiędzy złączkami

Tablica 6.3.

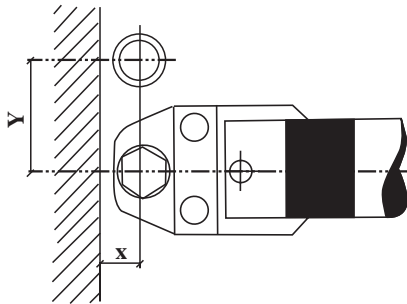


Wymiar (mm)	X (mm)	Y1 (mm)	Y2 (mm)
12	31	45	71
14	31	45	73
15	31	45	73
16	31	45	73
18	31	45	74
22	31	45	76
28	38	55	80
35	38	55	85
42	75	75	115
54	85	85	140
64	100	100	145
66,7	100	100	145
76,1	115	115	165
88,9	125	125	185
108	135	135	200

Tablica 6.4.

Odległości pomiędzy ścianą a rurą

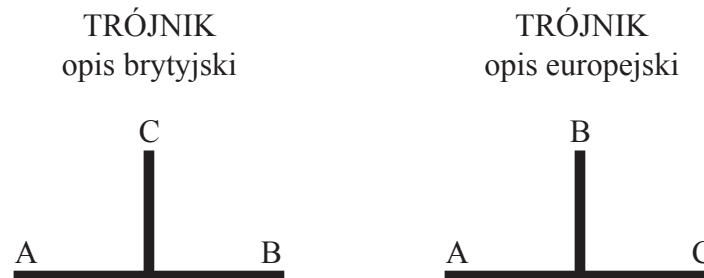
Wymiar (mm)	X (mm)	Y (mm)
12	26	51
14	26	53
15	26	53
16	26	53
18	26	54
22	26	56
28	33	69
35	33	73
42	75	115
54	85	120
64	100	145
66,7	100	145
76,1	115	165
88,9	125	185
108	135	200



W przypadku złączy zaprasowywanych możliwe jest prefabrykowanie odcinków przewodów do montażu w miejscach niedostępnych i montowanie ich w dostępnym miejscu.

Podczas zamawiania komponentów do wykonania złączy >B<Press Gas należy pamiętać, o tym, że różne są oznakowania trójkątów znajdujących się w ofercie producenta chociaż wymiary podane w tablicach produktów opierają się na europejskim oznaczeniu.

Przykład oznakowania przedstawiono na rysunku 6.3.



Rys. 6.3. Oznakowanie trójkątów

6.1.4. Zalecenia odnośnie przygotowania rur do montażu

Zaleca się używanie krążkowego obcinaka, zapewniającego prostopadłe ucięcie rury. W razie używania piły ręcznej należy użyć brzeszczotu o drobnych ząbkach i dopilnować, aby rura została ucięta prostopadłe. Nie zaleca się stosowania przecinarek ściernicowych. W przypadku zdeformowania lub uszkodzenia końców rury należy ją naprawić przez przywrócenie prawidłowej średnicy zewnętrznej zgodnie z normą PN-EN 1057, albo odciąć uszkodzony koniec. Końce rury powinny być czyste i wolne od zadrapań przynajmniej na długości kielicha. Sprawdzić, czy koniec rury nie ma wewnętrznych lub zewnętrznych zadziorów, usunąć zadziory odpowiednim narzędziem. Następnie dokładnie wytrzeć koniec rury, aby nie uszkodzić uszczelki podczas wkładania rury do kielicha. Rurę należy całkowicie włożyć do kielicha aż do oporu, co jest warunkiem uzyskania prawidłowego połączenia. Przy pomocy liniału zaznaczyć głębokość kielicha na końcu rury. Pozwoli to zauważyć każde przemieszczenie rury, jest to szczególnie ważne, gdy połączenia mają zostać zaprasowane później. Sprawdzić wzrokowo, czy uszczelka pierścieniowa jest prawidłowo osadzona w połączeniu kielichowym.

Należy sprawdzić, czy wokół każdego złączy występuje dostateczny prześwit, umożliwiający przyłożenie szczęk bez przeszkód.

Głębokość połączenia kielichowego **Tablica 6.5.**

Średnica (mm)	Głębokość kielicha (mm)	
	Złączka	Inne elementy złączne
14	20	22
15	20	20
16	20	22
22	21	21
28	23	23
35	26	26
42	30	30
54	35	35
64	57	52
67	53	53
76	51,5	51,5
89	51,5	51,5
108	60	60

6.1.5. Zalecenia dotyczące wykonania połączenia

W celu zmontowania połączenia należy włożyć rurę do kielicha aż do oporu. (Należy wykorzystać znak wykonany wcześniej na rurze.) Zaciśnięcie połączenia można wykonać dopiero po całkowitym wsunięciu rury do oporu.

