



Polskie Centrum
Promocji Miedzi
Copper Alliance

Instalacje wodociągowe, ogrzewcze i gazowe na paliwo gazowe, chłodnicze, klimatyzacyjne, gazów medycznych oraz próżni wykonane z rur miedzianych i stopów miedzi.

Wytyczne stosowania i projektowania





Polskie Centrum Promocji Miedzi

Copper Alliance

Aktualizacja i rozszerzenie
pod redakcją PCPM

Wydanie 2013 r

Polskie Centrum
Promocji Miedzi

ul. Św. Mikołaja 8-11 (p. 408)
50-125 Wrocław
e-mail: pcpm@copperalliance.pl

tel.: (+48) 71 78 12 502
fax: (+48) 71 78 12 504

www.pcpm.pl

Spis treści

1	Informacje ogólne	5	3.7	Podpory, uchwyty	
1.1	Zakres wytycznych		4	Instalacje wodociągowe	48
1.2	Podstawowe przepisy w zakresie zasad projektowania		4.1	Zasady wyboru systemu instalacyjnego	
1.3	Specyfika miedzi jako materiału instalacji wodnych i gazowych na paliwa gazowe		4.2	Wymiarowanie przewodów	
1.3.1	Wprowadzenie		4.2.1	Straty ciśnienia	
1.3.2	Zasady wyboru miedzi jako materiału instalacji wodociągowych		4.2.2	Przepływ obliczeniowy	
1.3.3	Zasady wyboru miedzi materiału instalacji ogrzewczych		4.3	Prowadzenie przewodów	
1.3.4	Zasady wyboru miedzi jako materiału instalacji gazowych na paliwa gazowe		4.4	Kompensacja	
1.3.5	Warunki łączenia z innymi materiałami		4.5	Armatura	
2	Wymagania dla elementów instalacji wodociągowych, ogrzewczych i gazowych na paliwa gazowe, wykonywanych z miedzi	9	4.6	Zapobieganie rozwojowi bakterii legionella. Zalecenia projektowe i eksploatacyjne	
2.1	Wymagania ogólne		4.7	Odbiór instalacji i przekazanie do eksploatacji	
2.2	Wymagania dla rur miedzianych		5	Instalacje ogrzewcze	57
2.2.1	Wymagania ogólne		5.1	Projektowanie instalacji ogrzewczych	
2.2.2	Skład chemiczny miedzi		5.2	Instalacje grzejnikowe	
2.2.3	Wymiary		5.2.1	Systemy instalacji	
2.2.4	Jakość powierzchni		5.2.1.1	Budynki wielorodzinne	
2.2.5	Oznaczanie rur miedzianych		5.2.1.2	Budynki jednorodzinne	
2.2.6	Pakowanie, magazynowanie rur		5.3	Parametry hydrauliczne	
2.2.7	Rury z powłoką cynową		5.3.1	Wymiarowanie przewodów	
2.2.8	Cienkościenne rury miedziane z trwale zespoloną osłoną z tworzywa sztucznego		5.4	Dobór pomp obiegowych	
2.3	Wymagania dla otulin rur miedzianych		5.5	Prowadzenie przewodów	
2.4	Wymagania dla łączników do rur miedzianych		5.6	Kompensacja	
2.4.1	Wymagania ogólne		5.7	Grzejniki	
2.4.2	Wymagania materiałowe		5.8	Stosowana armatura	
2.4.3	Stan powierzchni		5.9	Ogrzewanie podłogowe	
2.4.4	Znakowanie		5.9.1	Rury miedziane w osłonie do ogrzewania płaszczyznowego	
2.4.5	Łączniki do lutowania kapilarnego		6	Instalacje gazowe na paliwa gazowe	64
2.4.6	Łączniki zaciskowe		6.1	Wymagania ogólne	
2.4.7	Łączniki z końcówkami gwintowanymi		6.2	Obliczanie instalacji gazowej na paliwo gazowe, z miedzi	
2.4.8	Pakowanie, przechowywanie, transport		6.2.1	Wyznaczenie zapotrzebowania gazu	
2.4.8.1	Pakowanie		6.2.2	Straty ciśnienia	
2.4.8.2	Przechowywanie		6.2.2.1	Jednostkowe straty liniowe (R)	
2.4.8.3	Transport		6.2.2.2	Miejscowe straty ciśnienia (Z)	
2.5	Spojwa		6.2.2.3	Odzysk (strata) ciśnienia dla odcinków pionowych instalacji	
2.5.1	Luty do połączeń rur miedzianych		6.2.2.4	Sprawdzenie dopuszczalnego spadku ciśnienia w instalacji	
2.5.2	Pomocnicze materiały do spawania		6.3	Armatura odcinająca	
3	Podstawowe dane do projektowania instalacji z rur miedzianych	28	6.4	Prowadzenie przewodów	
3.1	Wytrzymałość na ciśnienie		6.5	Kompensacja	
3.2	Prowadzenie przewodów		6.6	Przeprowadzenie odbioru i przekazanie do eksploatacji	
3.3	Armatura i inne elementy instalacji		6.6.1	Przygotowanie do odbioru	
3.3.1	Stosowana armatura		6.6.2	Kontrola zgodności wykonania	
3.3.2	Opory miejscowe		6.6.3	Kontrola jakości wykonania	
3.4	Wydłużenia cieplne, kompensacja		6.6.4	Kontrola szczelności przewodów	
3.4.1	Wydłużenia cieplne		6.6.5	Uruchamianie instalacji gazowej	
3.4.2	Kompensacja		6.6.6	Zasady bhp i ppoż	
3.4.2.1	Uwagi ogólne		6.7	Wymagania eksploatacyjne	
3.4.2.2	Kompensacja naturalna		7	Rury miedziane do instalacji klimatyzacyjnych i chłodniczych	79
3.4.2.3	Elementy kompensujące		7.1	System rur i łączników ze stopów miedzi do wysokociśnieniowych zastosowań	
3.4.2.3.1	Kompensatory U-kształtowe		8	Rury miedziane do instalacji medycznych i próżni	82
3.4.2.3.2	Kompensatory osiowe		9	Rury miedziane do instalacji solarnych	83
3.5	Straty ciepła (izolacja)		10	Piśmiennictwo	87
3.6	Zalecane prędkości przepływu				

Informacje ogólne

1.1 Zakres wytycznych

Poradnik adresowany jest przede wszystkim do projektantów instalacji sanitarnych i inspektorów nadzoru budowlanego. Obejmuje szczegółowo zasady projektowania instalacji wykonywanych z rur miedzianych – instalacji wodociągowych zimnej i ciepłej wody użytkowej, instalacji ogrzewczych wodnych oraz instalacji gazowych na paliwa gazowe, chłodniczych, klimatyzacyjnych, gazów medycznych oraz próżni.

W pierwszej części poradnika przedstawione zostały wymagania w stosunku do podstawowych elementów z jakich wykonuje się instalacje z miedzi: rur, łączników – biorąc pod uwagę różne techniki łączenia rur miedzianych, a także w stosunku do materiałów pomocniczych – lutów, topników.

Przedstawione zostały ponadto właściwości użytkowe rur i łączników z miedzi, oraz podstawowe informacje dotyczące techniki wykonywania instalacji.

W drugiej części poradnika podano zasady projektowania instalacji – sposób wymiarowania, prowadzenia i mocowania przewodów, kompensacji i izolacji termicznej – w stosunku do instalacji wodociągowych, instalacji ogrzewczych – w tym centralnego ogrzewania grzejnikowego i podłogowego – jak i instalacji gazowych, chłodniczych, klimatyzacyjnych, gazów medycznych oraz próżni.

Projektantom, a także inspektorom nadzoru budowlanego polecamy materiały dotyczące specyfiki stosowania miedzi w instalacjach wodnych i gazowych na paliwa gazowe (rozdział 1.3) – szczególnie uwarunkowania stosowania rur miedzianych w instalacjach wodociągowych i ogrzewczych biorąc pod uwagę jakość wody i możliwości łączenia miedzi z innymi materiałami.

1.2 Podstawowe przepisy w zakresie zasad projektowania

Przepisy ani normy w Polsce nie określają sposobu opracowania projektu technicznego instalacji. Zgodnie z Prawem budowlanym [1], odrębnym przepisem [8] regulowane są jedynie zakres i zawartość dokumentacji budowlanej, niezbędnej do uzyskania pozwolenia na budowę. Instalacja, którą wykonano w obiekcie budowlanym powinna, zgodnie z art. 5 ust. 1 ustawy [1], zapewnić temu obiektowi możliwość spełnienia **wymagań podstawowych** dotyczących w szczególności:

- bezpieczeństwa konstrukcji,
- bezpieczeństwa pożarowego,
- bezpieczeństwa użytkowania,
- odpowiednich warunków higienicznych i zdrowotnych oraz ochrony środowiska,
- ochrony przed hałasem i drganiami,
- oszczędności energii i odpowiedniej izolacyjności cieplnej przegród.

Ponadto, instalacja powinna być wykonana zgodnie z projektem oraz przy spełnieniu we właściwym zakresie wymagań przepisu techniczno – budowlanego¹ wydanego w drodze rozporządzenia [2], zgodnie z art. 7 ust. 2 ustawy Prawo budowlane [1], z uwzględnieniem ewentualnych odstępstw udzielonych od tych przepisów w trybie przewidzianym w art. 8 tej ustawy, a także zgodnie z zasadami wiedzy technicznej. W budynkach istniejących lub ich części, w przypadku nadbudowy, przebudowy i zmianie użytkowania, zgodnie z § 2 ust. 2 rozporządzenia [2], spełnienie wymagań wymienionych w przepisie techniczno – budowlanym jest możliwe także w inny sposób, stosownie do wskazań ekspertyzy technicznej właściwej jednostki badawczo – rozwojowej albo rzeczoznawcy budowlanego oraz do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych, uzgodnionych z właściwym komendantem wojewódzkim Państwowej Straży Pożarnej lub państwowym wojewódzkim inspektorem sanitarnym, odpowiednio do przedmiotu tej ekspertyzy.

¹ Łącznie z wymaganiami zawartymi w polskich normach, a przywołanymi tym przepisem.

Ponadto zgodnie z art. 5 ust. 1 ustawy [1], instalacja powinna być wykonana, przy wzięciu pod uwagę przewidywanego okresu użytkowania, w sposób umożliwiający zapewnienie jej prawidłowego użytkowania zgodnego z przeznaczeniem obiektu i założeniami projektu budowlanego tej instalacji oraz we właściwym zakresie zgodnych z wymaganiami przepisów techniczno – budowlanych dotyczących warunków technicznych użytkowania obiektów budowlanych, wydanych w drodze rozporządzeń, zgodnie z art. 7 ust. 3 ustawy Prawo budowlane [1] (dla budynków mieszkalnych zgodnie z wymaganiami rozporządzenia [3]), a także zgodnie z zasadami wiedzy technicznej.

W związku z tym zaleca się:

- projektowanie w budynku instalacji z użyciem tych samych materiałów i technologii łączenia dla uniknięcia pomyłek w wykonawstwie,
- już na etapie projektowania wybranie jednego, określonego systemu przewodów, który powinien obejmować kompletny asortyment łączników, a także elementów pozwalających na przyłączenie aparatów, armatury i urządzeń oraz przejście na istniejące przewody z innych materiałów (w dopuszczalnym zakresie); wybrany system powinien obejmować lub wskazywać precyzyjnie: zalecane narzędzia, materiały uszczelniające i pomocnicze, elementy podwieszenia, mocowania itp.
- eliminowanie w fazach projektowania i nadzoru autorskiego, wykorzystywania materiałów podstawowych (rur i łączników) oraz materiałów pomocniczych (luty, topniki) nie dopuszczonych do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie,
- zalecenie wykonawcy instalacji zastosowania się w robotach do szczegółowych instrukcji zawartych w poradniku [13],
- zwrócenie szczególnej uwagi przy rutynowym zbieraniu informacji dotyczących źródła wody: jakość jej powinna odpowiadać wymaganiom określonym w rozporządzeniu w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [4], a także zaleceniom opracowanym przez COBRTI INSTAL, które wraz z oceną jakości wód przekazywane są przedsiębiorstwom wodociągowym [14]; jest to ważne nie tylko z sanitarno – higienicznego punktu widzenia, ale również jest istotne dla trwałości instalacji miedzianej; korozja wszystkich instalacji metalowych nie może być całkowicie wykluczona, ryzyko jej powinno być jednak zmniejszone przez świadomy wybór miedzi jako materiału przewodów w konkretnych warunkach eksploatacji,
- umieszczanie w projekcie technicznym dokładnych postanowień co do rozmieszczania elementów decydujących o poprawności pracy przewodów instalacji (np. rozmieszczenie punktów stałych i elementów kompensujących wydłużenia cieplne przewodów, połączeń rozłącznych, itp.)

1.3 Specyfika miedzi jako materiału instalacji wodnych i gazowych na paliwa gazowe

1.3.1 Wprowadzenie

Wyboru miedzi jako materiału do wykonania instalacji dokonuje się kierując się przede wszystkim zachowaniem trwałości i sprawności instalacji w warunkach jej pracy.

1.3.2 Zasady wyboru miedzi jako materiału instalacji wodociągowych

W przypadku instalacji wodociągowych problem trwałości i sprawności instalacji jest szczególnie istotny – materiał instalacyjny styka się z wodą wodociągową, która podlega uzdatnianiu jedynie pod względem sanitarnym zachowując swoją agresywność korozyjną w stosunku do materiałów metalicznych.

Inwestor czy projektant instalacji przed podjęciem decyzji co do wyboru materiału instalacyjnego winien uzyskać informacje czy woda wodociągowa zasilająca budynek ma własności agresywne w stosunku do materiału z jakiego projektuje wykonanie instalacji.

Informacje takie projektant powinien uzyskać w odpowiednim przedsiębiorstwie wodociągowym a w przypadku niemożności uzyskania takiej informacji powinien zwrócić się do wyspecjalizowanej jednostki o podanie tych informacji po uprzednim przedstawieniu składu fizykochemicznego wody w wymaganym zakresie.

W 2001 r. wydane zostały materiały informacyjne dotyczące stopnia agresywności korozyjnej wód wodociągowych i zalecanych materiałów instalacyjnych w 52 miastach w kraju [14]. Właściwy dobór materiału instalacji wodociągowych to nie tylko zapewnienie trwałości projektowanej instalacji, ale również zabezpieczenie wody przed wtórnym jej zanieczyszczeniem a więc utrzymanie odpowiedniej jakości wody – do czego zobowiązuje inwestora czy też zarządcę budynku ustawa o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę [3], a także rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [4].

Miedź jest materiałem o wysokiej odporności korozyjnej w kontakcie z wodą wodociągową i przy zachowaniu wszystkich wymagań materiałowych, projektowych i wykonawczych zapewnia instalacjom z niej wykonanych wysoką trwałość użytkowania. Ograniczenia jakie stawiane są wodzie zasilającej instalacje z miedzi dotyczą jedynie konieczności spełnienia wymagań sanitarnych w stosunku do wody dostarczanej odbiorcom tzn. zawartości jonów miedzi, która nie może przekraczać 2 mg Cu²⁺/l [4].

Wymagania jakie stawiane są wodzie wodociągowej zasilającej instalacje wykonane z miedzi odnoszą się do odczynu pH, zawartości jonów azotanowych ($C_{NO_3^-}$) i jonów siarczanowych ($C_{SO_4^{2-}}$) oraz zasadowości ogólnej $Z_{ogólna}$. Liczbowe wskaźniki dot. powyższych parametrów, które musi spełnić woda aby mogła zasilać instalacje wodociągowe z miedzi, wynoszą:

$$pH > 7$$

$$C_{NO_3^-} < 30 \text{ mg/l}$$

$$\frac{Z_{ogólna}}{C_{SO_4^{2-}}} > 2$$

1.3.3 Zasady wyboru miedzi materiału instalacji ogrzewczych

Przewodom z miedzi pracującym w instalacjach ogrzewczych, korozja praktycznie nie zagraża – oczywiście pod warunkiem spełnienia wymagań jakościowych przez wodę instalacyjną określonych w polskiej normie PN-C-04607. Pewnym problemem eksploatacyjnym jest utrzymanie odpowiedniej jakości wody w instalacji ogrzewczej w układzie miedź – stal, np. w instalacji wykonanej z rur miedzianych z grzejnikami stalowymi (najczęściej spotykany układ materiałowy). Zgodnie z powyższą normą PN-C-04607 instalacja taka może pracować jedynie w systemie

zamkniętym a gdy suma stężenia jonów chlorkowych i siarczanowych ($C_{Cl^-} + C_{SO_4^{2-}}$) będzie większa od 50 mg/l wymagana jest ochrona przeciwkorozyjna instalacji przy zastosowaniu inhibitorów korozji.

Inhibitory korozji mają za zadanie ochronę przeciwkorozyjną stalowych grzejników (czy też innych elementów stalowych), które w kontakcie z wodą instalacyjną zawierającą jony miedzi mogą ulegać intensywnej korozji wżerowej powodując jednocześnie zanieczyszczenie wody instalacyjnej produktami korozji żelaza.

Skutki tej korozji to perforacje grzejników stalowych, ale też zapychanie się zaworów termostatycznych przenoszonymi przez wodę produktami korozji żelaza.

Obowiązkiem projektanta jest dobranie odpowiedniego inhibitora korozji spośród dopuszczonych w tym zakresie do stosowania w budownictwie (układ stal – miedź), określenie sposobu jego dozowania, zgodnie z zasadami proponowanymi przez producentów bądź specjalistyczne przedsiębiorstwo zajmujące się ochroną inhibitorową instalacji.

Podobne zastrzeżenia wnoszone są do układu miedź – aluminium (np. przewody miedziane – grzejniki aluminiowe) jako że aluminium nawet w większym stopniu niż stal jest wrażliwe na oddziaływanie jonów miedzi znajdujących się w wodzie instalacyjnej. Do układu tego należy stosować odpowiednie dla tego układu inhibitory korozji.

1.3.4 Zasady wyboru miedzi jako materiału instalacji gazowych na paliwa gazowe

Instalacje gazowe na paliwa gazowe mogą być wykonane z przewodów z miedzi łączonych poprzez lutowanie lutem twardym, lub złączki zaprasowywane, pod warunkiem że nie jest to niezgodne z wymaganiami rozporządzenia [2]. Zgodnie z tym rozporządzeniem przewody z miedzi lutowane lutem twardym mogą być stosowane w budynkach mieszkalnych jednorodzinnych, zagrodowych i rekreacji indywidualnej od wyprowadzenia tych przewodów przez ścianę zewnętrzną poza lico wewnętrzne, a także w pozostałych budynkach za gazomierzami lub odgałęzieniami prowadzącymi do odrębnych mieszkań lub lokali użytkowych (§ 163 ust. 3 i 4 rozporządzenia [2]).

Przewody gazowe wykonane z miedzi nie mogą być prowadzone po zewnętrznej stronie ściany budynku (§ 163 ust. 5 pkt. 2 rozporządzenia [2]) i w garażach (§ 281 rozporządzenia [2]).

1.3.5 Warunki łączenia z innymi materiałami

Naturalną zasadą jaką powinni kierować się inwestorzy, projektanci i wykonawcy instalacji przy wyborze materiału w projektowaniu i wykonywaniu instalacji to maksymalna jednorodność materiałowa. Pozwala to nie tylko na stosowaniu jednolitej technologii wykonywania instalacji, ale również pozwala na unikanie negatywnych skutków jakie wynikają z niewłaściwego łączenia różnych materiałów instalacyjnych. Dotyczy to również miedzi, która ze względu na swoje własności elektrochemiczne tworzy ogniwa korozyjne ze stalą (stalą ocynkowaną). Ogniwa te powstają przy bezpośrednim połączeniu obu tych metali o ile nie zostaną zastosowane odpowiednie przekładki izolacyjne (dielektryczne).

Negatywne oddziaływanie przewodów z miedzi na przewody ze stali (stali ocynkowanej) dotyczy również – a może przede wszystkim – oddziaływania jonów miedzi znajdujących się w przepływającej wodzie na wewnętrzne powierzchnie przewodów ze stali (stali ocynkowanej).

Jony miedzi (Cu^{2+}) przechodzą do wody w wyniku korozji równomiernej stykających się z tą wodą, wewnętrznych powierzchni przewodów miedzianych i osadzają się na powierzchni stali (stali ocynkowanej) w postaci metalicznych wtrąceń miedzi powodując powstanie lokalnych mikroogniw korozyjnych, co intensyfikuje korozję wżerową przewodów stalowych znacznie skracając ich żywotność.

Biorąc powyższe ograniczenia wprowadzono bardzo ostre wymagania w stosunku do zawartości jonów miedzi w wodzie, która wpływać może do instalacji czy jej fragmentów wykonywanych ze stali (stali ocynkowanej). Maksymalna ilość jonów Cu^{2+} może wynosić 0,06 mg Cu^{2+} /l (wg PN-EN 12502-5).