Dobrac odpowiednią obejmę i otworzyć ją przez wciśnięcie sworznia na sprężynie. Rozłożyć obejmę i ustawić ją na złączu. Sprawdzić, czy rowek na obejmie jest ułożony na zgrubieniu złącza i czy płytki podporowa na obejmie przylega do bocznej powierzchni rury na złączu. 3

Przy wykonywaniu złączy o większych wymiarach zalecamy raczej stosowanie zaciskarek z obejmą niż szczęk dwuczęściowych. Zastosowanie obejmy daje równomierny rozkład naprężeń na obwodzie złącza.

Należy tutaj zwrócić uwagę, że certyfikat zgodności dopuszcza do stosowania na terenie Polski typoszeręg złączy zaprasowywanych tylko do średnicy 54 mm.

6.1.6. Instrukcja wykonania złącza zaprasowanego >B<Press Gas



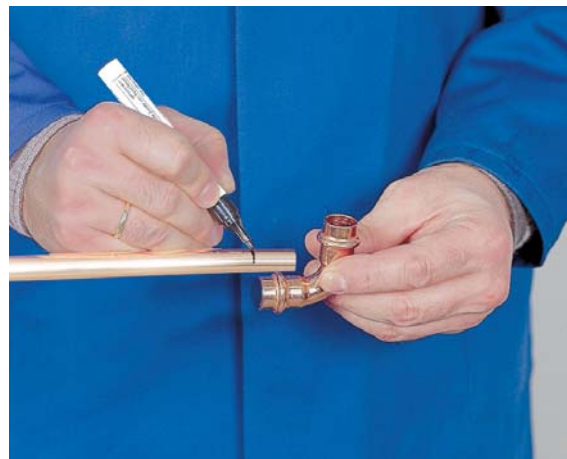
Rys.6.4.1. Obciąć rurę pod kątem prostym za pomocą obcinaka.



Rys.6.4.2. Oczyszczyć wewnętrzne i zewnętrzne krawędzie rury przyrządem do gradowania. Nie używać smarów, oleju itp.



Rys.6.4.3. Sprawdzić, czy łącznik jest czysty oraz prawidłowość położenia uszczelki.



Rys.6.4.4. Zaznaczyć na rurze, na jakiej głębokości ma być osadzony łącznik.



Rys.6.4.5. Ruchem obrotowym nasunąć łącznik na rurę do wyraźnie odczuwalnego oporu.



Rys.6.4.6. Zaciśnąć łącznik.

6.2. Zaciskarki dla systemów >B<Press Gas

Firma IBP ściśle współpracuje z trzema przodującymi producentami zaciskarek – Rems, Klauke i Novopress. Zaciskarki firm Rems i Klauke są zalecane do złączek >B< Press o średnicy do 54 mm, natomiast zaciskarki montażowe firmy Novopress są zalecane do złączek >B< Press o średnicy od 64mm do 108 mm. Na rysunkach przedstawiono dwie przykładowe zaciskarki oferowane przez firmę IBP.

Typ UNP2 elektrohydrauliczna oraz MAP1 Mini hydrauliczno-akumulatorową.



Rys.6.5. Zaciskarka typu UNP2



Rys.6.6. Zaciskarka typu MAP1 Mini

7. Rozwiązania systemów zaprasowywanych firmy Sanha

Złączki serii Sanha-Press Gaz z miedzi (seria 10000) oraz stopów miedzi (seria 11000) to grupa łączników instalacyjnych przeznaczonych do łączenia miedzianych rur w instalacjach gazowych na paliwa gazowe. Obie serie będąc w programie produkcji koncernu Sanha zdobyły wielu zwolenników w krajach Europy i w Skandynawii. Złączki Sanha wykonywane są z jednostronnym zaciśnięciem.

Złączki Sanha -Press Gaz oznakowane są zgodnie z wymaganiami, tak aby w sposób jednoznaczny można było określić lokalizację instalacji gazowej w budynku. Dobrze widoczny żółty kolor oznaczenia zawiera podstawowe parametry pracy instalacji, a więc maksymalne ciśnienie robocze do 5 barów oznaczone tu symbolem MOP5 (z ang. Maximum Operating Pressure) oraz drugi zakres temperaturowy - T2 (od -20 do +60°C). Oprócz tego wszystkie złączki serii 10000 i 11000 wyróżnia charakterystyczny żółty o-ring z wulkanizatu typu HNBR.



Rys. 7.1. Kształtka 1 do zaprasowywania firmy Sanha



Rys. 7.2. Kształtka 2 do zaprasowywania firmy Sanha



Rys. 7.1. Kształtka 3 do zaprasowywania firmy Sanha

W ten sposób przygotowane i sprawdzone złączki Sanha -Press Gaz stają się niezwykle pomocnymi i bezpiecznym narzędziem pracy dla instalatora. Jednym kompletem narzędzi może on teraz szybko i sprawnie wykonać niemal wszystkie instalacje w budynku mieszkalnym.

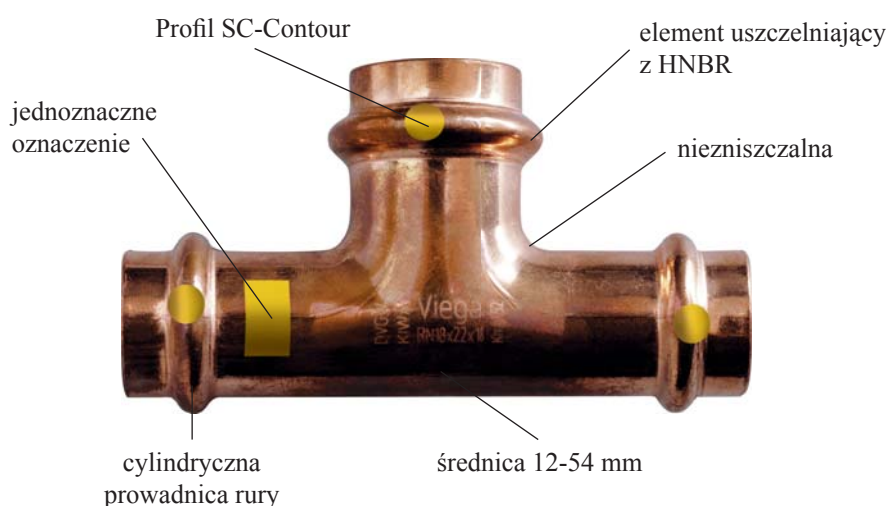
7.1. Zaciskarki zalecane przez firmę Sanha

System zaprasowywany firmy Sanha można wykonywać większością urządzeń do zaciskania produkowanych na rynku europejskim, a zwłaszcza ze szczękami o profilach SA, M oraz V

8. Rozwiązania systemów zaprasowywanych firmy Viega

System Profipress G firmy Viega jest to system złązek zaprasowywanych z wysokiej jakości elementem uszczelniającym z HNBR, jak również „inteligentnymi” elementami zabezpieczającymi, przeznaczony do współpracy z rurami miedzianymi. System nadaje się optymalnie do bezpiecznego pod względem pożarowym układania przewodów gazowych i może być stosowany do wielu gazów palnych.

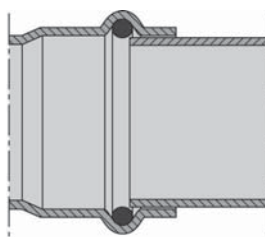
Połączenie zaprasowane z żółtym oznakowaniem, żółtym elementem uszczelniającym z HNBR oraz żółtym punktem SC-Contur, zapewnia bezpieczeństwo na najwyższym poziomie. Dzięki wyraźnemu oznaczeniu systemu Profipress G minimalizuje się możliwość wystąpienia pomyłek w trakcie montażu instalacji. Przykład oznakowanej kształtki tego systemu przedstawiono na rysunku 8.1.



Rys. 8.1. Przykład kształtki Profipress G

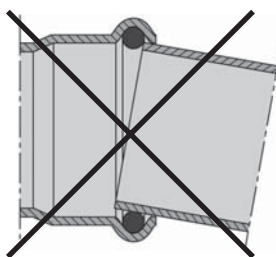
System dodatkowego zabezpieczenia- SC-Contur powoduje, że przy przeprowadzaniu próby szczelności niezaprasowane złączki są wyraźnie rozpoznawalne. Szczelność instalacji kontrolowana jest centralnie za pomocą manometru kontrolnego. Przy tym zakres ciśnienia dla przeprowadzenia próby obejmuje od 22 mbar do 3 bar dla mediów gazowych.

Aby zabezpieczyć element uszczelniający przed uszkodzeniem podczas montażu wszystkie połączenia zaprasowywane Viega wyposażone są w cylindryczną prowadnicę rury, która razem z podwójnym zaprasowywaniem- jednym przed karbem i drugim za karbem gwarantuje dodatkowe bezpieczeństwo- rysunek 8.2.