W praktyce oznaczona to, iż nie należy instalować przewodów ze stali (stali ocynkowanej) za przewodami z miedzi a – wyrażając to bardziej precyzyjnie – przewodów ze stali (stali ocynkowanej) nie należy instalować wtedy gdy istnieje możliwość wprowadzenia do nich wody zawierającej jony miedzi w ilościach mogących intensyfikować korozję. Zasady te podaje zarówno polska norma dotycząca wymagań w projektowaniu instalacji wodociągowych PN-EN 1717 jak i normy zagraniczne DIN 1988-7 oraz DIN 50930-2.

Z doświadczeń autorów tego poradnika wynika również, iż niekorzystne jest połączenie przewodów ze stali (stali ocynkowanej) z przewodami z miedzi, gdy przewody stalowe znajdują się przed przewodami z miedzi biorąc pod uwagę kierunek przepływu wody. W sytuacji, gdy woda wodociągowa jest agresywna korozyjnie w stosunku do stali ocynkowanej, przewody stalowe będą korodowały tworząc produkty korozji żelaza, które przenoszone będą do przewodów z miedzi. Przenoszenie produktów korozji żelaza do przewodów z miedzi to wprowadzenie cząstek stałych, które osadzają się na powierzchni miedzi i zapoczątkowują mogą korozję wżerową miedzi (dlatego też na wejściu do instalacji wodociągowej z miedzi obowiązkowo należy instalować filtr mechaniczny o zdolności zatrzymywania cząstek większych niż 80 μm).

Rozważania powyższe dotyczą instalacji wodociągowych – w instalacjach centralnego ogrzewania dopuszcza się łączenie innych materiałów (stali, aluminium), ale pod rygorem utrzymania wymagań Polskiej Normy PN-C-04607, które to warunki omówiono w pkt. 1.3.2.

Nie ma zasadniczych przeciwwskazań przy łączeniu przewodów z miedzi z przewodami z tworzyw sztucznych, niezależnie od rodzaju tworzywa.

Dopuszczone jest również łączenie miedzi z przewodami, czy urządzeniami wykonywanymi ze stali odpornych na korozję, jakie dopuszczone są do stosowania w instalacjach wodociągowych i ogrzewczych.

W przypadku instalacji gazowych na paliwa gazowe nie ma – ze względu na ewentualne zjawiska korozji- ograniczeń łączenia miedzi z innymi metalami.

2 Wymagania dla elementów instalacji wodociągowych, ogrzewczych i gazowych na paliwa gazowe, wykonywanych z miedzi.

2.1 Wymagania ogólne

Poniżej przedstawiono podstawowe wymagania dla rur, łączników i spoiw stosowanych do wykonywania instalacji z miedzi: instalacji wodociągowych, ogrzewczych i gazowych na paliwa gazowe.

Spełnienie nakładanych na te wyroby wymagań zapewnia zachowanie odpowiedniej trwałości każdego elementu instalacji w warunkach jej pracy i umożliwia poprawny montaż całej instalacji, a przede wszystkim – odpowiednią jakość połączeń.

Wyroby, z których wykonana jest instalacja, powinny niezależnie od ich producenta, odpowiadać wymaganiom określonym w poniżej wymienionych dokumentach, co pozwoli na ich uniwersalne stosowanie w każdej z wymienionych powyżej instalacji.

Potwierdzeniem spełnienia wymagań określonych odpowiednimi normami czy aprobatami technicznymi, zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami jest:

- oznakowanie wyrobu znakiem CE co oznacza, że dokonano oceny jego zgodności z normą zharmonizowaną albo europejska aprobata techniczną uznaną przez Komisję Europejską za zgodną z wymaganiami podstawowymi, bądź
- oznakowanie znakiem budowlanym co oznacza, że producent wyrobu dokonał oceny zgodności z Polską Normą wyrobu albo z aprobatą techniczną i za zgodność bierze odpowiedzialność.

Oznakowanie wyrobu takim znakiem potwierdza, iż wyrób nadaje się do stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych, a tym samym może być wprowadzony do obrotu.

Dla rur miedzianych dokumentem odniesienia w stosunku, do którego certyfikat lub deklaracja potwierdza zgodność jest Polska Norma PN-EN 1057.

Dla łączników do rur miedzianych dokumentem odniesienia jest Polska Norma PN-EN 1254. Wyjątkiem są jedynie łączniki zaprasowywane i samozaciskowe, dla których powyższa norma nie precyzuje dotychczas wymagań (stan w 2003 r.) a dokumentem odniesienia będą aprobaty techniczne wydawane dla każdego producenta tych łączników.

W stosunku do lutowia czy topników dokumentem odniesienia są również odpowiednie Polskie Normy – podane zostały w rozdziale 2.4.

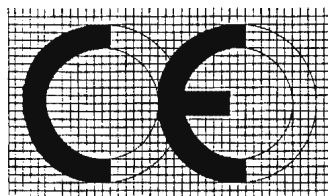
Ponadto, dla wyrobów (rur, łączników, lutowia) stykających się z wodą przeznaczoną do spożycia przez ludzi wymagany jest Atest Higieniczny wydawany przez Państwowy Zakład Higieny. Dotyczy to praktycznie wszystkich wyrobów, w stosunku do których przedstawiono wymagania w niniejszym poradniku biorąc pod uwagę uniwersalność stosowania tych wyrobów.

W kraju do wydawania aprobat technicznych w zakresie wyrobów stosowanych w instalacjach sanitarnych i ogrzewczych upoważniony został (decyzją Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji) Instytut Techniki Budowlanej. W zakresie wyrobów stosowanych w instalacjach gazowych na paliwo gazowe, Instytut Górnictwa Naftowego i Gazownictwa [6].

Instytut Techniki Budowlanej jest również jednostką akredytowaną w zakresie prowadzenia certyfikacji wyrobów jakie służą do wykonywania instalacji z miedzi. Obecnie w Polsce obowiązuje system europejski – wyroby oznaczone znakiem CE (rys. 2.2) są dopuszczone do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie (nadal funkcjonuje oznakowanie wyrobów znakiem budowlanym B – rys. 2.1). System ten to również certyfikat zgodności lub deklaracja zgodności (przy udziale strony trzeciej lub bez jej udziału) z dokumentami odniesienia: Europejską Normą Zharmonizowaną PN – ENh lub Europejską Aprobata Techniczną – (ETA) lub krajową specyfikacją techniczną (Aprobata Techniczną) państwa członkowskiego Unii Europejskiej uznaną przez Komisję Europejską za zgodną z wymaganiami podstawowymi.



Rys. 2.1 Wzór znaku budowlanego



Rys. 2.2 Wzór znakowania CE

2.2 Wymagania dla rur miedzianych

2.2.1 Wymagania ogólne

Rury z miedzi do instalacji ciepłej i zimnej wody użytkowej, instalacji ogrzewczych (w tym także rury do ogrzewania płaszczyznowego) a także instalacji gazowych na paliwo gazowe, posiadają szczególne własności w stosunku do rur miedzianych przeznaczonych do innych zastosowań.

Te szczególne własności dotyczą: składu chemicznego miedzi, wymiarów rur i zachowania koniecznych tolerancji wymiarowych, własności mechanicznych rur oraz jakości ich powierzchni wewnętrznych. Te szczególne własności zapewniają instalacjom wykonanym z tych rur oczekiwaną trwałość, a także łatwość wykonywania samych instalacji.

Wszystkie wymagania dla rur w instalacjach sanitarnych przedstawione zostały w Polskiej Normie PN-EN 1057. Poniżej przedstawiono wymagania dla rur miedzianych najbardziej istotne z punktu widzenia techniki łączenia i trwałości instalacji wykonywanych z tych rur.

Rury dla instalacji wodnych i gazowych na paliwo gazowe, produkowane są w trzech stanach materiału: twardym, półtwardym i miękkim (wyżarzonym). Stany te różnią się własnościami mechanicznymi i w różny sposób są oznakowane.

Rury oznakowane są zgodnie z normą PN-EN 1057 następująco: stan miękki R – 220, stan półtwardy R – 250, stan twardy R – 290.

Rury w stanie miękkim produkowane są do średnicy 54 mm, a zakresie średnic od 6 do 22 mm dostarczane są w postaci kręgów, w których długość rur może wynosić 25 m lub 50 m, a średnica kręgu od 500 do 900 mm.

Rury w stanie półtwardym o średnicach od 12 do 108 mm produkowane są w odcinkach prostych o długości 5 m. Rury w stanie twardym o średnicach do 133 mm produkowane są w odcinkach prostych o długości 5 m, a o średnicach 159 mm, 219 mm i 267 mm w odcinkach 3 i 5 m.

Rury miedziane dla instalacji sanitarnych dostarczane są na rynek również w postaci preizolowanej – w otulinie z tworzyw sztucznych lub w izolacji termicznej. Wymagania w stosunku do otulin i izolacji termicznej podano w dalszej części rozdziału.

Poniżej przedstawiono jedynie najbardziej istotne własności rur miedzianych umożliwiające ich stosowanie w instalacjach wodnych i gazowych na paliwa gazowe.

2.2.2 Skład chemiczny miedzi.

Rury muszą być wykonane z miedzi odtlenionej fosforem zawierającej:

$$\text{Cu} + \text{Ag} > 99,90 \% (\text{Cu} - \text{miedź}, \text{Ag} - \text{srebro})$$

$$0,015 \% < \text{P} < 0,040 \% (\text{P} - \text{fosfor})$$

Gatunek ten oznaczony jest symbolem Cu–DHP lub CW 024A. Spotykane jest również oznaczenia miedzi odtlenionej fosforem symbolem: SF–Cu (wg DIN 1787)

2.2.3 Wymiary.

Wymagania wymiarowe rur dotyczą średnicy zewnętrznej rur (średnica nominalna) i grubości ścianek rur. Wymagania w tym zakresie są inne dla rur przeznaczonych do stosowania w instalacjach wodociągowych (cieplej i zimnej wody) i gazowych na paliwa gazowe, inne dla rur stosowanych w instalacjach ogrzewczych. Polska Norma PN-EN 1057 określa ten zakres szeroko (tablica 2.1), jednak dla zachowania prawidłowego funkcjonowania instalacji wodociągowych, gazowych na paliwa gazowe i ogrzewczych, konieczne jest ograniczenie zakresu średnic i grubości ścianek podanych w normie do zalecanego w tablicach 2.2. i 2.3.

Tablica 2.1

Średnice zewnętrzne (nominalne) i grubości ścianek rur miedzianych wg PN-EN 1057 (cały zakres zastosowań przewidzianych normą)

Średnica zewnętrzna (nominalna) mm	Grubości ścianek 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; 1,2; 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

⁾ rury nie zalecane w normie PN-EN 1057

Tablica 2.2

Wymiary rur miedzianych do instalacji wodociągowych i instalacji gazowych na paliwo gazowe

Średnice zewnętrzne (nominalne) mm	Grubości ścianek mm
10; 12; 15; 18	1,0
22; 28	1,2; 1,5
35; 42	1,5
54	2,0
64	2,0
76,1	2,0
88,9	2,0
108	2,5
133; 159; 219; 267	3,0

Tablica 2.3

Wymiary rur miedzianych do instalacji ogrzewczych

Średnice zewnętrzne (nominalne) mm	Grubość ścianek mm
8; 10; 12; 14 ⁾ ; 15; 18	0,8; 1,0
22	0,9; 1,0; 1,2; 1,5
28	1,0; 1,2; 1,5
35; 42	1,2; 1,5
54	1,2; 1,5; 2,0
64	2,0
76,1	1,5; 2,0
88,9	2,0
108	1,5; 2,5
133	1,5; 3,0
159	2,0; 3,0
219; 267	3,0

⁾ rury do instalacji ogrzewczych płaszczyznowych

Jednocześnie w tabelicy 2.4 podano tolerancje (dopuszczalne odchyłki) średnicy zewnętrznej rur miedzianych a w tabelicy 2.5 tolerancje (dopuszczalne odchyłki) grubości ścianek rur.

Tablica 2.4 Tolerancje średnicy zewnętrznej miedzianych rur instalacyjnych

Średnica zewnętrzna (nominalna) d	Tolerancje średnicy zewnętrznej		
	Odnosnie do średniej średnicy ¹⁾	Odnosnie do każdej średnicy ²⁾	
		wszystkie stany	stan R290 (twardy)
mm	mm	mm	mm
$8 \leq d \leq 18$	$\pm 0,04$	$\pm 0,04$	$\pm 0,09$
$18 < d \leq 28$	$\pm 0,05$	$\pm 0,06$	$\pm 0,10$
$28 < d \leq 54$	$\pm 0,06$	$\pm 0,07$	$\pm 0,11$
$54 < d \leq 76,1$	$\pm 0,07$	$\pm 0,10$	$\pm 0,15$
$76,1 < d \leq 88,9$	$\pm 0,07$	$\pm 0,15$	$\pm 0,20$
$88,9 < d \leq 108$	$\pm 0,07$	$\pm 0,20$	$\pm 0,30$
$108 < d \leq 159$	$\pm 0,20$	$\pm 0,70$	$\pm 0,40$
$159 < d \leq 267$	$\pm 0,60$	$\pm 1,50$	-

¹⁾ Rozumianej jako średnia arytmetyczna dwu dowolnych, położonych prostopadle do siebie średnic na jednym przekroju poprzecznym rury
²⁾ Łącznie z owalnością.
UWAGA: Do rur w stanie miękkim R220 (wyżarzonym) stosują się tylko tolerancje odniesione do średniej średnicy.

Tablica 2.5 Tolerancja grubości ścianki miedzianej rury instalacyjnej

Średnica zewnętrzna (nominalna) rury	Tolerancje grubości ścianki e	
	e < 1 mm	e ≥ 1 mm
mm	%	%
< 18	± 10	± 13
≥ 18	± 10	$\pm 15^{1)}$

¹⁾ $\pm 10\%$ dla rur w stanie R250 (półtwardym) o średnicach 35 mm, 42 mm i 54 mm o grubości ścianki 1,2 mm.

Wymagania jakie nałożone są na rury instalacyjne w zakresie tolerancji wymiarowych nie są uzależnione od przeznaczenia rur i obejmują wszystkie zastosowania instalacyjne (instalacja wodociągowa – instalacja ogrzewcza – instalacja gazowa na paliwa gazowe)

2.2.4 Jakość powierzchni.

Wymagania te, istotne z punktu widzenia trwałości rur, dotyczą czystości powierzchni wewnętrznych i zewnętrznych w stosunku do zanieczyszczeń mechanicznych jakie mogą być na wewnętrznej powierzchni rur oraz obecności węgla na tych powierzchniach.

Zarówno zewnętrzne jak i wewnętrzne powierzchnie rur muszą być gładkie i czyste, bez rys, pęknięć czy innych defektów powstałych w procesie produkcji. Na wewnętrznych powierzchniach rur nie mogą się również znaleźć jakiegokolwiek zanieczyszczenia mechaniczne takie jak wióry, piasek itp.

Dopuszczalne ilości węgla, czy to w postaci węgla resztkowego pozostałego po spalaniu – rury miękkie (wyżarzane) i półtwarde – czy węgla potencjalnego (rury w stanie twardym posiadające na wewnętrznych powierzchniach smary), przedstawiono w tabelicy 2.6.

Tablica 2.6 Dopuszczalna ilość węgla na wewnętrznych powierzchniach miedzianych rur instalacyjnych

Średnica zewnętrzna (nominalna)	Stan materiału	Węgiel resztkowy ¹⁾	Węgiel potencjalny ¹⁾	Węgiel całkowity ¹⁾	Próba filmu węglowego
mm	-	mg/dm ²	mg/dm ²	mg/dm ²	-
Od 10 do 54 włącznie	R220 (wyżarzony)	0,20	-	0,20	tak
	R250 (półtwardy)	0,20	-	-	tak
	R290 (twardy)	-	0,20	-	tak
Powyżej 54	R250 (półtwardy)	0,20	-	-	tak
	R290 (twardy)	-	1,0	-	nie

¹⁾ definicja zgodna z PN-EN 723

Badania zawartości węgla przeprowadza producent wyrobu (rury) a także jednostka certyfikująca wyrób, tak więc rury, które posiadają dopuszczenie do stosowania w budownictwie powinny spełniać to wymaganie.

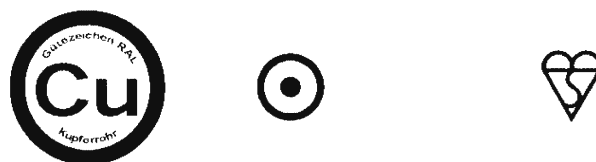
2.2.5 Oznaczanie rur miedzianych.

Każda rura miedziana winna być oznaczona (cechowana) trwale, napisem umieszczonym wzdłuż rury, który powinien zawierać:

- numer normy wg której jest wykonana rura, tzn. PN-EN 1057,
- gatunek miedzi: Cu-DHP,
- wymiary: średnica zewnętrzna (nominalna) x grubość ścianki, w milimetrach, twardość: stan wyżarzony R 220, stan półtwardy R 250, stan twardy R 290,
- nazwa producenta
- kraj pochodzenia,
- znak CE i numer aprobaty technicznej
- w przypadku gdy jest to stan półtwardy znak I I I,
- znak identyfikacyjny producenta,
- data produkcji: kwartał (I ÷ IV) i rok lub miesiąc (1 ÷ 12) i rok.

Napis powinien być umieszczony w trwały sposób na całej długości rury w powtarzalnych odstępach nie większych niż 600 mm dla rur o średnicach od 8 do 54 mm, a dla pozostałych średnic co najmniej na końcach rur.

Spotykane są również oznaczenia jakościowe przyznawane przez odpowiednie krajowe organizacje: np. niemiecki RAL lub angielski BSI (rys. 2.3.1).



Rys. 2.3.1 Oznaczenie jakościowe rur miedzianych – znak RAL i BSL



Rys.2.3.2 Przykład oznaczania rury miedzianej.

Wymaganie w zakresie znakowania jako łatwe do sprawdzenia mogą być kontrolowane, zarówno na etapie zakupu (dostawy) rury jak i po jej zamontowaniu.

2.2.6 Pakowanie, magazynowanie rur.

Rury w odcinkach prostych w stanie twardym i półtwardym powinny być pakowane. Rury w stanie półtwardym powinny być pakowane w wiązkach po maksimum 10 sztuk (masa jednej wiązki nie może przekraczać 100 kg). Do wiązania rur należy używać taśmy samoprzylepnej (wiązanie rur należy wykonywać w trzech miejscach).

Rury o różnych średnicach można pakować tylko w oddzielnych wiązkach.

Rury miękkie (wyżarzone) w kręgach pakuje się w kartony. Masa jednego opakowania rur w kręgach nie powinna przekraczać 50 kg. Zaleca się, aby końce rur były zabezpieczone zaślepkami z tworzywa sztucznego uniemożliwiającymi przedostawanie się zanieczyszczeń do wnętrza rury. Do każdego opakowania producent winien przymocować przywieszkę zawierającą:

- nazwę wytwórcy,
- stan kwalifikacyjny,
- wymiary,
- numer partii,
- masę netto i brutto,

a także świadectwo jakości producenta.

Pomieszczenia, w których przechowywane są rury powinny być czyste, bez szkodliwych oparów. Rozmieszczenie rur powinien eliminować możliwość ich uszkodzeń mechanicznych np. przez przypadkowe nadeptanie.

2.2.7 Rury z powłoką cynową.

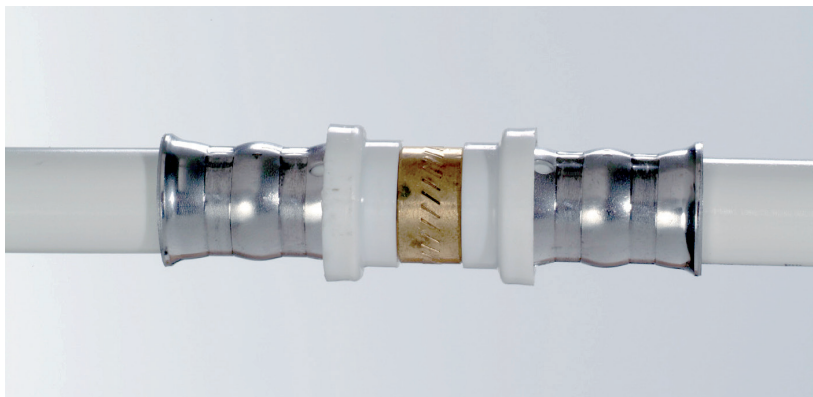
Rury miedziane z cynowaną powierzchnią wewnętrzną (w odcinkach – rury o średnicach od 12 do 108 mm; w kręgach – rury o średnicach od 12 do 22 mm) przeznaczone są przede wszystkim dla instalacji wodociągowych. Powłoka cynowa stanowi dodatkowe zabezpieczenie przed przechodzeniem jonów miedzi do wody wodociągowej. Rury te spełniać muszą wszystkie wymagania zawarte w normie PN-EN 1057, a w stosunku do powłoki cynowej (w tym zakresie brak jest wymagań w powyższej normie) wymagania te można przedstawić następująco: grubość warstwy powinna wynosić co najmniej 1 µm (rury cynowane chemicznie) lub 4 µm (rury cynowane ogniowo).