Rys. 8.2. Złazka Profipress G z cylindryczną prowadnicą rury

Dla porównania jako przykład konstrukcji nie zapewniającej bezpieczeństwa, na rysunku 6.3 przedstawiono złączkę, która nie posiada cylindrycznej prowadnicy rury.

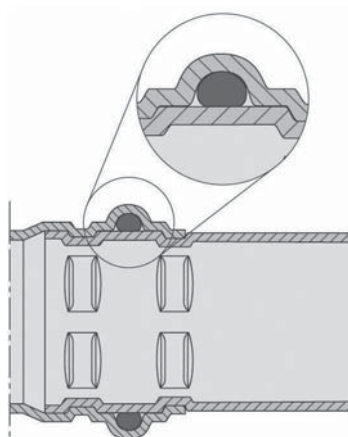


Rys. 8.2. Złazka bez cylindrycznej prowadnicy rury

Asortyment złąček zaprasowywanych firmy Viega obejmuje różne warianty instalacyjne i przyłączeniowe od 12 do 64 mm. Zapewnia to mnóstwo rozwiązań praktycznych w instalacjach gazowych oraz do zastosowań specjalnych – całkowicie bez lutowania, zgrzewania lub gwintowania. Nie mniej jednak zaznaczyć należy, że certyfikat zgodności został wydany tylko dla typoszeregu do średnicy 54 mm, chociaż techniką zaprasowywania firmy Viega można realizować nawet duże instalacje o średnicach do 108 mm.

Zastosowanie szczęki przegubowej umożliwia wykonanie połączenia zaprasowanego także w instalacjach prowadzonych w miejscach o ograniczonym miejscu do manipulacji takich jak wąskie studzienki czy przepusty stropowe.

Aby zwiększyć bezpieczeństwo użytkowników instalacji gazowych oraz wyeliminować mogące wystąpić ewentualne nieszczelności, już na etapie montowania instalacji, firma Viega poszerzyła technikę zaprasowywania o decydujący czynnik bezpieczeństwa tzw. Viega SC-Contur. Dzięki temu wyższość techniki zaprasowywania widoczna jest nie tylko w postaci błyskawicznego montażu, ale również w gwarancji bezpieczeństwa. SC-Contur powoduje, że przypadkowo niezaprasowane połączenia stają się natychmiast rozpoznawalne – przy napełnianiu instalacji medium wyraźnie wypływa z nieszczelności. W ten sposób żmudna kontrola poszczególnych połączeń zaprasowywanych zostaje zredukowana do minimum. Na rysunkach 8.4 i 8.5 pokazano kolejno schemat prawidłowo wykonanego połączenia oraz widok dwóch złąček- szczelnej, zaprasowanej prawidłowo oraz nieszczelnej, niezaprasowanej.



Rys. 8.4. Schemat prawidłowo zaciśniętej złączki Profipress G



Rys. 8.5. Widok złąček szczelnej oraz z wykrytą nieszczelnością

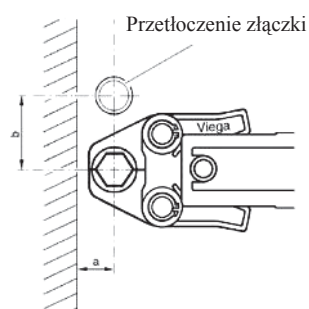
W dopuszczonych zakresach ciśnienia i czasu kontroli, system SC-Contur działa ze sprężonym powietrzem i wodą. Dzięki temu można kontrolować również instalacje gazowe zgodnie z zasadami kontroli dla tego typu instalacji. W próbie szczelności przeprowadzanej na „sucho” ciśnienie wyraźnie spada w całym zakresie ciśnienia od 22,0 mbar do 3,0 bar. Jeśli natomiast instalacja zostanie wypełniona wodą, wypływa ona wyraźnie w zakresie ciśnienia od 1,0 bar do 6,5 bar z niezaprasowanych połączeń.

8.1. Zalecenia producenta dotyczące prawidłowego wykonania połączenia zaprasowanego

Każda z firm produkująca złącza do zaprasowania, w tym także firma Viega opracowała wytyczne, zarówno dotyczące rodzaju stosowanych złączek, parametrów technicznych jak i samego procesu wykonania złącza. Zastosowanie się do takich wytycznych, nie tylko przyspiesza proces wykonania połączenia, ale przede wszystkim zapewnia prawidłowe jego wykonanie.