Skład chemiczny warstwy cyny musi spełniać warunek: $Sn + Cu > 99\%$

2.2.8 Cienkościenne rury miedziane z trwale zespoloną osłoną z tworzywa sztucznego.

Innowacyjna rura dwuwarstwowa, składająca się z cienkościennej rury miedzianej trwale zespolonej z osłoną z polietylenu PE-RT, posiada znakomite właściwości plastyczne. Charakteryzuje się łatwym montażem i obróbką, łuki nawet o niewielkich promieniach można wykonywać ręcznie bez użycia giętarki (taka sama łatwość gięcia we wszystkich kierunkach). Operacja cięcia nie wymaga stosowania piły lub obcinaka, rurę można ciąć nożycami. Usuwanie zadziorów i kalibrowanie odbywa się w jednym kroku.

Do łączenia rur stosuje się złączki zaprasowywane z podwójnym elementem zaciskowym – oringi z EPDM. Do łączenia mogą być stosowane złączki systemowe producentów cienkościennych rur miedzianych, jak i innych powszechnie stosowanych na rynku złączy zaprasowywanych z systemów tworzywowych (do zaciskarek z konturem TH).



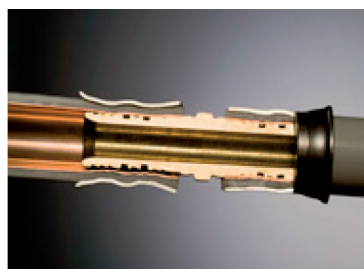
Rys. 2.4 Połączenie zaprasowywane z konturem TH



Rys. 2.5 Szczęki – kontur TH

Technika łączenia opiera się na złączkach metalowych i metalowej rurze rdzeniowej z miedzi, rezultatem tego jest:

- wysoka wytrzymałość mechaniczna z dopuszczalnymi ciśnieniami roboczymi ponad 30 bar (również w wysokich temperaturach),
- wysoka niezawodność połączenia dzięki małym tolerancjom wymiarowym bezszwowo ciągniętej rury miedzianej i korpusu metalowego złączki (metal/metal – dwa elementy uszczelniające – oringi – osadzone pomiędzy powierzchniami metalowymi – brak oznak starzenia – zasada uszczelnienia taka sama jak w przypadku zaprasowywanych złączkach miedzianych).



Rys. 2.6, 2.7 Przekroje połączenia zaprasowanego miedzianych rur cienkościennych

Cienkościenne rury miedziane mogą być stosowane w instalacjach:

- zimnej i ciepłej wody użytkowej,
- centralnego ogrzewania,
- ogrzewania i chłodzenia płaszczyznowego,
- pomp ciepła woda/glikol lub spiritus – dolne źródło.

Rdzeniowa rura miedziana spełnia wymagania normy PN-EN 1057, rury stosowane na runku polskim muszą posiadać atest DVGW, a także Aprobatę Techniczną ITB i Atest Higieniczny PZH.

Tablica 2.7 Parametry techniczne cienkościennych rur miedzianych z trwale zespoloną osłoną z tworzywa sztucznego.

Wymiar		14 x 2	16 x 2	18 x 2	20 x 2	26 x 3
Średnica zewnętrzna z osłoną	mm	14	16	18	20	26
Grubość warstwy osłony	mm	1,70	1,65	1,65	1,50	2,50
Grubość ścianki rury miedzianej	mm	0,30	0,35	0,35	0,50	0,50
Stan materiału wg PN-EN 1057		R220	R220	R220	R220	R220
Dop. ciśnienie pracy przy 100°C	bar	33	32	28	34	28
Ciężar całkowity	kg/m	0,147	0,189	0,215	0,311	0,451
Forma dostawy		kręgi				
Długość kręgu	m	100	100	100	50	50
Przykładowe ilości na palecie	m	1000	1000	1000	750	750
Promień gięcia przy użyciu giętarki	mm	50	55	72	80	88
Promień gięcia ręcznego	mm	70	80	110	140	180
Poziome odległości mocowania	m	1,2	1,2	1,3	1,3	1,7
Pionowe odległości mocowania	m	1,55	1,55	1,7	1,7	2,2
Pojemność wodna	l/m	0,079	0,113	0,154	0,201	0,314
Długość rury przy 3 l pojemn. wodnej	m	38,0	26,5	19,5	14,9	9,5
Materiał rury rdzeniowej		Czysta miedź Cu-DHP wg PN-EN 1057				
Chropowatość powierzchni wewn.	µm	≤ 1,5				
Współczynnik rozszerzalności cieplnej	mm/mK	0,017				
Tworzywo osłony		PE-RT				
Współczynnik przewodności cieplnej	W/mK	0,35				
Kolor osłony		biały (odpowiada RAL 9010)				
Klasa palności		DIN 4102-B2 względnie DIN EN 13501-1 E				
Max. temperatura dla pracy ciągłej	°C	95	95	95	95	95
Zalecane maks. długości obiegów grzewcz. dla ogrzewania płaszczyzn.	m	80-100	100-120	120-150	150-170	-

2.3 Wymagania dla otulin rur miedzianych.

Rury miedziane do instalacji mogą być dostarczane w izolacji cieplnej lub w otulinie.

Rury w izolacji cieplnej stosowane mogą być w instalacjach ogrzewczych i w instalacjach wodociągowych, szczególnie ciepłej wody. Izolacja może być wykonywana z pianki kauczukowej, polietylenowej lub poliuretanowej. Izolacja cieplna stanowi odrębny wyrób, który musi posiadać odrębne dopuszczenie do obrotu i stosowania w budownictwie.

Rury w otulinie mogą być używane do wszystkich zastosowań rur miedzianych. Otulina jest ściśle przylegającą do rury warstwą tworzywa sztucznego o grubości 1 ÷ 3 mm. Otulina stanowi ochronę przed uszkodzeniami mechanicznymi. Rury z otuliną zalecane są do prowadzenia przewodów pod tynkiem, otulina stanowi również pewną izolację cieplną, np. zapobiega wykrapaniu się wody bezpośrednio na rurach, a także izolację dźwiękową. Otuliny mogą być wykonywane z dowolnego tworzywa sztucznego pod warunkiem, że tworzywa te oraz wydzielające się z nich w czasie eksploatacji składniki nie działają szkodliwie na miedź. Muszą być także odporne na działania oczekiwanych temperatur roboczych.

Informację, z jakiego materiału jest wykonana otulina, powinien zawierać dokument odniesienia dopuszczenia do obrotu i stosowania w budownictwie.

Stosowane są dwa typy otulin:

- obustronnie gładkie,
- profilowane – z kanalikami od strony rury.

W tabelicy 2.8 w ślad za normą PN-EN 13349 podano nominalne grubości otulin gładkich i profilowanych oraz dopuszczalne grubości otuliny

Tablica 2.8 Grubość otuliny do rur miedzianych.

Grubości otulin do rur miedzianych		
Średnica zewnętrzna (nominalna) rury mm	Nominalna grubość otuliny mm	Dopuszczalne odchyłki grubości otuliny mm
Otuliny gładkie		
8 – 28	1,0	± 0,10
35 – 54	1,5	± 0,15
64 – 76,1	2,0	± 0,20
Otuliny profilowane		
8 – 10	1,6	± 0,3
12 – 22	2,0	± 0,3
28 – 35	2,5	± 0,4
42 – 76,1	3,0	± 0,5

Dopuszczając do stosowania rury z otuliną, uwzględnia się odporność ogniową tworzyw sztucznych, z których są wykonywane – w tym zakresie muszą spełnić wymagania normy PN-B-02873.

Rury w otulinie powinny posiadać – poza napisem na rurze – również czytelny i niezmywalny wodą napis na otulinie. Powinien on zawierać:

- średnicę zewnętrzną i grubość ścianki rdzeniowej rury miedzianej w milimetrach,
- znak identyfikacyjny producenta,
- data produkcji: kwartał (I ÷ IV) i rok lub miesiąc (1 ÷ 12) i rok.

2.4 Wymagania dla łączników do rur miedzianych

2.4.1 Wymagania ogólne

Do łączenia rur miedzianych o średnicach zewnętrznych od 8 do 108 mm służą dwa rodzaje łączników:

- łączniki do lutowania kapilarnego,
- łączniki zaciskowe.

Łączniki zaciskowe dzielą się w zależności od budowy na łączniki:

- skręcane (z nakrętką)
- zaprasowywane
- samozaciskowe

Do łączenia rur o średnicach powyżej 108 mm (do 159 mm włącznie) zaleca się stosować łączniki z krótszymi kielichami, przeznaczone wyłącznie do lutowania twardego.

Produkowane są także łączniki przejściowe z końcówkami różnego typu, w tym także gwintowanymi, służące do łączenia rur miedzianych z rurami z innych materiałów: stalowymi i z tworzyw sztucznych oraz armaturą i innymi elementami wyposażenia instalacji wodnych i gazowych na paliwa gazowe.

Wymagania dla łączników do instalacji z rur miedzianych zawarte są w normie PN-EN 1254, której cztery części dotyczą łączników do rur miedzianych:

- część 1 – łączniki do lutowania kapilarnego (do 108 mm),
- część 2 – łączniki zaciskowe skręcane,
- część 3 – łączniki do rur z tworzyw sztucznych z końcówkami zaciskowymi,
- część 4 – łączniki z końcówkami gwintowanymi,
- część 5 – łączniki z krótszymi (niż w części 1 normy) kielichami, przeznaczonymi do lutowania twardego do średnicy 159 mm.

Dalsze części normy, obejmujące łączniki zaprasowywane i samozaciskowe, są dopiero w fazie projektu.

Wszystkie typy łączników muszą spełniać wymagania gwarantujące trwałość i szczelność połączeń z rurami. Część wymagań jest wspólna dla różnych typów łączników. Należą do nich wymagania materiałowe, jakości powierzchni i oznakowanie (cechowanie).

Tablica 2.9 Stosowanie złączy lutowanych w instalacjach

Połączenia lutowane		Rodzaj instalacji		
		wodociągowa	ogrzewcza	gazowa
z łącznikiem kapilarnym	miękkie	stosować	stosować do 110 °C	nie stosować
	twarde	stosować od $d > 28^{1)}$	stosować do 110 °C	stosować
bez łączników	miękkie	stosować ²⁾	stosować ²⁾ do 110 °C	nie stosować
	twarde	stosować od $d > 28^{1) 2)}$	stosować ²⁾ do 110 °C	nie stosować
¹⁾ ze względu na możliwość uszkodzeń powierzchni rur przy temperaturze powyżej 400 °C, co może zmniejszyć odporność korozyjną przewodów miedzianych, połączenia przewodów w instalacjach wodociągowych o $d \leq 28$ mm mogą być wykonywane jedynie przez lutowanie miękkie				
²⁾ w przewodach instalacji wodociągowych oraz ogrzewczych wodnych, połączenia rur identycznej średnicy oraz jednostopniowe redukcje mogą być lutowane w kielichach wykonywanych na zimno				

Tablica 2.10 Stosowanie połączeń rozłącznych w instalacjach

Połączenia rozłączne	Rodzaj instalacji			
	wodociągowa	ogrzewcza	gazowa	
			gaz ziemny	gaz płynny
Łącznik z końcówką gwintowaną bez miękkiego uszczelnienia	stosować	stosować	stosować	stosować
Łącznik zaciskowy skręcany, z pierścieniem zaciskowym, metalowym ¹⁾	stosować	stosować	stosować	stosować
Łączniki zaciskowe i samozaciskowe z uszczelnieniem miękkim (elastomery) ²⁾	stosować	stosować	stosować	stosować
Opaska zaciskowa z uszczelnieniem miękkim (łącznik prosty nasuwkowy) ³⁾	stosować	stosować	nie stosować	nie stosować
Połączenia kołnierzowe	stosować	stosować	stosować z kołnierzami z brązu	stosować z kołnierzami z brązu

¹⁾ dla rur w zwojach złączy tylko z tulejką wewnętrzną ²⁾ tylko dla złączy zawsze dostępnych (odkrytych) ³⁾ tylko dla rur twardej w odcinkach prostych

2.4.2 Wymagania materiałowe

Łączniki do instalacji miedzianych wykonuje się z miedzi, brązu i mosiądzu.

Łączniki miedziane – można stosować wyłącznie łączniki produkowane z miedzi odtlenionej fosforem, o symbolu Cu – DHP, z której produkowane są rury instalacyjne (patrz rozdz. 2.2.2).

Łączniki z brązu – zalecane jest stosowanie łączników produkowanych z brązu o symbolu CuPb5Sn5Zn5 wg PN-EN 1982. Łączniki z brązu można stosować do lutowania miękkiego i twardego.

Łączniki z mosiądzu – w instalacjach wodociągowych należy stosować gatunki mosiądzu odporne na odcynkowanie. Należą do nich m.in. gatunki o symbolach: CuZn39Pb3 i CuZn33Pb2 wg normy PN-EN 12165. O odporności na odcynkowanie powinny informować litery "CR" lub "DZR" na łączniku. Łączniki z mosiądzu można stosować jedynie do lutowania miękkiego.

2.4.3 Stan powierzchni

Powierzchnie wewnętrzne i zewnętrzne powinny być czyste, bez widocznych produktów utlenienia oraz defektów po obróbce mechanicznej np. rys, porów, wad szlifierskich.

Na powierzchni wewnętrznej nie mogą znajdować się zanieczyszczenia o większej niż 1,0 mg C/dm² zawartości węgla.

2.4.4 Znakowanie

Na zewnętrznej powierzchni każdego łącznika powinno znajdować się trwałe znakowanie zawierające:

- znak firmowy lub nazwę producenta,
- średnicę nominalną łączonej rury i/lub wymiar gwintu.

Inne wymagania dotyczą poszczególnych typów łączników.

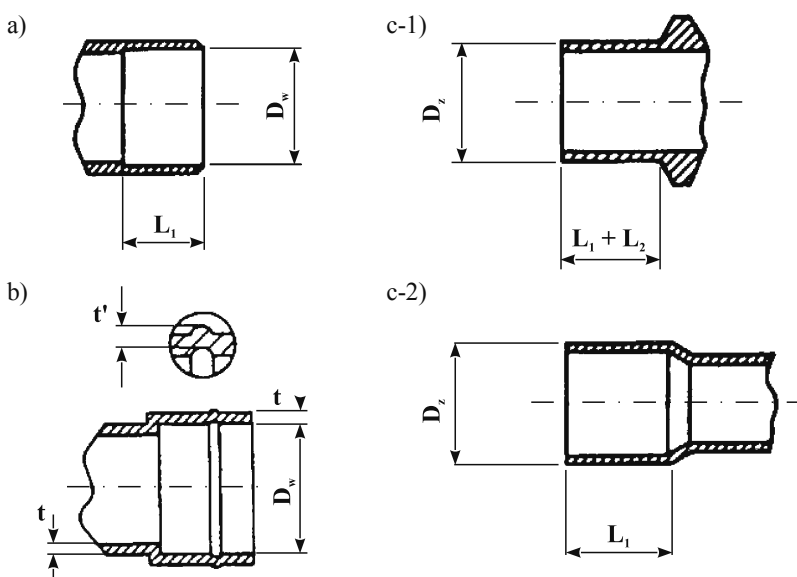
2.4.5 Łączniki do lutowania kapilarnego

Łączniki do lutowania kapilarnego posiadają końcówki kielichowe, dostosowane do wymiarów rur miedzianych. Wsunęta do kielicha końcówka rury jest spajana z łącznikiem lutem, który wnika do kapilarnej szczeliny pomiędzy rurą a kielichem. Część łączników posiada końcówki bose, służące do łączenia z innymi łącznikami (rys 2.8).

Dla szczelności i trwałości złącza istotne są wymiary:

- średnica wewnętrzna D_w i głębokość kielicha L_1 ,
- średnica zewnętrzna D_z i długość końcówki bosej L_1 , (gdy średnica końcówki bosej jest mniejsza od średnicy łącznika, długość końcówki jest zwiększona o L_2),
- minimalna grubość ścianki,
- dopuszczalne odchyłki (tolerancje) wymienionych wymiarów.

Wymiary łączników oraz ich tolerancje podano w tablicach 2.11 i 2.12. Wartości t' odnoszą się do łączników z lutem integralnym - trwale osadzonym pierścieniem lutowia wewnątrz łącznika (rys. 2.8b).



Rys. 2.8 Łączniki do lutowania kapilarnego (wymiary)

a) kielich; b) łącznik z lutem integralnym; c-1) końcówka bosa – średnica mniejsza niż średnica łącznika; c-2) końcówka bosa – średnica większa niż średnica łącznika.

Tablica 2.11 Wymiary i tolerancje łączników kapilarnych

Średnica nominalna: wewnętrzna – kielicha lub zewnętrzna – końcówki bosej	Odchyłki od średnicy nominalnej		Długość kielicha lub końcówki bosej	
	kończówki bosej zewnętrznej Dz	wewnętrznej kielicha Dw	L ₁	L ₂
mm	mm	mm	mm	mm
8	+0,04 -0,05	+0,15 +0,06	6,8	2,0
10			7,8	
12			8,6	
15			10,6	
18			12,6	
22	+0,05 -0,06	+0,18 +0,07	15,4	2,0
28			18,4	
35	+0,06 -0,07	+0,23 -0,07	23	2,0
42			27	
54			32	
64	+0,07 -0,08	+0,33 +0,10	32,5	2,0
76,1			33,5	3,0
88,9			37,5	3,0
108			47,5	4,0

Tablica 2.12 Minimalne grubości ścianek końcówek do lutowania i minimalne średnice otworów przelotowych łączników

Średnica nominalna	Minimalna grubość ścianek t						Minimalna średnica otworu przelotowego
	Miedziane		Stopy miedzi do przeróbki plastycznej		Odlewnicze stopy miedzi		
	t	t ¹⁾	t	t ¹⁾	t	t ¹⁾	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
8	0,6	0,54	1,0	0,55	1,0	0,65	6,0
10	0,6	0,54	1,0	0,55	1,0	0,65	7,0
12	0,6	0,54	1,1	0,60	1,1	0,71	9,0
15	0,7	0,63	1,2	0,66	1,2	0,78	11,0
18	0,8	0,72	1,4	0,77	1,4	0,91	14,0
22	0,9	0,81	1,4	0,77	1,5	0,97	18,0
28	0,9	0,81	1,5	0,82	1,8	1,17	23,0
35	1,0	0,90	1,6	0,88	1,8	1,17	29,0
42	1,1	0,99	1,8	0,99	2,0	1,30	36,0
54	1,2	1,08	1,9	1,04	2,3	1,49	47,0
64	1,4	1,26	2,0	1,1	2,4	1,56	55,0
76,1	1,6	1,44	2,6	1,43	2,8	1,82	65,0
88,9	1,8	1,62	2,9	1,59	3,1	2,01	76,0
108	2,1	1,89	3,3	1,8	3,5	2,27	92,0
133	2,3	2,07	4,2	2,31	4,5	2,92	113,0
159	2,6	2,34	5,2	2,86	5,5	3,57	135,0

¹⁾ minimalna grubość ścianek łączników z lutem integralnym

2.4.6 Łączniki zaciskowe

W instalacjach mogą być używane łączniki zaciskowe o różnej konstrukcji i zasadzie działania, ale każdy z nich musi spełniać podstawowe wymagania:

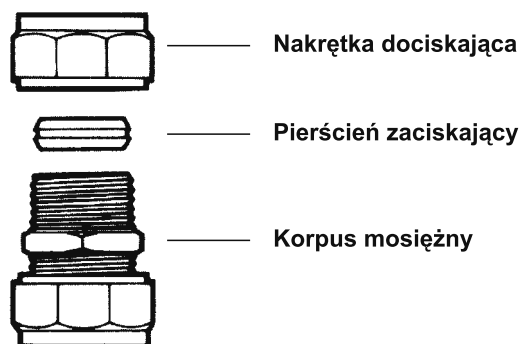
- grubość ścianki w żadnym punkcie nie może być mniejsza od wartości podanej w tabelicy 2.13,
- powierzchnia otworu przelotowego w dowolnym przekroju nie może być mniejsza od powierzchni koła o promieniu podanym w tabelicy 2.13.