8.1.1. Zapotrzebowanie miejsca do zaprasowania- typoszereg rur od 15 mm do 54 mm

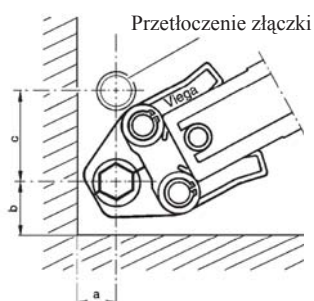
Zastosowanie się do poniżej podanych wytycznych dotyczących zapotrzebowania miejsca do wykonania połączenia zaprasowywanego umożliwi szybkie wykonanie prawidłowego złącza, przy czym należy pamiętać o różnym zapotrzebowaniu miejsca na urządzenia do zaprasowywania z zasilaniem sieciowym i akumulatorowym.



Zaprasowywanie między rurociągami

Tablica 8.1.

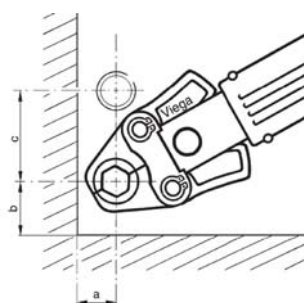
ø rury d (mm)	a (mm)	b (mm)
15	20	50
18		55
22	25	60
28		70
35	30	85
42	45	100
54	50	115



Zaprasowywanie między rurą i ścianą

Tablica 8.2.

ø rury d (mm)	a (mm)	b (mm)	c (mm)
15	25	40	65
18			75
22	30		80
28	50	50	85
35			95
42		70	115
54	55	80	140



Zaprasowywanie między rurą i ścianą

Tablica 8.3.

ø rury d (mm)	a (mm)	b (mm)	c (mm)
15	30	40	70
18			
22			75
28			80

8.1.2. Zalecenia dotyczące mocowania instalacji zaprasowywanych firmy Viega

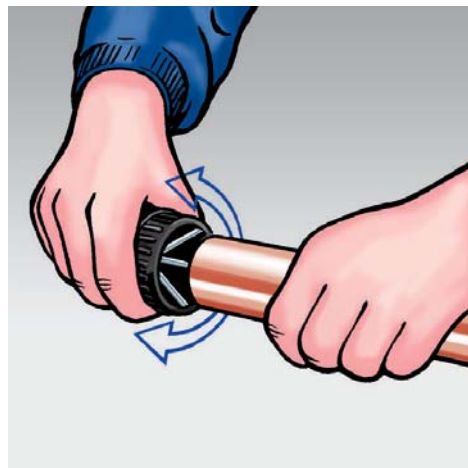
Odległości mocowania Tablica 8.4.

$\varnothing_{\text{zewn}}$ x grubość ścianki d_a x s (mm)		Odległość mocowania (m)
Profipress G		
12 x 1,0	Standard	1,3
15 x 1,0		1,3
18 x 1,0		1,5
22 x 1,0		2,0
28 x 1,5		2,3
35 x 1,5		2,8
42 x 1,5		3,0
54 x 2,0		3,5

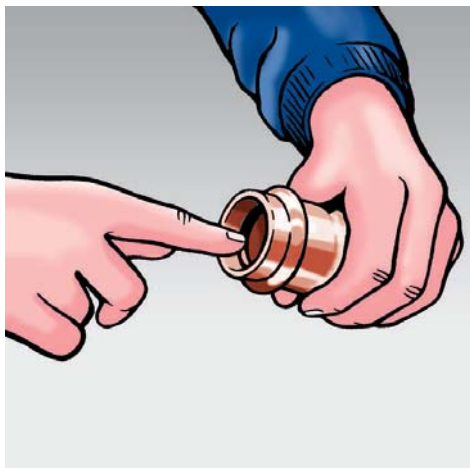
8.1.3. Instrukcja wykonania złącza zaprasowanego



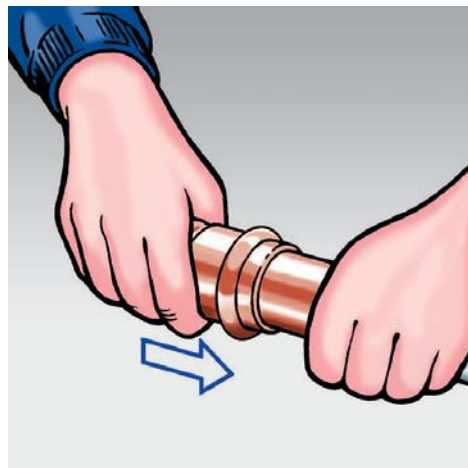
Rys. 8.6.1. Przyciąć rurę na długość, wykonując cięcie pod kątem prostym.



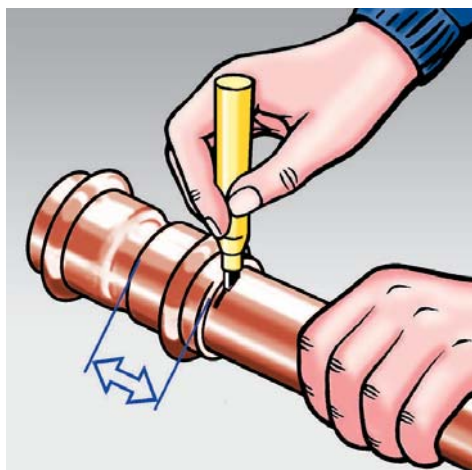
Rys. 8.6.2. Usunąć zadziory z wewnętrznej i zewnętrznej krawędzi rury.



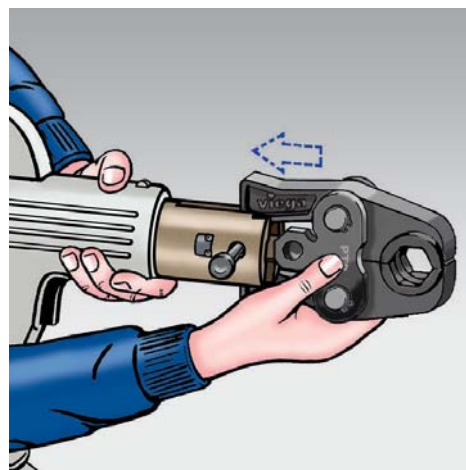
Rys. 8.6.3. Sprawdzić, czy element uszczelniający jest prawidłowo osadzony.



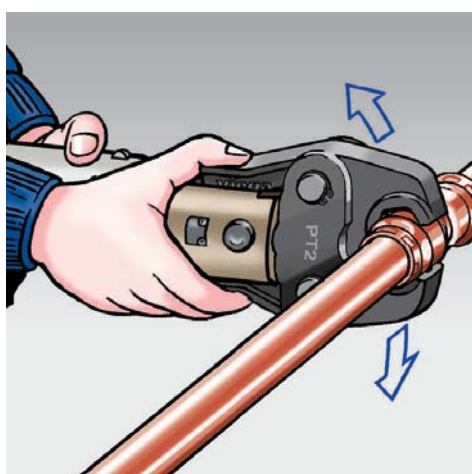
Rys. 8.6.4. Złączkę zaprasowywaną wsunąć na rurę do oporu.



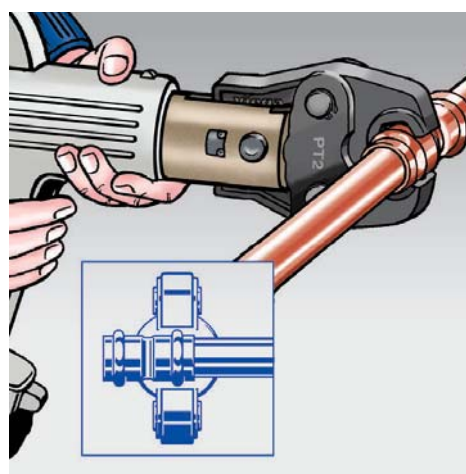
Rys. 8.6.5. Zaznaczyć głębokość osadzenia.



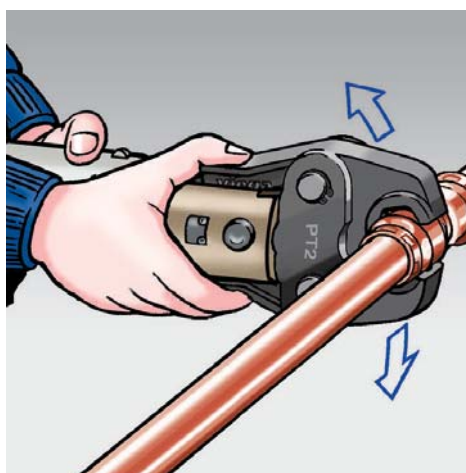
Rys. 8.6.6. Szczękę zaciskową założyć na urządzenie do zaprasowywania. Sworzeń ustalający wsunąć tak, aby zaskoczył.



Rys. 8.6.7. Rozwrzeć szczęki zaprasowujące i założyć je pod kątem prostym na złączkę, kontrolując jednocześnie głębokość osadzenia.



Rys. 8.6.8. Rozpocząć zaprasowywanie.