Tablica 2.13 Wymiary łączników zaciskowych

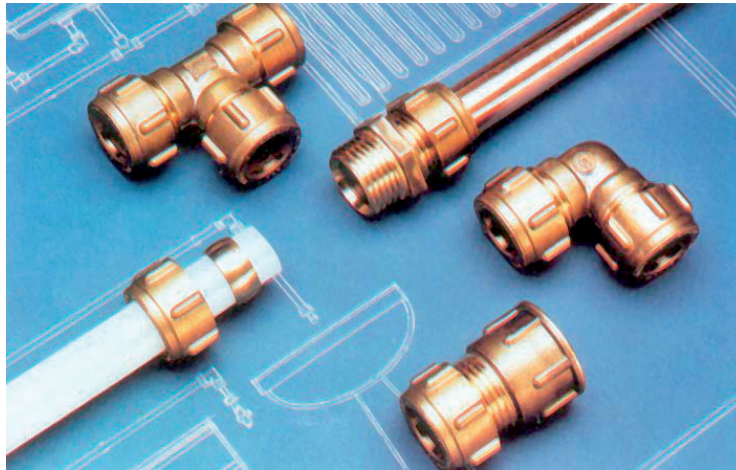
Średnica nominalna rury wprowadzonej do łącznika	Minimalna grubość ścianki		Minimalna średnica otworu przelotowego
	Miedź i stopy miedzi do przeróbki plastycznej	Odlewnicze stopy miedzi	
mm	mm	mm	mm
8	1,0	1,0	6,0
10	1,0	1,0	7,0
12	1,1	1,1	9,0
15	1,2	1,2	11,0
18	1,4	1,4	14,0
25	1,5	1,5	18,0
28	1,6	1,8	23,0
35	1,8	1,8	29,0
42	1,9	2,0	36,0
54	2,0	2,3	47,0
64	2,6	2,4	55,0
76,1	2,6	2,8	65,0
88,9	2,9	3,1	76,0
108	3,3	3,5	92,0

Klasyczny łącznik zaciskowy (skręcany), w którym płaski metalowy pierścień dociskany jest przez obrót nakrętki na gwintowanym korpusie przedstawia rysunek 2.9. Jest to połączenie częściowo rozłączne – po wymianie pierścienia łącznik może być użyty do połączenia nowej rury. Łączniki zaciskowe mogą być stosowane do łączenia rur o maksymalnych średnicach 108 mm.

Na rysunku 2.9 przedstawiono schematycznie konstrukcję jednego z typów łączników zaciskowych (skręcanych).



Rys. 2.9 Konstrukcja łącznika zaciskowego



Rys. 2.10 Przykład łączników zaciskowych (skręcanych).

Podstawowym wymaganiem dla łączników zaciskowych jest ich funkcjonalność, która sprawdzana jest w próbach wytrzymałościowych (rozrywanie, szczelność przy zginaniu). Dlatego ważne jest, aby stosować łączniki, których jakość jest potwierdzona dopuszczeniem do stosowania w budownictwie. Wykonanie połączeń zaciskowych musi być zgodne z instrukcją montażu producenta. Gdy jest to wymagane w instrukcji, należy stosować narzędzia oferowane przez producenta łączników.

Jedną z odmian łączników zaciskowych są łączniki zaprasowywane o różnych konstrukcjach.

Łączniki te posiadają uformowany wewnątrz łącznika rowek, w którym umieszczona jest elastyczna uszczelka, która po obciśnięciu łącznika wokół wsuniętej rury za pomocą specjalnej zaciskarki tworzy szczelne połączenie nierozłączne - rys.2.11.



Rys. 2.11. Przykład łącznika zaprasowywanego.

Inny typ łączników zaciskowych – samozaciskowe – ma wbudowany sprężynujący pierścień zacinający, który zaciska się na rurze po wciśnięciu jej w otwór łącznika. Szczelność zapewniają umieszczone obok pierścienia uszczelki elastyczne. Jest to połączenie rozłączne – za pomocą specjalnego narzędzia można wysunąć rurę z otworu, a łącznik wykorzystać ponownie.



Rys. 2.12. Przykład łącznika samozaciskowego.

W łącznikach zaprasowywanych i samozaciskowych normowane są, podobnie jak w innych typach łączników zaciskowych:

- minimalna grubość ścianki,
- minimalna średnica otworu przelotowego łącznika w dowolnym przekroju.

Wymagania te podane są w tabelicy 2.13.

2.4.7 Łączniki z końcówkami gwintowanymi

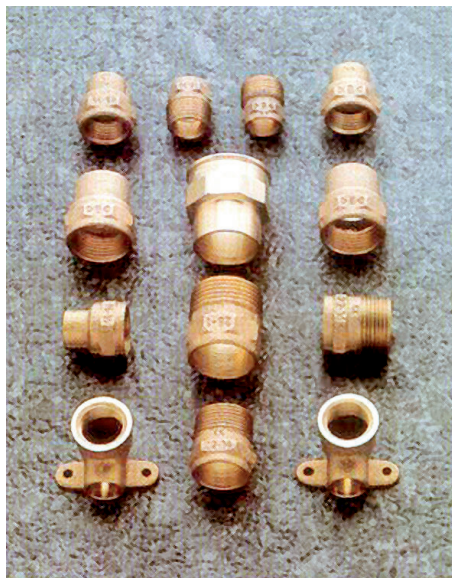
Dla umożliwienia łączenia rur miedzianych z innymi elementami instalacji, z rurami z innych materiałów i armaturą, należy stosować łączniki przejściowe, w których jedna końcówka jest gwintowana. Stosowane są dwa rodzaje gwintów:

- gwinty rurowe, ze szczelnością uzyskiwaną na gwincie wg PN-EN 10226-1,
- gwinty rurowe walcowe (z uszczelnieniem doczołowym) wg PN-EN ISO 228-1.

Wymiarem normowanym (poza wymiarem gwintu) jest grubość ścianek łączników, również części gwintowanej. W tabelicy 2.13 podano grubości ścianek łączników z końcówką gwintowaną, a na rysunku 2.13 pokazano przykłady łączników z końcówką gwintowaną.

Tablica 2.13 Grubości ścianek łączników z końcówką gwintowaną

Oznaczenie gwintu	Minimalna grubość ścianek	
	miedź i stopy miedzi do przeróbki plastycznej	odlewnicze stopy miedzi
mm	mm	mm
1/4	1,0	1,0
3/8	1,1	1,1
1/2	1,2	1,2
3/4	1,4	1,5
1	1,5	1,8
1 1/4	1,6	1,8
1 1/2	1,8	2,0
2	1,9	2,3
2 1/2	2,0	2,4
3	2,3	2,6
4	2,8	2,9



Rys.2.13 Przykład łączników z końcówką gwintowaną.

2.4.8 Pakowanie, przechowywanie, transport

2.4.8.1 Pakowanie

Łączniki powinny być pakowane w sposób zabezpieczający je przed zanieczyszczeniem, uszkodzeniami mechanicznymi i korozją. Na opakowaniu powinny być umieszczone charakterystyczne dane łącznika: producent, wymiar, numer katalogowy, ilość. W jednym opakowaniu można umieszczać tylko łączniki tego samego typu, wymiaru i wykonane z tego samego materiału.

2.4.8.2 Przechowywanie

Łączniki należy przechowywać w pomieszczeniach suchych o wilgotności względnej nie większej niż 70%. W pomieszczeniach składowania nie powinny znajdować się związki chemiczne działające korozyjnie (m.in. kwasy i amoniak).

2.4.8.3 Transport

Łączniki powinny być przewożone środkami krytymi zabezpieczającymi przed uszkodzeniami mechanicznymi i wpływami atmosferycznymi. Opakowania muszą być zabezpieczone przed przesuwaniami się.

2.5 Spoiwa

2.5.1 Luty do połączeń rur miedzianych

Podstawową metodą łączenia rur i łączników z miedzi w instalacjach sanitarnych jest lutowanie kapilarne.

Podstawowymi materiałami do procesu lutowania kapilarnego są:

- luty miękkie (o temp. topnienia 220 ÷ 250 °C),
- luty twarde (o temp. topnienia 630 ÷ 890 °C),
- topniki, których zadaniem jest redukcja warstewek tlenkowych na oczyszczonych mechanicznie powierzchniach poddawanych następnie działaniu stopionego spoiwa (lutu).

Do połączeń rur miedzianych używa się także past lutowniczych (lutowanie miękkie) stanowiących mieszaninę topnika z odpowiednim lutem miękkim (min. 60% sproszkowanego lutu miękkiego).

Luty, ze względu na fakt stosowania ich w instalacjach wody pitnej muszą posiadać Atest Higieniczny wydany przez PZH. Wymagania sanitarne nie dopuszczają do stosowania w instalacjach wody pitnej lutów zawierających kadm i ołów.

Przykłady spoiw do lutowania przedstawiono w tabelicy 2.15

Tablica 2.15 Spoiwa i topniki do lutowania

Rodzaj lutu	Oznaczenie	Skład chemiczny	Przedział temperatury topnienia	Topnik
miękkie wg PN-EN ISO 9453	S-Sn97Cu3	2,5÷3,5 % → Cu reszta Sn	230 ÷ 250 °C	3.1.1, 3.1.2 i 2.1.2 wg PN-EN 29454-1
	S-Sn97Ag3	3,0÷3,5 % → Ag reszta Sn	221 ÷ 230 °C	
twarde wg PN-EN 1044 (DIN 8513)	CP 203 (L-CuP6)	5,9÷6,5 % → P reszta Cu	710 ÷ 890 °C	FH 10 ¹⁾ wg PN-EN 1045
	CP 105 (L-Ag2P)	1,5÷2,5 % → Ag 5,9÷6,7 % P reszta Cu	645 ÷ 825 °C	
	AG 106 (L-Ag34Sn)	33,0÷35,0 % → Ag 2,5÷3,5 % → Sn 35,0÷37,0 % → Cu reszta Zn	630 ÷ 730 °C	
	AG 104 (L-Ag45Sn)	44,0÷46,0 % → Ag 2,5÷3,5 % → Sn 26,0÷28,0% → Cu reszta Zn	640 ÷ 680 °C	
	AG 203 (L-Ag44)	43,0÷45,0 % → Ag 29,0÷31,0 % → Cu reszta Zn	675 735 °C	

¹⁾ przy stosowaniu lutów miedziano-fosforowych w połączeniach miedź – miedź, topnik nie jest wymagany (jako topnik działa fosfor).
Jeżeli jednak łączone są elementy z miedzi z elementami z mosiądzu lub brązu, należy stosować topnik do lutowania twardego

W zakresie stosowania lutowania twardego należy przestrzegać zasady, aby w instalacjach wodociągowych (instalacje ciepłej i zimnej wody) połączenia lutowane lutem twardym stosować tylko dla rur o średnicach powyżej 28 mm.

2.5.2 Pomocnicze materiały do spawania

Do spawania rur miedzianych stosuje się druty spawalnicze o składzie: 99 % Cu, 1 % Ag (oznakowanie wg DIN 1733 – SCuAg) lub 98 % Cu i 1 % Sn (oznakowanie wg DIN 1733 – S-CuSn). Do procesu spawania topniki nie są wymagane jednak można stosować topniki na bazie związków boru (oznakowanie wg DIN 1733 -FSH2 lub FSH3). Zakres topnienia:

S Cu Ag – 1070 ÷ 1080 °C (spawanie gazowe, spawanie elektrodą wolframową z topnikiem),

S Cu Sn – 1050 ÷ 1075 °C (spawanie gazowe),

1020 ÷ 1050 °C (spawanie elektrodą wolframową, spawanie elektrodą topliwą).

Należy pamiętać, iż połączenie przez spawanie dopuszczone jest we wszystkich rodzajach instalacji (w instalacjach wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi dla DN ≥ 35) przy grubości ścianki rury miedzianej co najmniej 1,5 mm. Praktycznie wykonuje się je dla rur DN > 108, to znaczy poza obszarem instalacji w budynku.

3 Podstawowe dane do projektowania instalacji z rur miedzianych

3.1 Wytrzymałość na ciśnienie

Wytrzymałość na ciśnienie wewnętrzne rur miedzianych wynika z własności mechanicznych miedzi, średnicy oraz przyjętej grubości ścianek. Zmienia się ona wraz z temperaturą, lecz przy temperaturach występujących w domowych instalacjach (nawet przy przyjęciu współczynnika bezpieczeństwa 4), przekracza ciśnienia robocze. Przykładowo dla średnicy 28×1,5 dopuszczalne ciśnienie robocze jest wyższe niż 50 bar, dla średnicy 108×2,5 wyższe niż 20 bar, a dla średnicy 267×3 wyższe niż 10 bar.

Decydujące zatem o dopuszczalnych ciśnieniach roboczych w instalacjach z rur miedzianych są rodzaje zastosowanych złączy rurowych. Dla podstawowych złączy stosowanych w montażu miedzianych instalacji wodnych, dopuszczalne ciśnienie robocze przedstawia tablica 3.1. Podane wartości ważne są tylko dla zalecanych technologii i gatunków spoiw, o których jest mowa w niniejszej publikacji.

Tablica 3.1 Dopuszczalne ciśnienia robocze w instalacjach z rur miedzianych ze złączami lutowanymi i zaciskowymi

Rodzaj złącza	Temperatura pracy	Dopuszczalne ciśnienie robocze dla przewodów o średnicach		
		6 – 28 mm	35 – 54 mm	64 – 108 mm
-	°C	bar	bar	bar
1	2	3	4	5
Lutowanie miękkie	30	40	25	16
	65	25	16	16
	110	16	10	10
Lutowanie twarde	30	40	25	16
	110	16	10	10
Zaciskowe	65	10	10	6
	110	6	6	4

3.2 Prowadzenie przewodów

Powinna być przestrzegana podstawowa zasada stosowania jednorodnych materiałów tzn. z miedzi i jej stopów.

Gdy zachodzi konieczność łączenia z przewodami ze stali ocynkowanej:

- w miejscu styku miedzi ze stalą ocynkowaną należy stosować zabezpieczenie przekładką dielektryczną np. teflonową,

- rury stalowe stosować tylko przed rurami miedzianymi patrząc w kierunku przepływu wody.

Dopuszczalny jest styk miedzi ze stalą odporną na korozję i tworzywami sztucznymi (patrz 1.3.5).

Przewody wewnętrznych instalacji wodnych można prowadzić bez żadnych ograniczeń:

- na wierzchu ścian
- pod tynkiem
- w brzdach
- w szachtach instalacyjnych

Szczególne wskazania dotyczące prowadzenia przewodów miedzianych wynikają ze współczynnika rozszerzalności cieplnej miedzi (rozdział 3.4)

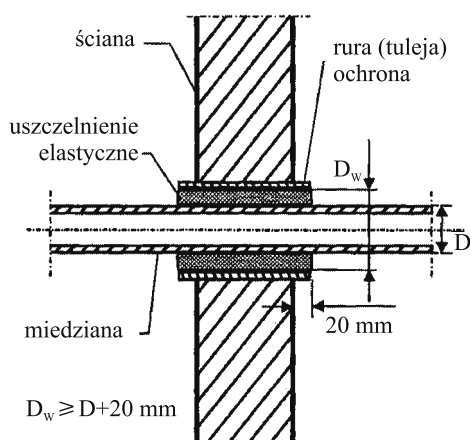
Po wyznaczeniu trasy prowadzenia przewodu należy określić liczbę, położenie i konstrukcję uchwytów stałych i przesuwnych zwłaszcza, gdy instalacja ma być prowadzona wierzchem ścian.

Przy prowadzeniu pod tynkiem zaopatrzyć przewody w elastyczną otulinę.

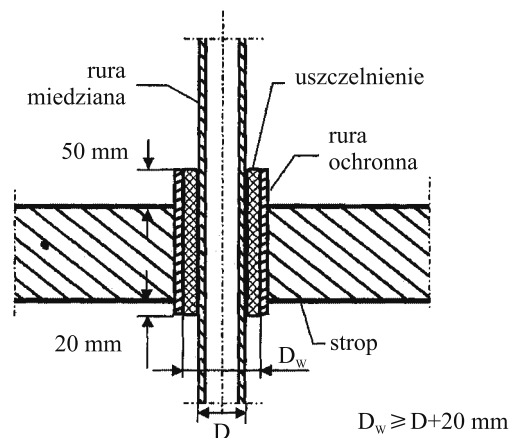
Przy prowadzeniu w brzdach należy określać indywidualnie wymiary brzd mając na uwadze średnice rur i grubość otuliny.

W szachtach instalacyjnych należy szczególnie przestrzegać właściwego mocowania przewodów oraz prawidłowego wykonania kompensatorów.

Wszystkie przejścia przewodów przez przegrody budowlane (stropy, ściany) należy wykonywać w tulejach ochronnych umożliwiając swobodne przesuwanie się przewodu (rys. 3.1 i rys. 3.2)



Rys. 3.1. Przykład przejścia przewodu przez ścianę



Rys. 3.2. Przykład przejścia przewodu przez strop

3.3 Armatura i inne elementy instalacji

3.3.1 Stosowana armatura

Armatura stosowana w instalacjach z rur miedzianych powinna być wykonana z mosiądzu, brązu lub odpowiedniego gatunku stali odpornej na korozję, wg wymagań tablicy 3.2. Dotyczy to wszystkich rodzajów armatury bez względu na rozwiązanie konstrukcyjne i rodzaj instalacji wykonanej z miedzi.

Tablica 3.2 Zalecenia materiałowe dla armatury i innych elementów instalacji wykonanej z miedzi, poza rurami, łącznikami, lutowiem

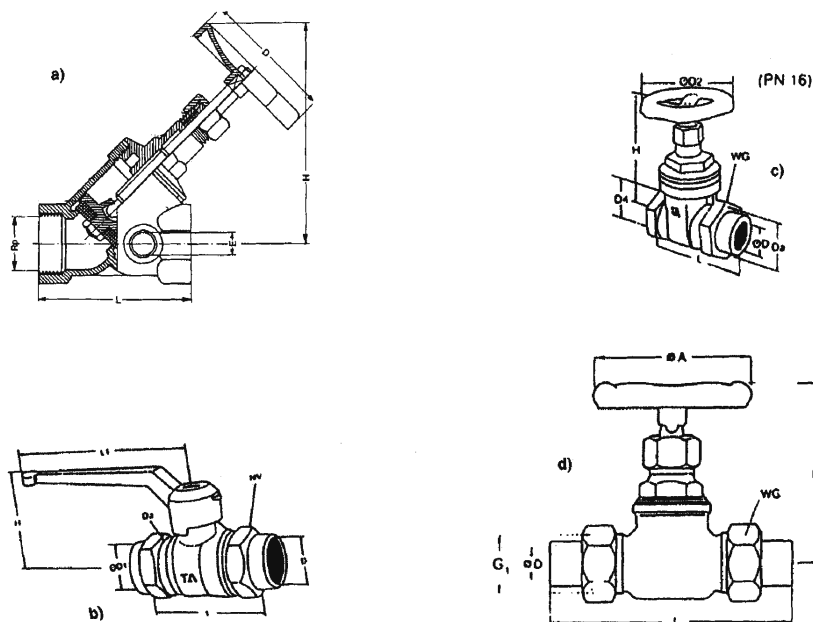
Lp.	Elementy instalacji	Materiał	Uwagi
1	2	3	4
1	Wymienniki ciepła	Stopy miedzi Stal odporna na korozję	Rodzaj materiału z którego wykonane są wymienniki ciepła należy uzgodnić z dostawcą ciepła; w węźle kompaktowym wszystkie elementy tego węzła powinny spełniać odpowiednie wymagania materiałowe
2	Armatura przelotowa, odcinająca, zwrotna	Stopy miedzi Stal odporna na korozję	
3	Pompy cyrkulacyjne	Stopy miedzi Stal odporna na korozję Tworzywa sztuczne	
4	Gniazda termometrów	Stopy miedzi	
5	Zasobniki ciepła	Miedź Stopy miedzi Stal odporna na korozję Stal węglowa platerowana stalą odporna na korozję	
6	Kolektory, rozdzielacze	Miedź Stopy miedzi Stal odporna na korozję	
7	Filtry do wody	Stopy miedzi Stal odporna na korozję Tworzywa sztuczne	Stosuje się filtry siatkowe o wymiarze oczek maksimum 80 µm
8	Grzejniki	Miedź Stopy miedzi Warunkowo stal i żeliwo	Jedynie dla układów zamkniętych

Przy projektowaniu należy zwrócić uwagę na ilość i rozmieszczenie armatury. Szkodliwe jest zarówno stosowanie nadmiernej jak i zbyt małej ilości armatury. Rozmieszczenie armatury powinno umożliwić możliwość regulacji przepływów i wyłączenia poszczególnych części instalacji (mieszkanie, pion, gałąź instalacji), a więc nie może być jej zbyt mało. Jeżeli jednak dla osiągnięcia tego samego skutku możemy zmniejszyć ilość zaworów, np. kosztem konieczności dwa razy w roku zamykania kilku zaworów zamiast jednego, należy zmniejszyć ich ilość.

Zawory powinny być tak zainstalowane żeby był możliwy ich demontaż bez konieczności wycinania odcinków przewodów; każdy zawór należy wyposażyć dwustronnie w rozłączne króćce z kielichami do lutowania (wyjątek mogą stanowić zawory na odgałęzieniach do punktów poboru).