Rys. 8.6.9 Po zakończeniu zaprasowywania rozwrzeć

8.2. Zaciskarki firmy Viega

Aby prawidłowo wykonać złącze zaprasowane, firma Viega wprowadziła na rynek 3 rodzaje zaciskarek oraz kompletny typoszereg szczęk zaciskowych w tym również przegubowych. Na rysunku 8.7 przedstawiono widok zaciskarek oraz dedykowany im komplet szczęk.



Rys. 8.7. Zaciskarki firmy Viega

Viega Pressgun Pressgun 4E i 4B

Obydwie maszyny są kompatybilne ze wszystkimi szczękami zaciskowymi Viega, a z czasem zaciskania, wynoszącym ok. 3 sekundy, należą do najszybszych urządzeń tego rodzaju. Niepowtarzalna elastyczność zaciskarek Viega jest osiągana dzięki przegubowym pierścieniom do zaprasowywania w połączeniu z głowicą zaprasowującą, obracaną o 180°, dla wymiarów od 12 do 108 mm.

Zaciskarka pistoletowa Viega Pressgun Picco

Viega Pressgun Picco do rozmiarów do 35 (40) mm odznacza się bardzo małymi wymiarami konstrukcyjnymi oraz niewielką masą podstawową wynoszącą 2,5 kg. Charakteryzuje się elastycznym zastosowaniem dzięki głowicy zaprasowującej obracanej o 180°.

Maksymalną elastyczność zapewniają szczęki przegubowe (12 – 35 mm). Umożliwiają one zaprasowywanie w trudnych warunkach przestrzennych i są również kompatybilne z dotychczasowymi zaciskarkami firmy Viega.



Rys. 8.8. Zestaw szczęk do zaciskarek firmy Viega

9. Ogólne wskazówki montażowe dotyczące instalacji wykonywanych ze złączek zaprasowywanych

Podstawową zasadą, której należy przestrzegać podczas montażu złączek zaprasowywanych w instalacji gazowych jest przestrzeganie wskazówek dostarczanych przez producenta łączników i rur miedzianych. Zostało ogólnie przyjęte, że w każdym jednostkowym opakowaniu znajduje się instrukcja montażu. Zaleca się, aby zawsze (mimo już wcześniej zdobytego doświadczenia i praktyki) zapoznać się z informacjami zawartymi w instrukcji, gdyż producent w trakcie produkcji może wprowadzić zmiany konstrukcyjne, które mogą mieć odzwierciedlenie w sposobie montażu.

W trakcie konstruowania instalacji gazowej z użyciem złączek zaprasowywanych sugeruje się przestrzeganie następujących wskazówek :

- Sposób prowadzenia przewodów instalacji gazowych jest opisany w wydawnictwie PCMP „ Instalacje gazów palnych technicznych oraz medycznych wykonanych z przewodów miedzianych”
- Złączki i przewody miedziane powinny być utrzymane w należytej czystości. Niedopuszczalne jest przechowywanie złączek bądź rur miedzianych bezpośrednio na betonie, wylewkach cementowych, w pomieszczeniach sanitarnych itp.
- Cięcie rur miedzianych należy wykonywać tylko i wyłącznie specjalistycznymi narzędziami. Przy używaniu obcinaków ręcznych należy się upewnić, czy kółko tnące jest przeznaczone do cięcia miedzi.
- Gratowanie rur jest niezbędne w celu uniknięcia uszkodzenia elementu uszczelniającego.
- Osadzanie złączek na rurze powinno się wykonywać w osi rury, minimalizuje to prawdopodobieństwo uszkodzenia lub podwinięcia elementu uszczelniającego.
- Po osadzeniu kształtki zaleca się oznaczenie głębokości wsunięcia, ułatwia to wizualną kontrolę poprawności osadzenia kształtki w momencie zaprasowywania połączenia.
- Stosowne jest wykonywanie połączeń urządzeniami zalecanymi przez danego producenta. Natomiast niewskazane jest wykonywanie połączeń urządzeniami (chodzi tutaj głównie o szczęki), które były poddane jakimkolwiek przeróbkom np. dostosowania do innego systemu kształtek. Maszyny i urządzenia powinny mieć aktualny przegląd serwisowy uwidoczniony w książce serwisowej.
- Podczas procesu zaprasowywania należy utrzymywać maszynę prostopadle do osi rury.
- W przypadku prowadzenia przewodów na „stosunkowo” długim odcinku prostym, przez kilka pomieszczeń o różnych temperaturach bytowych, zaleca się sprawdzenie konieczności wykonania (zaprojektowania) kompensacji. Z zasady kompensacje liniowe powinny być eliminowane jako naturalne poprzez zmianę kierunku prowadzenia instalacji.
- Zaleca się, aby odcinki instalacji (gałązki) poddawane oddzielnej próbie szczelności były łączone kształtkami jednego producenta. Większość łączników posiada systemy identyfikacji niezaciśniętej kształtki (np. Viega) bądź systemy sygnalizacji wykonania połączenia (np. Comap), które często funkcjonują w różnym przedziale ciśnień kontrolnych lub są niezależne od ciśnienia próbnego. Warto więc zachować spójność danego systemu łączenia na badanym odcinku instalacji.
- Za względów konstrukcyjnych kształtki do instalacji gazowych i wodnych są bardzo podobne. Mimo wyraźnych oznaczeń identyfikujących zaleca się przechowywanie łączników w osobnych opakowaniach, aby uniknąć ewentualnej pomyłki.
- W przypadku przebrojenia kształtki do instalacji wodnej w uszczelnienie HNBR i zaciśnięcie jej w instalacji gazowej (jest to relatywnie częsta praktyka stosowana przez instalatorów), należy wyraźnie i trwale zaznaczyć taką kształtkę w instalacji. Ponadto fakt ten powinien być odnotowany i dokładnie opisany w protokole wykonania próby szczelności, a osobnym protokołem o dokonanej zamianie, należy poinformować użytkownika instalacji.
- W przypadku wykonania wadliwego połączenia, raz zaciśnięta kształtka nie może być ponownie wykorzystana w instalacji gazowej.