Złączki przejściowe wkręcane w gwint korpusu zaworu powinny być uszczelnione taśmą teflonową.

Na rys. 3.3 zamieszczono niektóre z zalecanych rozwiązań zaworów.





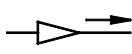
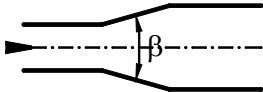
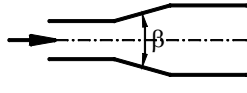

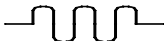



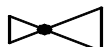
Rys. 3.3. Zawory odcinające dla miedzianych instalacji wodnych z rozłącznymi króćcami do lutowania : a – zawór skośny grzybkowy z kurkiem spustowym, b – zawór kulowy, c – zawór z zasuwką, d – zawór grzybkowy prosty














3.3.2 Opory miejscowe

Współczynniki oporów miejscowych w instalacjach wodociągowych (W), ogrzewczych (O) i gazowych na paliwo gazowe, przedstawiono w tabelicy 3.3.

Tablica 3.3 Współczynniki oporów miejscowych

Symbol graficzny	Nazwa elementu	ζ	Instalacja			
			W	O	G	
	Kolanko lub łuk	0,70	x		x	
	Łuk 90 °	$r/d = 0,5$	1,00	x	x	
		$r/d = 1,0$	0,35	x	x	
		$r/d = 2,0$	0,20	x	x	
		$r/d = 3,0$	0,15	x	x	
	Kolanko	$\beta = 90^\circ$	1,30	x	x	
		$\beta = 60^\circ$	0,80	x	x	
		$\beta = 45^\circ$	0,40	x	x	
	Odsadzka	0,50	x	x	x	
	Odgągnięcie prostokątne	Rozdział strumienia	1,30	x	x	x
		Połączenie strumienia	0,90	x	x	
		Przelot przy rozdziale strumienia	0,30	x	x	x
		Przelot przy połączeniu strumienia	0,60	x	x	
		Przeciwrząd przy połączeniu strumienia	3,00	x	x	
		Przeciwrząd przy rozdziale strumienia	1,50	x	x	x
	Rozgałęzienie łukowe	Rozdział strumienia	0,90	x	x	x
		Połączenie strumienia	0,40	x	x	
		Przelot przy rozdziale strumienia	0,30	x	x	x
		Przelot przy połączeniu strumienia	0,20	x	x	
	Rozdzielacz (kolektor)	Wylot z rozdzielacza (kolektora)	0,50	x	x	
		Wlot do rozdzielacza (kolektora)	1,00	x	x	

Symbol graficzny	Nazwa elementu		ζ	Instalacja			
				W	O	G	
	Zbiornik	Wylot	0,50	×			
		Wlot	1,00	×			
	Redukcja		0,40	×		×	
	Zwężenie ciągłe	$\beta = 30^\circ$	0,02	×	×		
		$\beta = 45^\circ$	0,04	×	×		
		$\beta = 60^\circ$	0,07	×	×		
	Rozszerzenie ciągłe	$\beta = 10^\circ$	0,10	×	×		
		$\beta = 20^\circ$	0,15	×	×		
		$\beta = 30^\circ$	0,20	×	×		
		$\beta = 40^\circ$	0,20	×	×		
	Kompensator U-kształtowy		1,00	×	×		
	Kompensator mieszkowy		2,00	×	×		
	Trójnik przeciwpływowo z dwoma łukami		1,30			×	
	Podłączenie gazomierza	DN 25	2,00			×	
		> DN 25	4,00			×	
	Zawory odcinające	proste	DN 15	10,0	×	×	
			DN 20	8,5	×	×	
			DN 25	7,0	×	×	
			DN 32	6,0	×	×	
		skośne	DN 40 do DN 100	5,0	×	×	
			DN 15	3,5	×	×	
			DN 20	2,5	×	×	
			DN 25 do DN 50	2,0	×	×	
	Zawory odcinające	kątowe	DN 65	0,7	×	×	
			DN 10	7,0	×	×	
			DN 15	4,0	×	×	
			DN 20	2,0	×	×	
			DN 25 do DN 50	3,5	×	×	
DN 65 do DN 100	4,0	×	×				

Symbol graficzny	Nazwa elementu		ζ	Instalacja		
				W	O	G
	Zawory membranowe	DN 15	10,0	x		
		DN 20	8,5	x		
		DN 25	7,0	x		
		DN 32	6,0	x		
		DN 40 do DN 100	5,0	x		
	Zawory odcinające	suwakowe tłokowe, kulowe	DN 10 do DN 15	1,0	x	x
			DN 20 do DN 25	0,5	x	x
			DN 32 do DN 150	0,3	x	x
	Zawór grzejnikowy	prosty		4,0		x
		kątowy		2,0		x
	Kurek odcinający	stożkowy	przelotowy	2,0		x
		kulowy	kątowy	5,0		x
			przelotowy	0,5		x
			kątowy	1,3		x
	Zawór zwrotny	DN 15 do DN 20		7,7	x	
		DN 25 do DN 40		4,3	x	
		DN 50		3,8	x	
		DN 65 do DN 100		2,5	x	
	Zawór przelotowy z zaworem zwrotnym	DN 20		6,0	x	
		DN 25 do DN 50		5,0	x	
	Nawiertka rurowa DN 25 do DN 80		5,0	x		
	Reduktor ciśnienia całkowicie otwarty		30,0	x		
	Kocioł grzejny		2,5		x	
	Grzejnik, radiator		2,5		x	
	Grzejnik płytowy		3,0		x	

3.4 Wydłużenia cieplne, kompensacja

3.4.1 Wydłużenia cieplne

Właściwości miedzi powodują, że rury miedziane różnią się od rur stalowych lub rur z tworzyw sztucznych. Współczynnik rozszerzalności cieplnej miedzi wynosi $17 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ($0,017 \text{ mm/m}^\circ\text{C}$) i jest 1,5 raza większy niż stali, a jednocześnie mniejszy niż współczynniki rozszerzalności tworzyw sztucznych. Oznacza to, iż rury miedziane wydłużają się podczas wzrostu temperatury 1,5 raza więcej niż rury stalowe.

Zmianę długości rur można przedstawić za pomocą wzoru:

$$\Delta L = L \times \Delta T \times \lambda$$

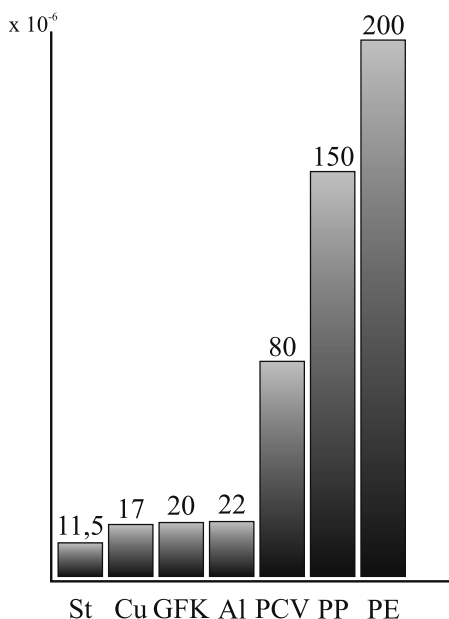
gdzie:

ΔL - zmiana długości rury w mm

ΔT - różnica temperatur w $^\circ\text{C}$

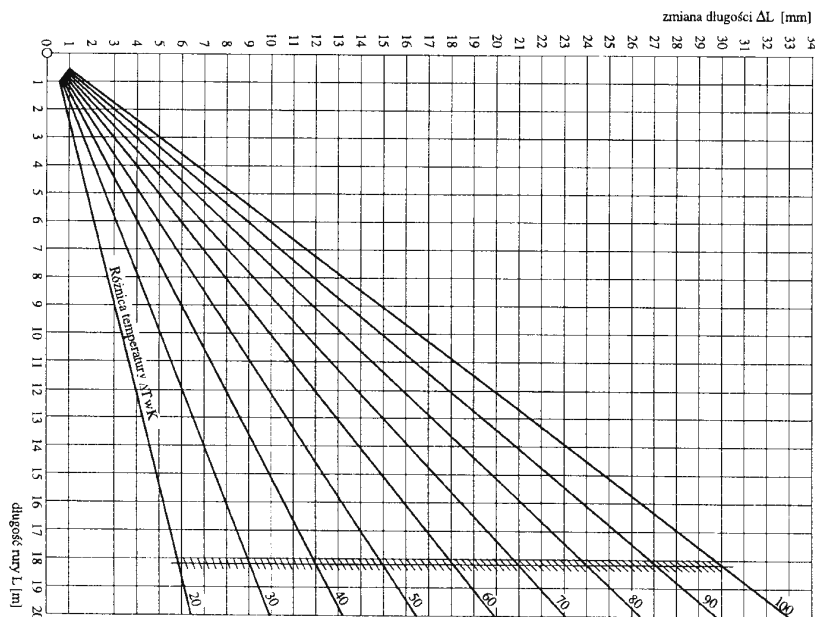
λ - współczynnik rozszerzalności liniowej materiału rury w $\text{mm/m}^\circ\text{C}$

Na rys.3.4 przedstawiono w postaci wykresu współczynniki rozszerzalności cieplnej różnych materiałów - stali, miedzi, żywic poliestrowych z włóknem szklanym, aluminium, polichlorku winylu PVC, polipropylenu PP i polietylenu PE.



Rys. 3.4. Współczynniki rozszerzalności cieplnej różnych materiałów

Wydłużenie liniowe rur miedzianych dla przyrostu temperatury ΔT od 20 K do 100 K przedstawiono w postaci nomogramu na rys. 3.5



Rys. 3.5. Wydłużenie cieplne rur miedzianych

W tabelicy 3.4 podano przyrost długości rur miedzianych ΔL w zależności od przyrostu temperatury ΔT od 10 do 100 °C.

Tablica 3.4 Przyrost długości ΔL w mm w zależności od przyrostu temperatury ΔT

Dł. odc. L (m)	Przyrost temperatury ΔT w K									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0,1	0,02	0,03	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17
0,2	0,03	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,27	0,30	0,33
0,3	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
0,4	0,07	0,13	0,20	0,27	0,33	0,40	0,46	0,53	0,60	0,66
0,5	0,08	0,17	0,25	0,33	0,42	0,50	0,58	0,66	0,75	0,83
0,6	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
0,7	0,12	0,23	0,35	0,46	0,58	0,70	0,81	0,93	1,05	1,16
0,8	0,13	0,27	0,40	0,53	0,66	0,80	0,93	1,06	1,20	1,33
0,9	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	1,34	1,49
1,0	0,17	0,33	0,50	0,66	0,83	1,00	1,16	1,33	1,49	1,66
2,0	0,33	0,66	1,00	1,33	1,66	1,99	2,32	2,66	2,99	3,32
3,0	0,50	1,00	1,49	1,99	2,49	2,99	3,49	3,98	4,48	4,98
4,0	0,66	1,33	1,99	2,66	3,32	3,98	4,65	5,31	5,98	6,64
5,0	0,83	1,66	2,49	3,32	4,15	4,98	5,81	6,64	7,47	8,30
6,0	1,00	1,99	2,99	3,98	4,98	5,98	6,97	7,97	8,96	9,96
7,0	1,16	2,32	3,49	4,65	5,81	6,97	8,13	9,30	10,46	11,62
8,0	1,33	2,66	3,98	5,31	6,64	7,97	9,30	10,62	11,95	13,28
9,0	1,49	2,99	4,48	5,98	7,47	8,96	10,46	11,95	13,45	14,94
10,0	1,66	3,32	4,98	6,64	8,30	9,96	11,62	13,28	14,94	16,60

Z powyższej tabelicy możemy odczytać, że rura miedziana o długości 2 m przy różnicy temperatur 40 °C wydłuży się o 1,33 mm. W takich samych warunkach rura z polietylenu lub polietylenu sieciowanego wydłuży się o 14,4 mm

3.4.2 Kompensacja

3.4.2.1 Uwagi ogólne

Specyfika rur miedzianych wymaga kompensowania wydłużeń liniowych w instalacjach.

Kompensacja uzyskiwana jest dwoma sposobami:

- przez odpowiednie prowadzenie przewodów (kompensacja naturalna),
- przez stosowanie elementów kompensujących w instalacji.

3.4.2.2 Kompensacja naturalna

Kompensację naturalną wydłużeń liniowych przewodów uzyskuje się przez zmianę kierunku prowadzenia przewodów z wykorzystaniem układu konstrukcyjnego pomieszczeń, w których te przewody są prowadzone, a następnie właściwe rozmieszczenie mocowań tzw. punktów stałych.

Obowiązują przy tym dwie podstawowe zasady istotne dla prawidłowej eksploatacji instalacji:

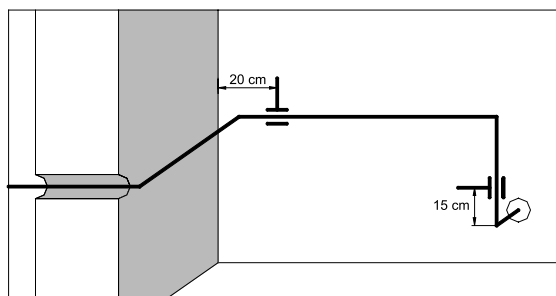
- umożliwienie każdemu odcinkowi rur rozszerzanie się bez ograniczeń,
- niedopuszczenie, aby odkształcenia działały na zbyt krótki odcinek przewodu.

Zasadę wykonywania kompensacji naturalnej przewodu układanego na wierzchu ściany przedstawiono na rys. 3.6.

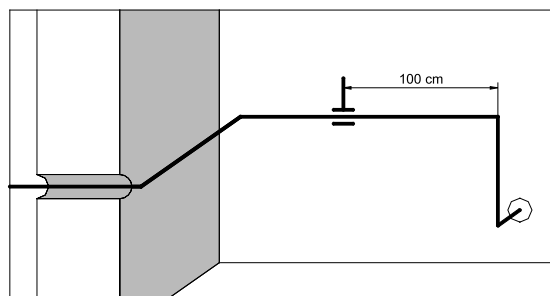
Na rys. 3.6.a zostały źle rozmieszczone uchwyty mocujące. Unieruchomienie zbyt krótkich odcinków przewodów uniemożliwia ich swobodne wydłużanie się.

Na rys. 3.6.b prawidłowo rozmieszczono uchwyty mocujące, dzięki czemu każdy odcinek przewodu może swobodnie wydłużać się.

a) źle

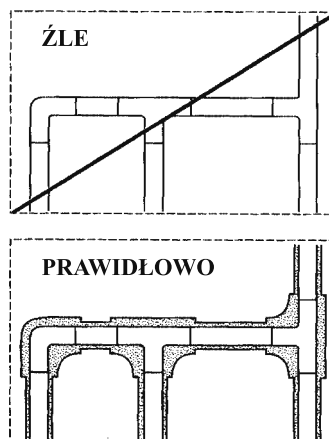


b) prawidłowo



Rys.3.6. Przykład prowadzenia przewodu z zachowaniem kompensacji naturalnej

Powyższa zasada obowiązuje także przy podtynkowym prowadzeniu przewodów w bruzdach ściennych. (rys. 3.7) Przewody na całej długości muszą mieć otulinę zabezpieczającą przed uszkodzeniem przewodów przez tarcie o ostre wnętrza bruzd. W obszarze połączeń otulina powinna być pogrubiona.

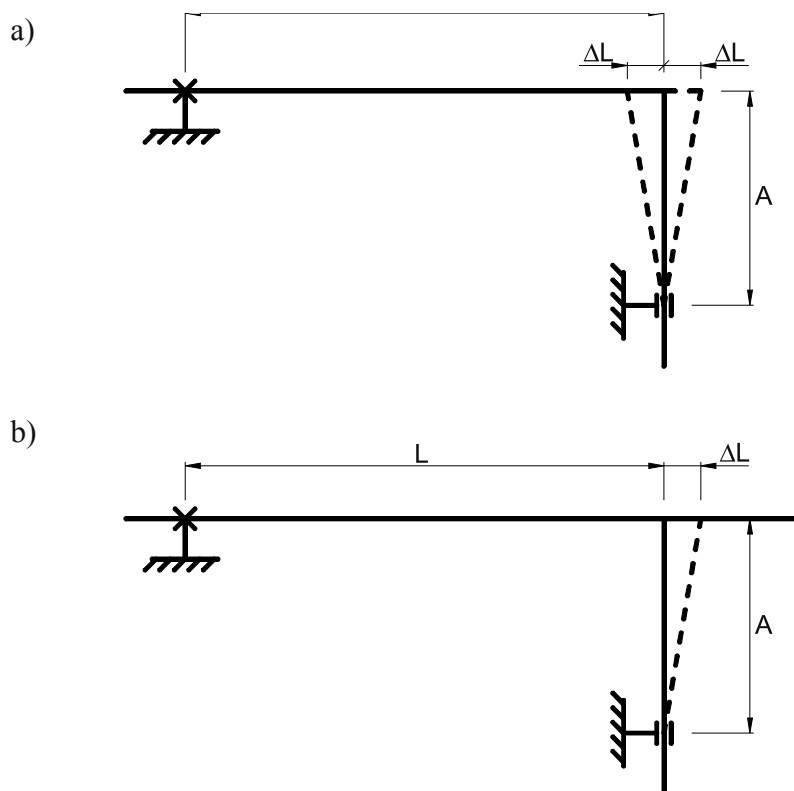


Rys. 3.7. Przykład układania przewodu miedzianego w bruździe pod tynkiem

Każda zmiana kierunku trasy przewodu i każde odgałęzienie są krytycznymi miejscami instalacji rurowej z miedzi ulegającej odkształceniom liniowym.

Z tego względu bardzo istotne jest prawidłowe rozmieszczenie zamocowań stałych i przesuwnych, dzięki którym pozostawia się właściwą długość odcinka swobodnego przejmującego wydłużenie ΔL odcinka przewodu ograniczonego punktem stałym.

Na rys. 3.8 pokazano typowe fragmenty instalacji z oznaczeniem swobodnego odcinka A przejmującego wydłużenia przewodu. Wartości długości tego odcinka podano w tabelicy 3.5.



Rys. 3.8. Typowe przykłady prowadzenia przewodów instalacyjnych z rur miedzianych

Tablica 3.5 Długość swobodnego odcinka A [mm] przejmującego wydłużenie ΔL

Średnica przewodu mm	przy wydłużeniu ΔL			
	5 mm	10 mm	15 mm	20 mm
12	475	670	820	950
15	530	750	920	1060
18	580	820	1000	1160
22	640	910	1110	1280
28	725	1025	1250	1450
35	810	1145	1400	1620
42	890	1250	1540	1780
54	1010	1420	1740	2010

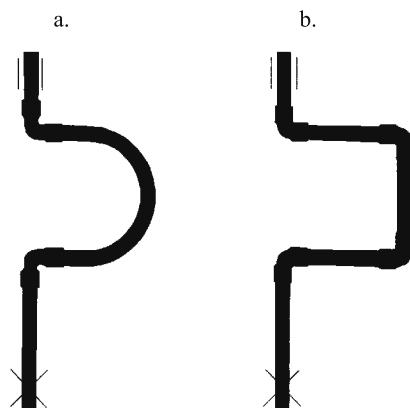
Dla umożliwienia prawidłowych warunków kompensacji, a co się z tym wiąże – również bezpiecznej eksploatacji instalacji, należy przewidzieć prawidłowy sposób mocowania przewodów omówiony w rozdziale 3.7.

3.4.2.3 Elementy kompensujące

Przy braku możliwości zastosowania kompensacji naturalnej w instalacji z rur miedzianych powinny być zaprojektowane kompensatory U- kształtowe lub osiowe.

3.4.2.3.1 Kompensatory U-kształtowe

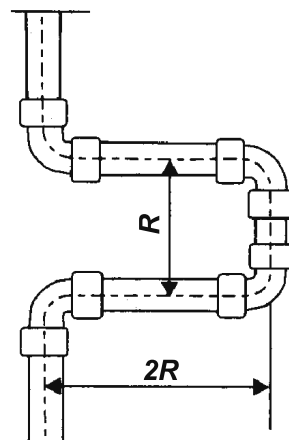
Kompensatory U-kształtowe mogą być wykonane z giętej rury, lub z połączonych odcinków rur i kolan 90°, również z kolan 90° i łuku 180° (rys. 3.9).



Rys. 3.9. Kompensatory U-kształtowe

Kompensatory wykonane z samych kolan 90° (rys. 3.10), najczęściej stosowane, powinny na wierzchołku mieć odcinek rury o długości:

- dla rur Dz 35 mm - co najmniej 1,5 x Dz
- dla rur Dz 42 mm - co najmniej 2 x Dz



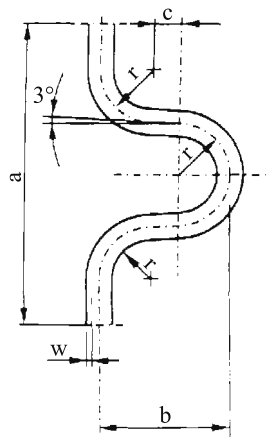
Rys. 3.10. Konstrukcja kompensatora z 4 kolan 90°

W tabelicy 3.6. zestawiono wymiary kompensatorów z 4 kolan 90°, potrzebne dla przejmowania podanych wydłużeń.

Tablica 3.6 Wymiary kompensatora U-kształtowego o konstrukcji wg rys. 3.11

Średnica rury Dz [mm]	Wydłużenie [mm]							
	12	25	38	50	75	100	125	150
	$R = 16,25 \sqrt{Dx \times \Delta l}$ [mm]							
12	195	281	347	398	488	562	627	691
15	218	315	387	445	548	649	709	772
18	240	350	430	495	600	700	785	850
22	263	382	468	540	660	764	850	930
28	299	431	522	609	746	869	960	1056
35	333	479	593	681	832	960	1072	1185
42	366	528	647	744	912	1055	1178	1287
54	414	599	736	845	1037	1194	1333	1463
64	450	650	801	919	1126	1300	1453	1592
76,1	491	709	874	1002	1228	1418	1585	1736
88,9	531	766	944	1083	1327	1532	1713	1877
108	585	844	1041	1194	1436	1689	1888	2068
133	649	937	1155	1325	1623	1874	2095	2295
159	710	1025	1363	1449	1775	2049	2291	2510
219	833	1202	1482	1700	2083	2405	2689	2945
267	920	1328	1637	1878	2300	2655	2969	3252

Konstrukcja kompensatora giętego z rury jest przedstawiona na rys. 3.11, a wymiary takich kompensatorów zestawiono w tabelicy 3.7.



Rys.3.11. Konstrukcja kompensatora giętego z rury

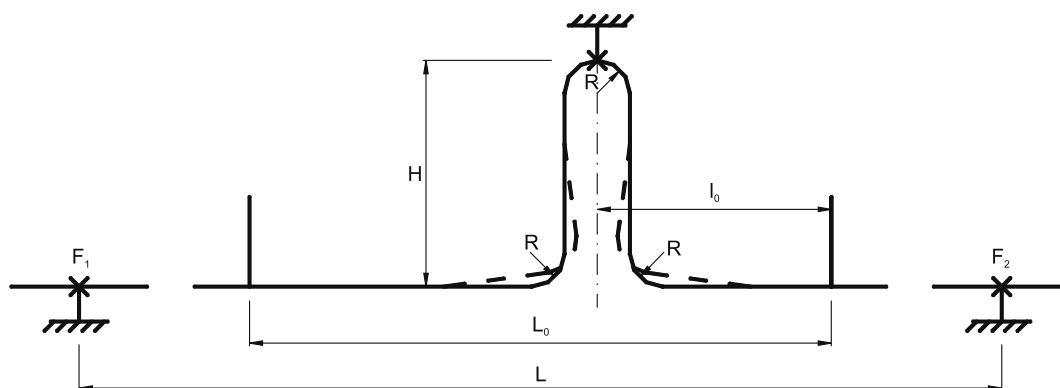
Tablica 3.7 Wymiary kompensatorów giętych z rur

Średnica rury Dz	a	b	c	r	w	L
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
12	210	93	9	42	1,0	4
15	252	116	11	52,5	1,0	5
18	304	139	13	63	1,0	6
22	370	171	17	77	1,2	6
28	455	218	22	98	1,2	8
35	564	272	27	122,5	1,5	12
42	673	327	33	147	1,5	12

Przy projektowaniu i wbudowywaniu kompensatora należy przestrzegać zasady umieszczania go pośrodku odcinka między punktami stałymi lub odgałęzieniami, oraz mocowania go punktem stałym w osi symetrii.

Odsadzki pionów z zamocowaniem stałym też stanowią element kompensujący w instalacji.

Zasada wbudowania kompensatora U-kształtowego jest przedstawiona na rys. 3.12.



Rys. 3.12. Zasada wbudowania w przewód kompensatora U - kształtowego

Symbole na powyższym rysunku oznaczają:

L – odległość pomiędzy punktami stałymi,

L₀ – odległość między sąsiednimi odgałęzieniami lub uchwytami przesuwными,

l₀ – odległość osi kompensatora od sąsiedniego odgałęzienia lub uchwytu przesuwного,

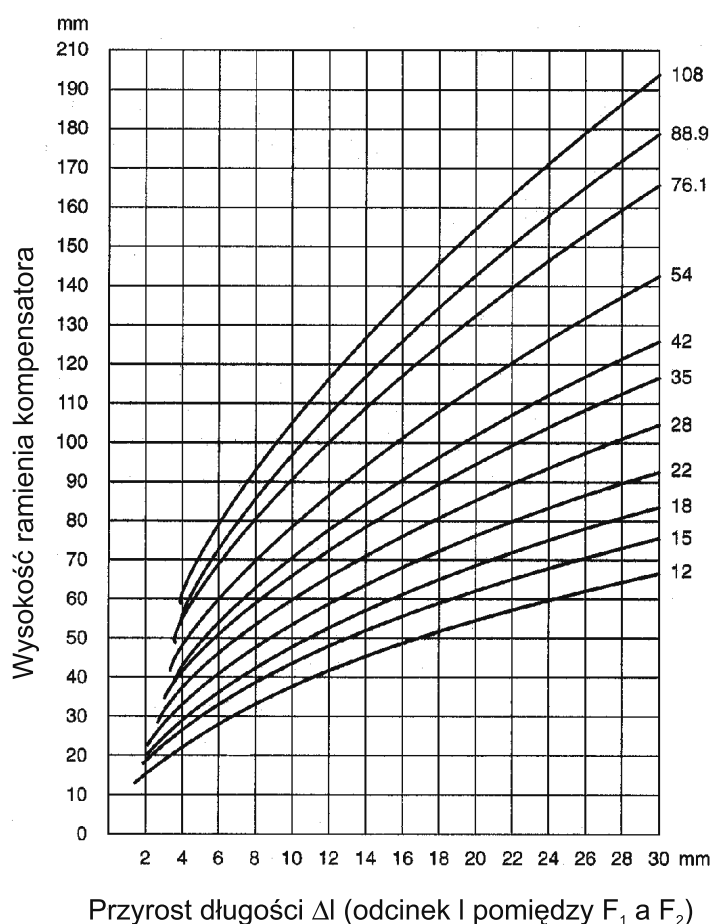
R – promień łuku kompensatora.

Wielkości L₀, l₀ i R dla różnych średnic zewnętrznych rur Dz podaje tablica 3.8.

Tablica 3.8 Wielkości L₀, l₀ i R kompensatora

Dz rury	mm	12	15	22	28	35	42	54	76,1	88,9	108
L ₀	cm	100	130	170	180	200	220	240	260	280	300
l ₀	cm	25	30	40	45	50	60	75	95	120	150
2R	mm	36	46	66	84	106	168	216	304	356	432

Wysokość ramienia kompensatora H w zależności od przyrostu długości ΔL odcinka przewodu L pomiędzy uchwytami stałymi wyznacza się za pomocą nomogramu przedstawionego na rys. 3.13.



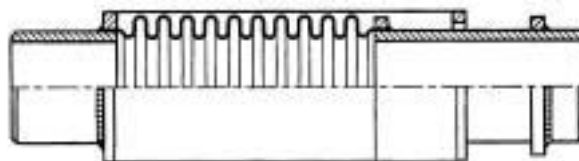
Rys. 3.13. Nomogram wysokości ramienia kompensatora w funkcji ΔL odcinka przewodu

3.4.2.3.2 Kompensatory osiowe

W instalacjach wodnych z rur miedzianych stosowane są również kompensatory osiowe. Podobnie jak kompensatory U-kształtowe służą one do kompensacji liniowych wydłużeń termicznych rurociągów. Produkowane są kompensatory osiowe dławnicowe i mieszkowe. Kompensatory dławnicowe mogą przejmować duże wydłużenia, nawet do 60 mm. Ze względu na zbyt wysoki ich koszt praktycznie nie są stosowane. Stosowane są natomiast kompensatory mieszkowe.

Kompensatory te przygotowywane są przez producentów w postaci gotowych elementów, których mieszki kompensacyjne osłonięte są obudowami zewnętrznymi, tak jak widać na rys. 3.14.

Obudowa zewnętrzna mieszka zabezpiecza mieszek przed kontaktem np. z warstwą izolacyjną przewodu, lub innymi elementami utrudniającymi jego działanie.



Rys. 3.14. Kompensator osiowy mieszkowy

Osiowe kompensatory mieszkowe stosowane są przeważnie w instalacjach ogrzewczych, lecz także w instalacjach ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji ciepłej wody.

Wysoka cena kompensatorów mieszkowych uzasadnia ich stosowanie jedynie w koniecznych przypadkach. Jednak osiowe kompensatory mieszkowe są niezastąpione w przypadku, gdy przewodów instalacyjnych nie da się prowadzić w sposób gwarantujący kompensację naturalną i nie ma jednocześnie możliwości zastosowania kompensatorów U-kształtowych.

Dla instalacji z rur miedzianych należy stosować wyłącznie kompensatory osiowe, których mieszki sprężyste wykonany jest z odpowiedniej stali odpornej na korozję, a końcówki rurowe z miedzi lub jej stopów.

Lokalizacja kompensatora osiowego powinna być ustalana według zasad podobnych jak dla kompensatora U-kształtowego, na prostych odcinkach przewodu unieruchomionych z dwóch stron podporami stałymi.

Ponadto przy kompensatorze na przewodzie powinny zostać zamontowane tuleje prowadzące (podpory kierunkowe) sztywno zamocowane do konstrukcji, przy której jest prowadzona instalacja. Zadaniem ich jest przenoszenie sił poprzecznych i zapobieganie uszkodzeniu kompensatora w razie powstawania wyboczenia.

Przy projektowaniu osiowego kompensatora mieszkowego, każdorazowo powinna być policzona wielkość potrzebnej kompensacji dla danego odcinka przewodu o określonej średnicy i przy określonej różnicy temperatur między maksymalną temperaturą wody w przewodzie, a minimalną temperaturą otoczenia.

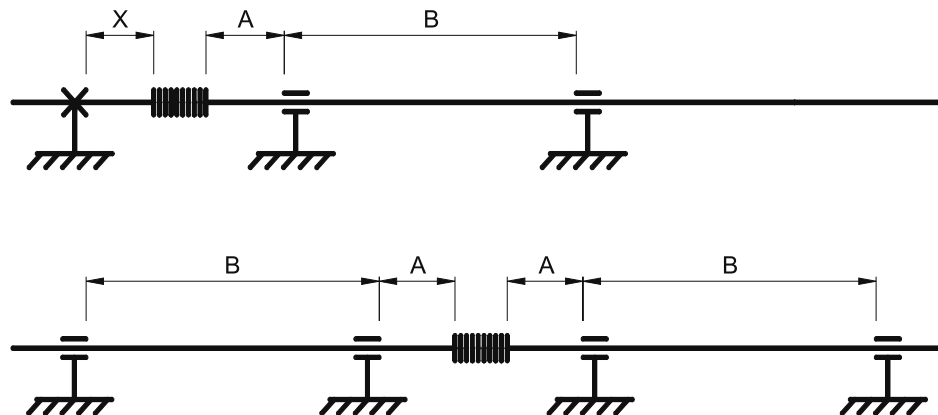
Wyliczoną wartość należy z kolei dostosować do możliwości kompensacyjnych danego typu kompensatora (zdolności przyjmowania wydłużeń liniowych kompensatorów są podawane przez producentów).

Można to osiągnąć korygując długość kompensowanego odcinka odpowiednim rozmieszczeniem podpór stałych.

Zalecane jest umieszczanie osiowego kompensatora mieszkowego w bezpośrednim sąsiedztwie podpory stałej, tak, aby jego króciec utwierdzony był w sposób sztywny, lub pośrodku odcinka między podporami.

W pierwszym przypadku należy stosować po dwie podpory kierunkowe z jednej strony kompensatora, w drugim – po dwie podpory symetrycznie z każdej strony kompensatora.

Zasady rozmieszczania kompensatora osiowego i podpór pokazano na rys. 3.15.



Rys. 3.15. Zasada rozmieszczania kompensatorów osiowych

$$A = 4D; B = 14D; X = (0,5 \div 1,0)A$$

3.5 Straty ciepła (izolacja)

Przewody w instalacji ogrzewania lub ciepłej wody, ze względu na straty ciepła w drodze ze źródła ciepła do punktów odbioru, powinny być wyposażone w izolację cieplną.

Zasady projektowania instalacji ogrzewania precyzują dobór grubości izolacji cieplnej i w programach obliczeniowych istnieje możliwość doboru odpowiedniej izolacji cieplnej i wyregulowania temperatur w pomieszczeniach.

W instalacjach wodociągowych krajowe przepisy dotychczas nie sprecyzowały zasad stosowania izolacji cieplnej. Z rozporządzenia [2] wynika jedynie wymaganie dla instalacji wody ciepłej z cyrkulacją: izolacja cieplna przewodów wody ciepłej – rozprowadzających i cyrkulacyjnych – oraz intensywność cyrkulacji powinny zapewnić, że spadek temperatury wody ciepłej w całej instalacji nie przekracza 5 K, w granicach od 55 °C do 60 °C.

Zalecenia dotychczas obowiązujące w tym zakresie mówiły ogólnie o izolacji:

- instalacji zimnej wody w pobliżu źródeł energii,
- przewodów ciepłej wody dla ograniczenia strat ciepła.

W niemieckiej normie DIN 1988 zostały sprecyzowane szczegółowo zalecenia dotyczące izolacji przewodów wodociągowych.

Zgodnie z tą normą w warstwę izolacji cieplnej należy wyposażać:

a) w instalacjach ciepłej wody:

- wszystkie przewody o średnicy od 28 mm wzwyż,
- wszystkie przewody obiegu cyrkulacyjnego,
- wszystkie przewody w piwnicach obiektów mieszkalnych i przewody w obiektach niemieszkalnych (np. szpitalach, hotelach, szkołach, biurach, budynkach przemysłowych itp.).

b) w instalacjach wody zimnej wszystkie przewody bez względu na średnicę i miejsce prowadzenia (chodzi tu o ochronę przed tworzeniem się kondensatu na powierzchni, czyli tzw. wykraplaniem oraz o ochronę zimnej wody przed podgrzaniem)

W tabelicy 3.9 podano minimalne grubości warstwy izolacji cieplnej dla przewodów zimnej wody zalecane w normie DIN 1988.

Tablica 3.9 Minimalna grubość warstwy izolacji cieplnej przewodów zimnej wody

Miejsce ułożenia przewodu	Grubość izolacji o $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$
Przewód ułożony na wierzchu ściany w pomieszczeniu nieogrzewanym	4 mm
Przewód ułożony na wierzchu ściany w pomieszczeniu ogrzewanym	9 mm
Przewód umieszczony w kanale bez przewodów z ciepłym czynnikiem	4 mm
Przewód umieszczony w kanale obok przewodu z ciepłym czynnikiem	13 mm
Przewód pionowy w bruździe	4 mm
Przewód w szachcie instalacyjnym obok przewodu z ciepłym czynnikiem	13 mm
Przewód na stropie betonowym	4 mm

Stosowane w budownictwie materiały izolacyjne dzielą się na materiały pochodzenia organicznego i nieorganicznego.

Do materiałów pochodzenia nieorganicznego należy wełna szklana i wełna mineralna.

Materiały pochodzenia organicznego to pianka poliuretanowa (PUR), pianka polietylenowa (PE), oraz spieniony kauczuk.

Dawniej stosowana w izolacjach wełna szklana i mineralna wymagały wykonywania płaszczy ochronnych.

Obecnie stosowane tworzywa spienione pochodzenia organicznego mają lepsze właściwości izolacyjne i są produkowane w postaci gotowych elementów izolacyjnych o wymiarach dostosowanych do wymiarów rur – otuliny rurowe, profile ciągłe, taśmy itp. Wszystkie te elementy mają z zewnątrz powłokę zabezpieczającą.

Jedynie otuliny ze sztywnej pianki poliuretanowej, ostatnio prawie nie stosowane, wymagają dodatkowej powłoki zewnętrznej z PVC z uwagi na zalecenia przeciwpożarowe.

Przy użyciu tworzyw spienionych produkowane są też w szerokim asortymencie rury preizolowane wyposażone w gotową izolację cieplną.

Materiały pochodzenia nieorganicznego mają obecnie zastosowanie wyłącznie w konstrukcjach budowlanych, głównie ze względu na zalecaną różnicę temperatur.

W tablicy 3.10 zestawiono orientacyjne właściwości izolacyjne różnych materiałów stosowanych do izolacji.

Parametry te są zróżnicowane dla materiałów różnych producentów, którzy sami je ustalają.

Tablica 3.10 Właściwości izolacyjne materiałów

Rodzaj materiału izolacyjnego	Gęstość	Współczynnik przewodzenia ciepła	Zakres temperatur pracy
-	kg/m ³	W/(mK)	°C
Maty z włókna szklanego	80	0,045	- 180 ÷ + 400
Maty z wełny mineralnej	100	0,042	+ 250
Pianka poliuretanowa	30	0,025	- 180 ÷ + 120
Polietylen spieniony	25 ÷ 35	0,029	- 75 ÷ + 110
Guma porowata	110	0,030	- 75 ÷ + 95

3.6 Zalecane prędkości przepływu

W instalacjach wodnych z rur miedzianych wstępnym kryterium doboru średnic przewodów jest prędkość przepływu wody. Górna granica dopuszczalnej prędkości została wyznaczona w celu zapewnienia trwałości instalacji i nie przekraczania dopuszczalnego poziomu hałasu. Przekroczenie tej granicy powoduje burzliwy przepływ wody

w przewodach i efekty akustyczne. Lokalne zakłócenia przepływu powodują powstawanie zawirowań. Wszystkie te nieprawidłowości pracy instalacji powodują niszczenie ochronnej warstwy tlenkowej rur z powodu korozji erozyjnej.

Zalecane maksymalne prędkości przepływu w instalacjach wodnych i gazowych na paliwo gazowe podano w tabelicy 3.11.

Tablica 3.11 Maksymalne prędkości przepływu

Rodzaj instalacji	Rodzaj przewodu	Prędkość maksymalna w m/s
Instalacja wodociągowa	Przewody rozdzielcze i piony	1,0
	Połączenia od pionów do punktów czerpalnych	2,0
	Przewody cyrkulacyjne	0,5
Instalacja ogrzewania	Przewody o średnicy do 28mm	0,3
	Przewody o średnicy powyżej 28mm	0,5
Instalacja gazowa na paliwo gazowe	Wszystkie przewody	6,0

3.7 Podpory, uchwyty

Prawidłowe rozmieszczenie uchwytów mocujących zapewnia polepszenie trwałości instalacji. W mocowaniu różniamy uchwyty stałe i przesuwne.

Uchwyty stałe (punkty stałe) przytwierdzają przewód nieruchomo, czyli w sposób stały. Uchwyty przesuwne (punkty przesuwne) utrzymują przewód pozwalając mu na ruch wzdłuż osi podczas kompensacji, nie dopuszczając do wyboczenia.

Przy planowaniu rozmieszczenia uchwytów mocujących należy mieć na uwadze kompensację przewodów oraz rozmieszczenie armatury na poziomach i związaną z tym lokalizację uchwytów stałych (punktów stałych). Należy zawsze pamiętać o pozostawieniu swobodnego odcinka A przy zmianie kierunku przewodu, aby wydłużenie przewodu nie było zakłócanie (patrz rozdział 3.4.).

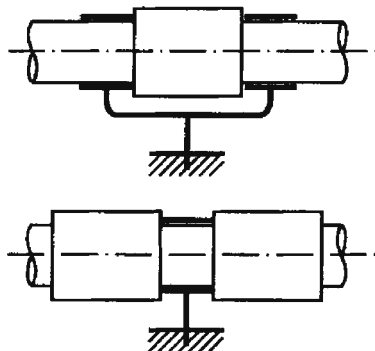
Przewody mocowane są uchwytami bezpośrednio do konstrukcji ściany lub stropu lub pośrednio poprzez różnego rodzaju wsporniki ułożone poziomo lub pionowo.

Prawidłowe odległości między uchwytami dla rur miedzianych podano w tabelicy 3.12.