Podsumowanie

W niniejszej publikacji zostały omówione rozwiązania techniczne trzech wybranych firm, nie oznacza to jednak, że na polskim rynku niedostępne są, czy też w przyszłości będą, rozwiązania innych producentów.

Zasadniczo budowa złączy do wykonywania instalacji zaprasowywanych jest zawsze podobna.

Firmy stale doskonalą swoje rozwiązania, zmierzając ciągle ku zwiększeniu bezpieczeństwa zarówno osób wykonujących instalacje gazowe, jak i ich użytkowników.

Publikacja ta jest uzupełnieniem wytycznych do instalacji gazów palnych, medycznych i przemysłowych i oparta jest na danych technicznych i prawnych ważnych w okresie pisania suplementu. W związku z dynamicznym rozwojem technologii zaprasowywania oraz wprowadzaniem nowych produktów, autor sugeruje regularne śledzenie wytycznych stosowania i montażu złączy, dostarczanych przez poszczególnych producentów. Gwarantuje to poprawne wykonywanie instalacji gazowych w systemie złączy zaprasowywanych, a niejednokrotnie pozwala zachować warunki udzielanej gwarancji na system.

Literatura

1. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych Dz. U. Nr 92 poz. 881 z dnia 30 kwietnia 2004 r. z późn. zmianami
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. Dz. U. Nr 75 poz. 690 z 2002 r. z późn. zmianami
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz. U. Nr 109 poz. 1156 z 2004 r.
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie systemów oceny zgodności, wymagań, jakie powinny spełniać notyfikowane jednostki uczestniczące w ocenie zgodności, oraz sposobu oznaczania wyrobów budowlanych oznakowaniem CE Dz. U. Nr 195 poz. 2011 z dnia 7 września 2004 r.
5. PN-EN 1057+A1:2010 Miedź i stopy miedzi -- Rury miedziane okrągłe bez szwu do wody i gazu stosowane w instalacjach sanitarnych i ogrzewania (oryg.)
6. Materiały informacyjne firmy IBP
7. Materiały informacyjne firmy Sanha
8. Materiały informacyjne firmy Viega

A close-up photograph of several copper pipes, showing their metallic texture and circular openings. The pipes are arranged in a slightly overlapping, diagonal pattern, creating a sense of depth and industrial precision. The lighting highlights the warm, reddish-orange tones of the copper.

CIIM

TELEINFORMACJA I DORADZTWO W ZAKRESIE:

- zasad doboru materiałów instalacyjnych w zależności od charakteru instalacji i jakości wody
- projektowania instalacji z miedzi
- oceny jakości wody pod kątem jej oddziaływania na materiał instalacyjny
- sposobów wykonania instalacji z miedzi
- eksploatacji instalacji z miedzi

CENTRUM INFORMACJI O INSTALACJACH Z MIEDZI

przy POLSKIM CENTRUM PROMOCJI MIEDZI

tel. 71 78 12 503
fax 71 78 12 504
e-mail: ciim@ciim.pl
www.ciim.pl

MIEDŹ MĄDRY WYBÓR



Polskie Centrum Promocji Miedzi
ul. Św. Mikołaja 8-11, 50-125 Wrocław
www.pcpm.pl