Tablica 3.12 Rozstaw uchwytów mocujących dla rur miedzianych (odległość między uchwytami)

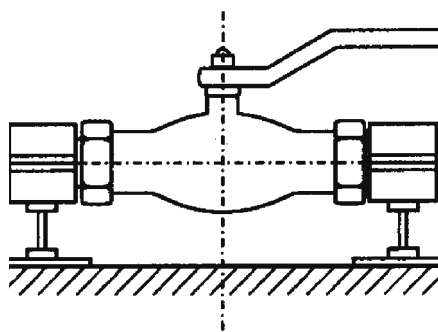
Średnica zewnętrzna (nominalna) [mm]													
12	15	18	22	28	35	42	54	64	76,1	88,9	108	133	159
Rozstaw [m]													
1,25	1,25	1,50	2,00	2,25	2,75	3,00	3,50	4,00	4,25	4,75	5,00	5,00	5,00

Punkt stały mocowania przewodu wykonywany jest za pomocą tulei (nakładek) nalutowanych na przewód i ustalających nieprzesuwne położenie przewodu (rys. 3.16)



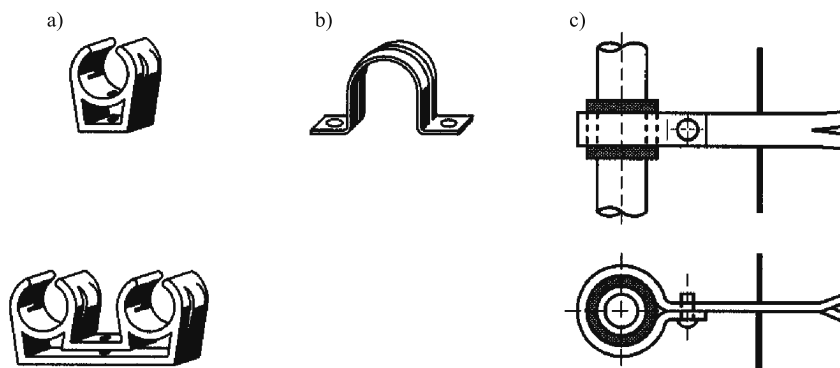
Rys. 3.16 Schematy budowy punktu stałego

Punkt stały w instalacji miedzianej jest zawsze przy armaturze (rys. 3.17). Jest to konieczne ze względu na obciążenie przewodu i ochronę przed odkształceniem.



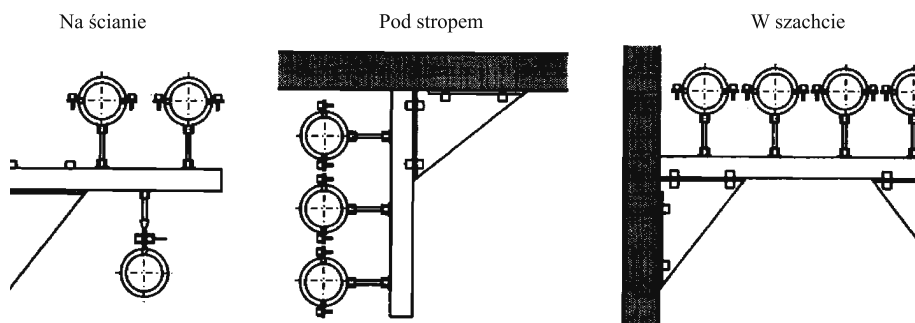
Rys. 3.17. Sposób mocowania armatury

Elementy mocujące rurę w punktach przesuwnych mogą być wykonane z tworzyw sztucznych, taśmy miedzianej lub stali (rys.3.18). Przy stosowaniu elementów mocujących z metalu, pomiędzy nimi a rurą należy zastosować przekładkę ochronną (np. wkładkę gumową), aby zapobiec uszkodzeniom powierzchni rury podczas przesuwania się i zmniejszyć poziom hałasu powstający podczas pracy instalacji.



Rys. 3.18. Przykłady uchwytów do mocowania przewodów miedzianych

Sposób mocowania przewodów do wsporników przedstawiono na rys. 3.19.



Rys.3.19. Sposób mocowania przewodów na wspornikach

4 Instalacje wodociągowe

4.1 Zasady wyboru systemu instalacyjnego

Instalacje wodociągowe z rur miedzianych, tak jak i instalacje ogrzewania, są u nas coraz szerzej stosowane, a za granicami Polski są poważną konkurencją dla rur z tworzyw sztucznych.

Prawidłowo wykonana i eksploatowana instalacja z rur miedzianych przewyższa trwałością i jakością instalacje z innych materiałów.

Woda przeznaczona do spożycia przez ludzi w instalacji miedzianej zachowuje wymagane parametry, a miedź oddziałuje na wodę bakteriostatycznie. Miedź okazuje się też korzystna jako składnik kosmetyków, gdyż opóźnia starzenie się skóry. Człowiek powinien dostarczać organizmowi przeciętnie 2 – 3 mg miedzi dziennie. W wodzie z rur miedzianych zawartość tego pierwiastka jest śladowa – dopuszcza się obecnie [4] zawartość 2 mg/l.

Ograniczeniem do stosowania instalacji z miedzi jest jedynie wartość pH wody niższa od 7,0.

Przy wyborze systemu instalacyjnego podstawą powinny być wymagania i informacje zawarte w normie PN-EN 1717.

Należy zdecydować się na wybór jednolitych materiałów i jednakowej technologii dla całej instalacji, dla uniknięcia pomyłek w wykonawstwie.

W przypadku konieczności użycia różnych materiałów bardzo istotne dla trwałości instalacji jest prawidłowe ich stosowanie. Niedopuszczalne jest stosowanie rur lub urządzeń ze stali ocynkowanej za przewodami miedzianymi (idąc w kierunku przepływu wody). Woda niosąca jony miedzi powoduje przyspieszoną korozję wżerową stali ocynkowanej. Dzieje się tak np. w przypadku zastosowania miedzianej instalacji ciepłej wody z cyrkulacją z wymiennikiem ciepłej wody ze stali ocynkowanej zamiast ze stali odpornej na korozję.

Należy ustalić jeden system rur, system łączników i elementów połączeniowych dla armatury i urządzeń i łączników przejściowych (adaptacyjnych). Do wybranych systemów powinny należeć określone narzędzia, materiały uszczelniające i pomocnicze, elementy podwieszenia i mocowania itp.

Stosowane materiały powinny należeć do wyrobów nowej generacji. Nie należy wykorzystywać starych zapasów zarówno rur i łączników jak też materiałów pomocniczych (luty, topniki).

Wykonawca powinien mieć świadomość obowiązku stosowania się do szczegółowych instrukcji zawartych w poradniku [12].

Należy zwrócić uwagę, by woda dostarczana do instalacji odpowiadała wymaganiom określonym w rozporządzeniu [4], a także zaleceniom opracowanym przez COBRTI INSTAL [14] (patrz 1.3.5).

Jest to ważne nie tylko z punktu widzenia sanitarno-higienicznego, ale też istotne dla trwałości instalacji miedzianej.

Podsumowując, należy w toku projektowania przestrzegać niżej podanych zaleceń:

- unikanie przewymiarowania przewodów i ograniczania stosowania przewodów o dużych przekrojach (jest to bardzo istotne nie tylko dla hydrauliki instalacji, ale dla końcowych kosztów materiałów i robocizny),
- ograniczenie liczby punktów poboru wody w taki sposób, aby były lepiej wykorzystywane i aby nie istniały przez dłuższy czas odcinki „martwe”,
- unikanie prowadzenia przewodów do odległych i rzadko używanych punktów poboru, zwłaszcza pozbawionych możliwości odwodnienia,
- unikania prowadzenia przewodów zimnej wody w obszarach oddziaływania źródeł ciepła, które mogłyby powodować podgrzanie jej do temperatury powyżej 20 °C,
- unikanie prowadzenia przewodów w zewnętrznych ścianach,
- unikanie instalacji z materiałów mieszanych (miedź – stal),
- instalowanie na przewodzie zasilającym filtra (z siatki o oczkach maksimum 80 µm) nie przepuszczającego zanieczyszczeń z sieci zewnętrznej lub ujęcia, w tym też produktów korozji, do instalacji domowej,
- stosowanie identyfikacji i trasowania przewodów dla zapewnienia łatwej dostępności,
- stosowania znakowania przewodów w dużych instalacjach dla zróżnicowanych mediów,
- opracowanie w projekcie wszystkich szczegółów instalacji decydujących o jej poprawnej pracy z dokładnym opisem (np. rozmieszczenie punktów stałych, kompensatorów, połączeń rozłącznych itp.),
- zastosowanie w instalacji ciepłej wody z cyrkulacją urządzeń mogących współpracować z instalacją miedzianą (z miedzi lub jej stopów, ze stali odpornej na korozję, z tworzyw sztucznych),
- w przypadku grupowych węzłów cieplnych wykonywanie z rur i łączników miedzianych wszystkich instalacji ciepłej wody zasilanych z danego węzła.

4.2 Wymiarowanie przewodów

Wymiarowanie przewodów wodociągowych obejmuje wyznaczenie ich średnic, określenie strat ciśnienia i minimalnego ciśnienia zapewniającego utrzymanie ciągłości dostawy wody do odbiorców.

Korzystamy przy tym z równania ciągłości

$$q = \frac{(\pi D^2)}{4} V \quad (4.1)$$

z którego następnie można wyliczyć:

$$D = \sqrt{\frac{4q}{\pi V}} \quad (4.2)$$

gdzie:

- D – średnica przewodu
- q – przepływ obliczeniowy
- v – prędkość przepływu

Nie jest możliwe bezpośrednie stosowanie powyższego wzoru gdyż nie jest znana prędkość i ilość wody przepływająca w jednostce czasu.

4.2.1 Straty ciśnienia

W instalacji podczas przepływu wody w przewodzie powstaje:

- spadek ciśnienia spowodowany tarciem o ścianki rur tzw. straty liniowe,
- spadek ciśnienia przy przepływie przez łączniki i inne elementy instalacji tzw. straty miejscowe.

Przy ruchu ustalonym w przewodzie o przekroju kołowym do obliczenia liniowych strat ciśnienia stosuje się wzór Darcy – Weisbacha:

$$\Delta p_l = \frac{\lambda l}{d_i} \times \frac{V^2 \rho}{2} \quad (4.3)$$

gdzie:

- Δp_l - strata ciśnienia na długości l
- λ - współczynnik oporów liniowych
- l - długość odcinka obliczeniowego
- d_z - zewnętrzna średnica przewodu
- d_i - wewnętrzna średnica przewodu
- V - średnia prędkość przepływu
- ρ - gęstość wody

Współczynnik oporów liniowych λ , inaczej współczynnik tarcia, zależy od rodzaju ruchu wody w przewodzie, średnicy przewodu i stanu jego powierzchni wewnętrznej czyli stopnia chropowatości.

Rodzaj ruchu i średnicę przewodu charakteryzuje liczba Reynoldsa Re .

Dla instalacji wodociągowych, tzn. w strefie przejściowej ruchu burzliwego, wartość współczynnika oporów liniowych λ określana jest wzorem Colebrooka – White'a:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{K}{d_i} \quad (4.4)$$

gdzie:

K - współczynnik chropowatości bezwzględnej

Wzór powyższy jest uniwersalny, daje dokładne wyniki dla całego zakresu Re .

Wadą jego jest trudność przy bezpośrednim wykorzystaniu go do obliczeń hydraulicznych.

Do obliczania liniowych strat ciśnienia służą gotowe tablice i nomogramy.

Jednostkowe straty ciśnienia R przy określonym przepływie "q" i odpowiadające mu prędkości V w przewodach miedzianych możemy odczytać z nomogramu (rys. 4.1.A i 4.1.B)

Miejscowe straty ciśnienia wyrazić można wzorem:

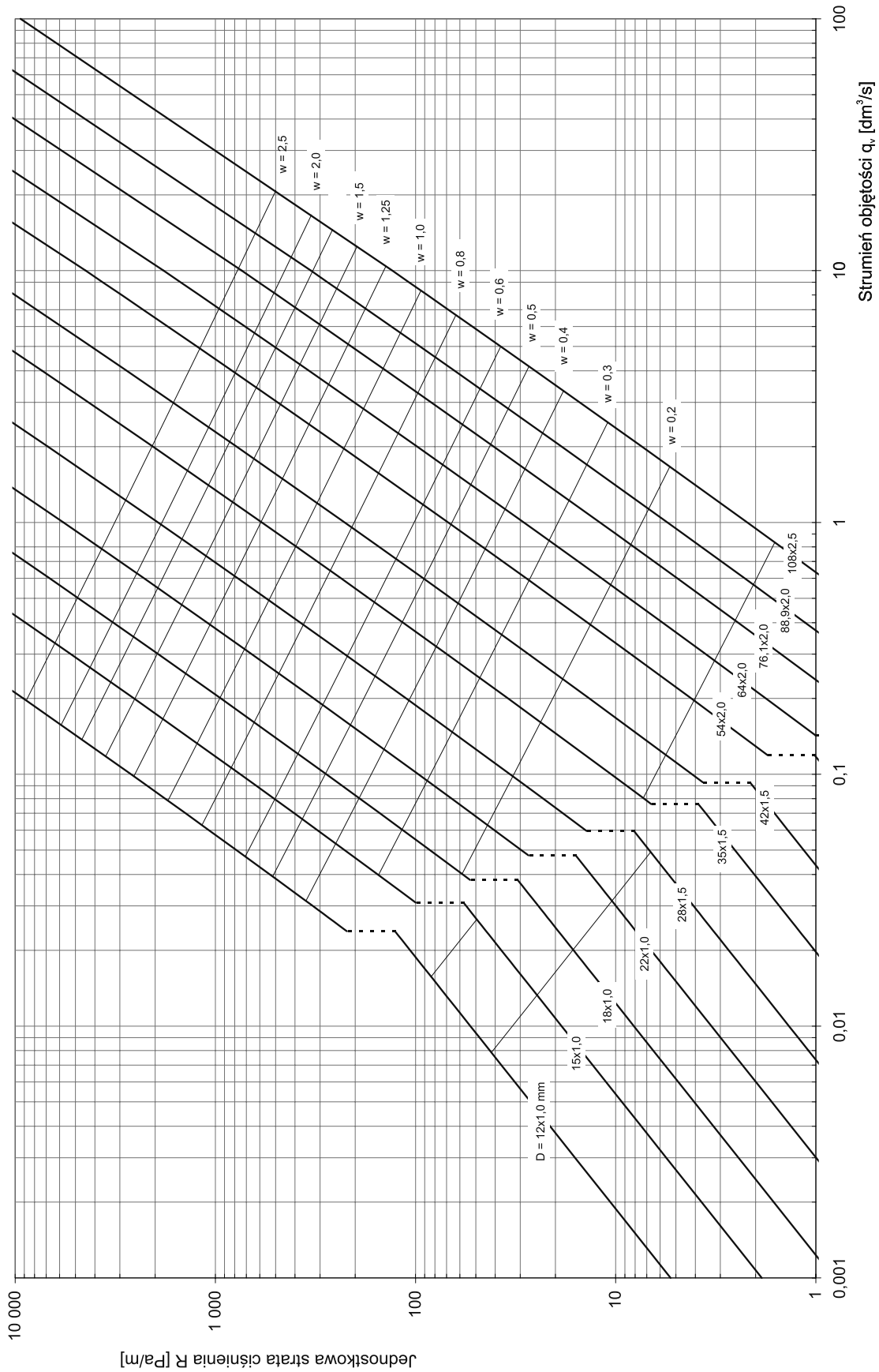
$$\Delta p_m = \xi \frac{V^2 q}{2} \quad (4.5)$$

gdzie:

ξ - współczynnik oporów miejscowych

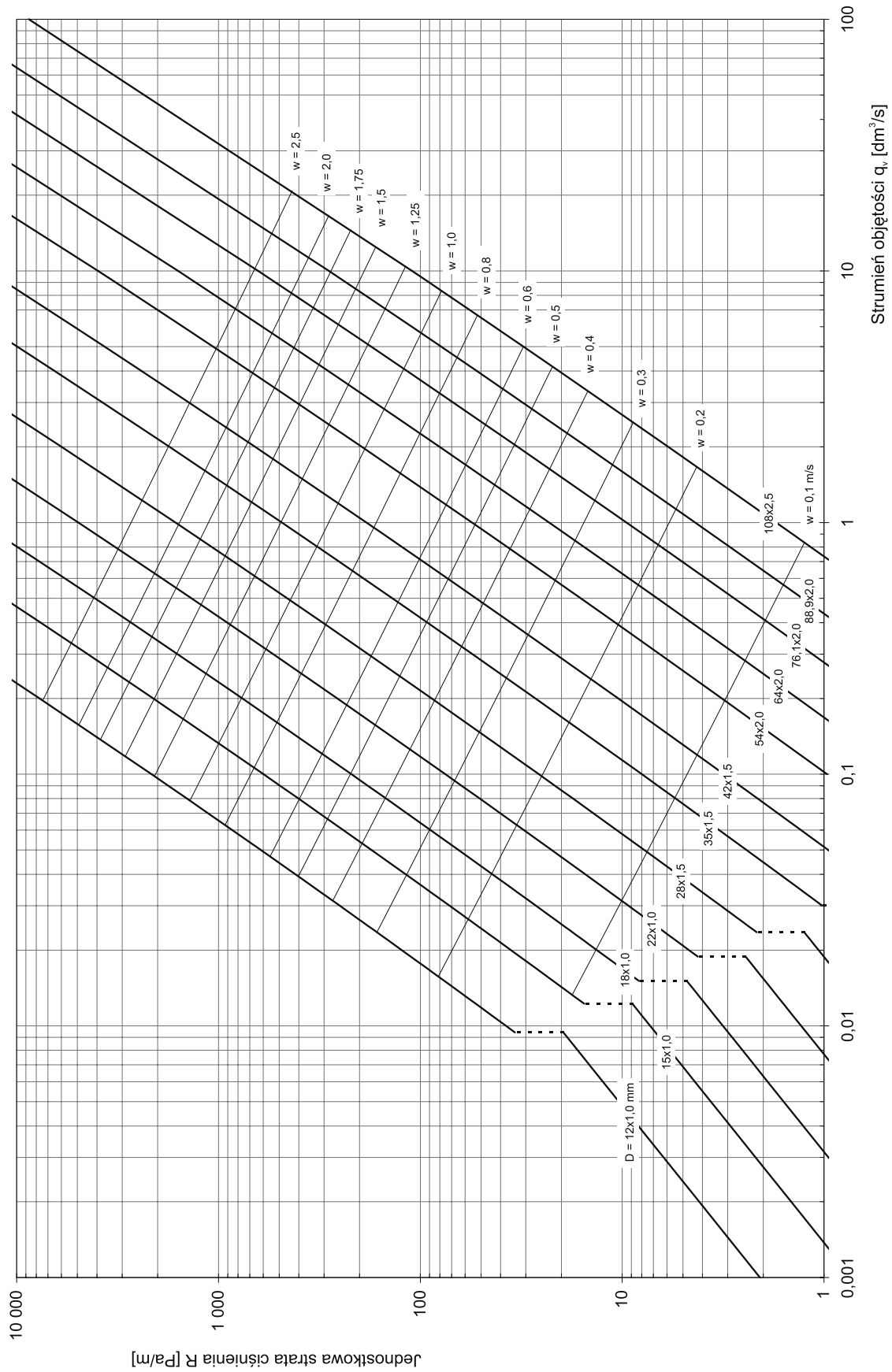
W tablicy 4.1 podano miejscowe straty ciśnienia w zależności od prędkości przepływu wody

Przy określaniu średnicy przewodu chodzi o dobór takiej wielkości katalogowej, która przy określonym przepływie zapewni straty nie większe niż wynikają z nomogramu (rys. 4.1.A i 4.1.B)



Rys.4.1.A Nomogram do obliczania przepływu i strat hydraulicznych w rurach instalacyjnych miedzianych przy $k = 0,01$ mm i $t = 10$ °C

Rys.4.1.B. Nomogram do obliczania przepływu i strat hydraulicznych w rurach instalacyjnych miedzianych przy $k = 0,01 \text{ mm}$ i $t = 55^\circ \text{C}$



Tablica 4.1 Spadek ciśnienia p_m wywołany oporami miejscowymi o $\xi=1$ w zależności od prędkości przepływu V ($\Delta p_m = 5V^2 \sum \xi$)

Prędkość przepływu V m/s	Spadek ciśnienia Δp_m dla $\xi=1$ daPa	Prędkość przepływu V m/s	Spadek ciśnienia Δp_m dla $\xi=1$ daPa
0,1	1	2,6	338
0,2	2	2,7	365
0,3	5	2,8	392
0,4	8	2,9	421
0,5	13	3,0	450
0,6	18	3,1	480
0,7	25	3,2	510
0,8	32	3,3	550
0,9	41	3,4	580
1,0	50	3,5	610
1,1	61	3,6	650
1,2	72	3,7	680
1,3	85	3,8	720
1,4	98	3,9	760
1,5	113	4,0	800
1,6	128	4,1	840
1,7	145	4,2	880
1,8	162	4,3	920
1,9	181	4,4	970
2,0	200	4,5	1010
2,1	221	4,6	1060
2,2	242	4,7	1100
2,3	265	4,8	1150
2,4	288	4,9	1200
2,5	313	5,0	1250

4.2.2 Przepływ obliczeniowy

Do wyznaczania przepływu obliczeniowego niezbędna jest znajomość normatywnych wpływów z punktów czerpalnych.

W tablicy 4.2 podano normatywny wpływ z punktów czerpalnych oraz wymagane ciśnienie przed punktem czerpalnym wg PN-EN 1717.

Tablica 4.2 Normatywny wypływ wody z punktów czerpalnych i wymagane ciśnienia przed punktem czerpalnym (według PN-EN 1717) oraz temperatura wody ciepłej (według rozporządzenia [1])

Rodzaj punktu czerpalnego i jego średnica nominalna		Wymagane ciśnienie	Normatywny wypływ wody		
			mieszana ¹⁾		tylko zimna ¹⁾ lub tylko ciepła ²⁾
			zimna ¹⁾	ciepła ²⁾	
		bar	dm ³ /s	dm ³ /s	dm ³ /s
Zawór czerpalny bez perlatora	dn 15	0,5			0,30
	dn 20	0,5			0,50
	dn 25	0,5			1,00
Zawór czerpalny z perlatozem	dn 10 i dn 15	1,0			0,15
Płuczka ciśnieniowa	dn 15	1,2			0,70
	dn 20	1,2			1,00
	dn 25	0,4			1,00
Zawór spłukujący do pisuarów	dn 15	1,0			0,30
Zmywarka do naczyń (domowa)	dn 15	1,0			0,15
Pralka automatyczna (domowa)	dn 15	1,0			0,25
Płuczka zbiornikowa	dn 15	0,5			0,13
Warnik elektryczny ³⁾	dn 15	1,0			0,10
Głowica natrysku	dn 15	1,0	0,10	0,10	0,20
Bateria czerpalna	natryskowa	dn 15	1,0	0,15	0,15
	wannowa	dn 15	1,0	0,15	0,15
	wannowa (wanna do siedzenia)	dn 15	1,0	0,07	0,07
	zlewozmywakowa	dn 15	1,0	0,07	0,07
	umywalkowa	dn 15	1,0	0,07	0,07
	z mieszalnikiem	dn 20	1,0	0,30	0,30

¹⁾ temperatura wody zimnej 15 °C
²⁾ temperatura wody ciepłej 55 °C
UWAGA:
wg § 120 ust. 2 rozporządzenia [1] temperatura wody ciepłej w punkcie czerpalnym nie powinna być niższa niż 55 °C i wyższa niż 60 °C
³⁾ całkowicie otwarta śruba dławiąca

Przepływ obliczeniowy wody q , należy ustalić stosując poniższe zasady, zgodne z wymaganiami polskiej normy PN-EN 1717:2003.

W budynkach mieszkalnych:

- dla $0,07 \leq \sum q_n \leq 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ oraz dla armatury o $q_n < 0,5 \text{ dm}^3/\text{s}$ według wzoru (4.6)

$$q = 1,08(\sum q_n)^{0,5} - 1,82 \quad (4.6)$$

- dla $\sum q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ oraz dla armatury o $q_n \geq 0,5 \text{ dm}^3/\text{s}$ według wzoru (4.7)

$$q = 4,3(\sum q_n)^{0,27} - 6,65 \quad (4.7)$$

W budynkach biurowych i administracyjnych:

- dla $\Sigma q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ według wzoru (4.8)

$$q = 4,3(\Sigma q_n)^{0,27} - 6,65 \quad (4.8)$$

- dla $\Sigma q_n \leq 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ według wzoru (4.6).

W hotelach i domach towarowych:

- dla hoteli i domów towarowych, jeżeli w wyposażeniu są punkty czerpalne, których $q_n > 0,5 \text{ dm}^3/\text{s}$, oraz w obszarze $1 < \Sigma q_n \leq 20 \text{ dm}^3/\text{s}$, według wzoru (4.9)

$$q = (\Sigma q_n)^{0,366} \quad (4.9)$$

- dla hoteli i domów towarowych, jeżeli w wyposażeniu są tylko punkty czerpalne, których $q_n < 0,5 \text{ dm}^3/\text{s}$, oraz w obszarze $0,1 < \Sigma q_n \leq 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ według wzoru (4.10)

$$q = 1,08(\Sigma q_n)^{0,5} - 1,82 \quad (4.10)$$

- dla hoteli w obszarze $\Sigma q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ według wzoru (4.11)

$$q = 1,08(\Sigma q_n)^{0,5} - 1,82 \quad (4.11)$$

- dla domów towarowych w obszarze $\Sigma q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ według wzoru (4.12)

$$q = 4,3(\Sigma q_n)^{0,27} - 6,65 \quad (4.12)$$

w których:

q - obliczeniowy przepływ wody zimnej lub wody ciepłej, dm^3/s ,

q_n - normatywny wypływ z punktów czerpalnych, dm^3/s , według tablicy 4.3.

dla instalacji wodociągowych w obiektach innych niż wyżej wymienione należy dobrać wzór do ustalenia przepływu obliczeniowego przez analogię do sposobu korzystania z instalacji przez użytkowników.

4.3 Prowadzenie przewodów

Sposób prowadzenia przewodów opisano szczegółowo w 3.2.

4.4 Kompensacja

Przewody instalacji wodociągowej z rur miedzianych powinny być tak zaprojektowane, aby była możliwa ich kompensacja.

Należy przewidzieć w miarę możliwości, zależnie od układu konstrukcyjnego budynku, kompensację naturalną, lub zastosować kompensatory.

W przewodach z rur miedzianych konieczne jest to szczególnie dla instalacji ciepłej wody i cyrkulacji ciepłej wody.

W przypadku wody zimnej zależy to od indywidualnych warunków w budynku tzn. od różnicy temperatur i należy przeprowadzić sprawdzające obliczenia (przeważnie kompensacja jest niewielka i można ją praktycznie pominąć). Sposób kompensowania wydłużeń cieplnych opisano szczegółowo w 3.4.

4.5 Armatura

Stosowanie armatury opisano szczegółowo w 3.3.

4.6 Zapobieganie rozwojowi bakterii legionella. Zalecenia projektowe i eksploatacyjne.

Bakterie legionelli rozwijają się w instalacjach wody pitnej i ciepłej wody użytkowej, gdy na wewnętrznych powierzchniach ścianek rur (szczególnie o chropowatych powierzchniach) osadza się biofilm, woda ma temperaturę w zakresie 30 - 45°C, wartość pH zawiera się między 6,8 a 7 oraz woda jest w stagnacji. Optymalne warunki do rozmnażania się legionelli to temperatura ciała ludzkiego. Istnieje wiele czynników, które mogą minimalizować ryzyko infekcji. Najważniejszym czynnikiem jest temperatura wody. Dla wody gorącej temperaturę należy utrzymywać minimum 60°C w całej instalacji, zaś zimna woda musi pozostać faktycznie zimna i nie powinna przekraczać 20°C. Do wykonywania instalacji wody pitnej i ciepłej wody użytkowej należy stosować materiały, na których nie osadza się kamień powodujący chropowatość wewnętrznej powierzchni rur i powstawanie biofilmu, będącego pożywką dla bakterii. Drugim czynnikiem, który ma wpływ na rozwój bakterii legionella to stagnacja wody, której można zapobiegać przez prawidłowe projektowanie instalacji, zapewniające odpowiednie przepływy wody we wszystkich częściach instalacji. Innym zabezpieczeniem są dodatkowe układy cyrkulacji, które w sposób ciągły zapewniają przepływ wody w instalacjach. Miedź jest doskonałym materiałem zapobiegającym rozwojowi bakterii legionella, na powierzchni wewnętrznej rur, przez którą przepływa woda nie osadza się kamień i jest ona przez cały okres eksploatacji gładka. Porównując materiały pod względem kolonizacji w różnych typach wody i w różnych temperaturach wykazano, że na miedzi proces ten jest 10 do 100 razy mniejszy niż na innych materiałach. Dodatkową zaletą miedzi jest jej odporność na wysokie temperatury, kiedy instalacje należy poddać dezynfekcji termicznej w temp. powyżej 70°C. Skuteczne zapobieganie powstawaniu bakterii legionella w instalacjach wody pitnej i ciepłej wody użytkowej powinno być przestrzegane w:

- fazy projektowania,
- eksploatacji instalacji przez użytkownika.

Zasady projektowe, które należy przestrzegać przy projektowaniu nowych i modernizacji instalacji wody pitnej i ciepłej wody użytkowej:

- użycie do budowy rurociągów materiałów o niskim stopniu osadzania biofilmu np. rur miedzianych czy ze stali nierdzewnej,
- ochrona instalacji z wodą zimną przed przegrzaniem (zalecana temp. wody poniżej 20°C), przez stosowanie odpowiednio skutecznej, ciągłej (klejonej) izolacji na rurach, oraz unikanie wspólnych tras przebiegu w szachtach z rurami z gorącymi mediami,
- w instalacjach ciepłej wody użytkowej o małej pojemności zapewnienie odpowiedniej temp. (temp. zalecana 60°C, temp. min. 50°C),
- w instalacjach o dużej pojemności zapewnienie temp. min. 60°C,
- stosowanie podgrzewaczy o optymalnych pojemnościach,
- zapewnienie możliwości okresowej inspekcji i czyszczenia zasobników CWU ze szlamów i wytrąceń,
- stosowanie cyrkulacji lub podgrzewania wspomagającego w przypadku rurociągów o pojemności powyżej 3 litrów, przy braku stabilnego przepływu roboczego,
- w instalacjach o dużej pojemności stosowanie cyrkulacji, w których maksymalny spadek temp. wynosić będzie 5°K,
- system cyrkulacji instalacji może być w stanie spoczynku najwyżej 8 godzin,
- zapewnienie stosowania izolacji na obwodach cyrkulacji równorzędnej z izolacją roboczą ciepłej wody.

Najważniejszymi zaleceniami dla użytkownika instalacji wody pitnej i ciepłej wody użytkowej są:

- utrzymanie krótkich czasów stagnacji wody (czas stagnacji wody w instalacjach wodnych powinien być krótszy niż czas potrzebny do rozmnażania legionelli,

- zapewnienie bezpiecznej temp. wody ciepłej w instalacjach przez odpowiednią regulację urządzeń termostatycznych w punktach poboru ciepłej wody,
- zapewnienie codziennej dezynfekcji termicznej wodą o temperaturze min 70 °C przez okres ok. 1 godziny, w porach najmniej uciążliwych dla odbiorców,
- okresowe badanie jakości cwu pod względem skażenia legionellą.

4.7 Odbiór instalacji i przekazanie do eksploatacji

Próbę szczelności instalacji z rur miedzianych przeprowadza się jak przy odbiorze instalacji z innych rur metalowych. Napełniając instalację wodą należy tego dokonać poprzez filtr siatkowy zatrzymujący cząstki stałe (np. piasek), co zapobiega niszczeniu ochronnej warstwy tlenkowej.

Odbiór i przekazanie do eksploatacji instalacji powinno się odbyć zgodnie z odpowiednimi warunkami technicznymi wykonania i odbioru instalacji, np. wydanymi w ramach serii wydawniczej „Wymagania techniczne COBRTI INSTAL” [18, 19]

5 Instalacje ogrzewcze

5.1 Projektowanie instalacji ogrzewczych

Przy projektowaniu instalacji ogrzewczych, a konkretnie instalacji centralnego ogrzewania, tzn. przy obliczaniu szczytowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania, wymiarowaniu przewodów, doborze grzejników, armatury itp. należy posługiwać się wytycznymi projektowania instalacji centralnego ogrzewania [9].

5.2 Instalacje grzejnikowe

Z rur miedzianych można wykonywać instalacje ogrzewcze wodne pompowe i grawitacyjne, otwarte i zamknięte, z rozdziałem dolnym i górnym, jednorurowe i dwururowe itp. Z uwagi jednak na znacznie wyższy koszt materiału oraz ogólne tendencje światowe, praktycznie nie przewiduje się wykonywania z rur miedzianych instalacji grawitacyjnych. Zwiększone koszty przewodów nie są równoważone kosztami pompowania, szczególnie obecnie, przy stosowaniu pomp bezdławnicowych o bardzo małych mocach i małym zużyciu energii elektrycznej. W ogrzewaniach grawitacyjnych pojemności zładów są znacznie większe i wymagają przy hermetyzacji zładów stosowania większych naczyń wzbiorczych przeponowych.

5.2.1 Systemy instalacji

5.2.1.1 Budynki wielorodzinne

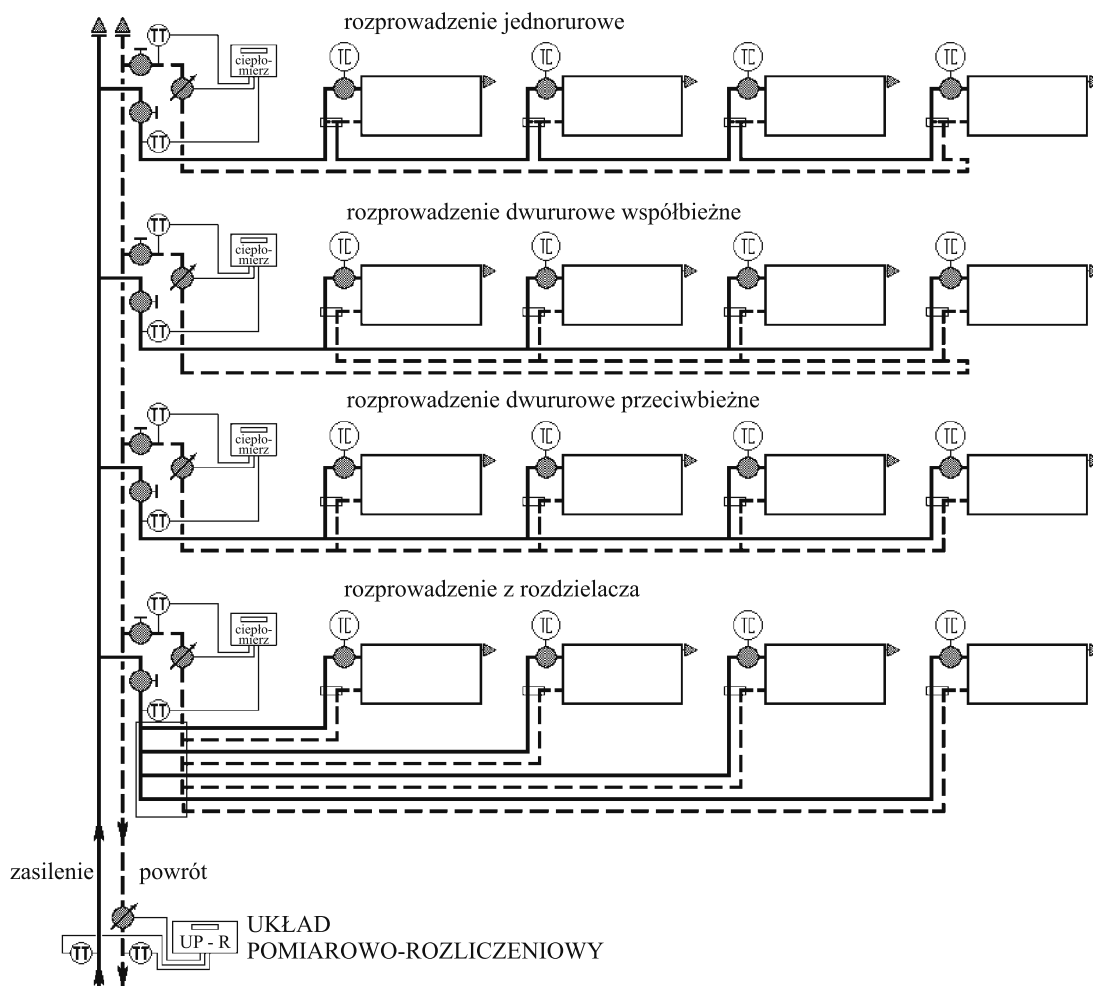
W istniejącym budownictwie wielorodzinnym do niedawna najbardziej rozpowszechnionym systemem instalacji ogrzewczej centralnego ogrzewania było centralne ogrzewanie wodne z rozdziałem dolnym, dwururowe, otwarte, z centralnym odpowietrzeniem. Realizacja takich ogrzewań z miedzi jest oczywiście możliwa. Korzyści wynikać będą z łatwiejszego i szybszego montażu, cieńszych przewodów, które łatwiej skryć w bruzdach czy listwach przypodłogowych. Nie zaleca się jednak ich projektowania w nowych budynkach mieszkalnych. Z punktu widzenia kompensacji przewodów korzystniej jest wykonywać piony jednostronne.

Oczywiście nie ma żadnych trudności w wykonywaniu z rur miedzianych ogrzewań jednorurowych.

Obecnie, w związku z ogólnoswiatowymi trendami pomiaru zużytej energii przez indywidualnych odbiorców, które trafiły również do Polski, rury miedziane stwarzają możliwości, których nie było przy rurach stalowych. Układy takie wymagają prowadzenia głównych pionów na klatce schodowej lub przez inne pomieszczenia użytku ogólnego i poprzez jednopunktowe połączenia z zainstalowanymi ciepłomierzami, rozprowadzanie czynnika grzejnego do grzejników w danym mieszkaniu. Przykłady takich rozwiązań pokazane są na rys. 5.1.

Jak na tym rysunku widać są tu trzy systemy rozprowadzenia:

- rozprowadzenie jednorurowe,
- rozprowadzenie dwururowe w dwóch odmianach: dwururowe współbieżne (tzw. Tichelmana) oraz dwururowe przeciwbieżne,
- rozprowadzenie z rozdzielacza.



Rysunek 5.1. Schematy mieszkaniowych rozprowadzeń instalacji c.o., w budynku wielorodzinnym

W systemie jednorurowym zasilanie grzejników w mieszkaniu wykonywane jest przewodem miedzianym w osłonie z tworzywa o wymiarze 15×1 mm lub 15×0,8 mm prowadzonym w listwie przypodłogowej i/lub w szlichcie podłogowej.

W systemach dwururowych poszczególne grzejniki zasilane są najczęściej przewodami miedzianymi w osłonie z tworzywa o wymiarze 10×0,7 mm (rozprowadzenie z rozdzielacza – najczęściej w szlichcie podłogowej – oraz przyłączenie do przewodu rozprowadzającego). Średnica przewodów rozprowadzających (prowadzonych w szlichcie podłogowej i/lub listwie przypodłogowej) powinna zostać obliczona.

5.2.1.2 Budynki jednorodzinne

Przewody miedziane, ze względu na łatwość kształtowania dają znaczne możliwości prowadzenie zarówno w listwach przypodłogowych, bruzdach ściennych jak i szlichcie podłogowej.

Stosowanie instalacji z rur miedzianych w budownictwie jednorodzinny daje szczególnie dobre efekty przez:

- zmniejszenie asortymentu niezbędnych rur i armatury,
- zmniejszenie masy materiału,
- zmniejszenie nakładu robocizny, wielkości brygad montażowych oraz narzędzi niezbędnych do montażu,
- skrócenie czasu montażu.

W określonych warunkach godne polecenia jest stosowanie ogrzewania podłogowego, które zapewnia najbardziej korzystny, ze względu na najmniejsze zużycie ciepła, pionowy rozkład temperatury w pomieszczeniach.

Warunkiem możliwości wykonania ogrzewania podłogowego są małe jednostkowe straty ciepła ogrzewanych pomieszczeń, nie przekraczające w warunkach obliczeniowych temperatur zewnętrznych 100 W na metr kwadratowy powierzchni grzewczej podłogi. W pomieszczeniach w których te straty ciepła są większe konieczne będzie, oprócz ogrzewania podłogowego, zastosowanie dodatkowo ogrzewania ściennego lub grzejników. Równoczesne zastosowanie ogrzewania płaszczyznowego i grzejnikowego wymaga dwóch obiegów grzewczych. Jednego z zaworem mieszającym, który zapewni w rurach węzownic ogrzewania płaszczyznowego obieg wody o temperaturze nie wyższej niż 55 °C i drugiego dla potrzeb ogrzewania grzejnikowego i przygotowania ciepłej wody, gdzie temperatura nie powinna być niższa niż 75 °C.

5.3 Parametry hydrauliczne

5.3.1 Wymiarowanie przewodów

Opory tarcia można przyjmować z nomogramów na rys. 5.2.

Opory miejscowe można przyjmować w oparciu odpowiednie wartości współczynników oporów miejscowych podane w tablicy 3.3.

Po wykonaniu obliczeń należy wyrównać opory poszczególnych obiegów przez ewentualną zmianę średnic, dbając jednak, aby nie zostały przekroczone dopuszczalne prędkości. Pozostały nadmiar różnicy ciśnienia należy zdławić odpowiednimi nastawami armatury regulacyjnej. Różnica oporów poszczególnych obiegów nie powinna przekraczać 15 %.

5.4 Dobór pomp obiegowych

Ustawienie pomp obiegowych należy tak projektować, aby ich praca zapewniała w całej instalacji nadciśnienie.

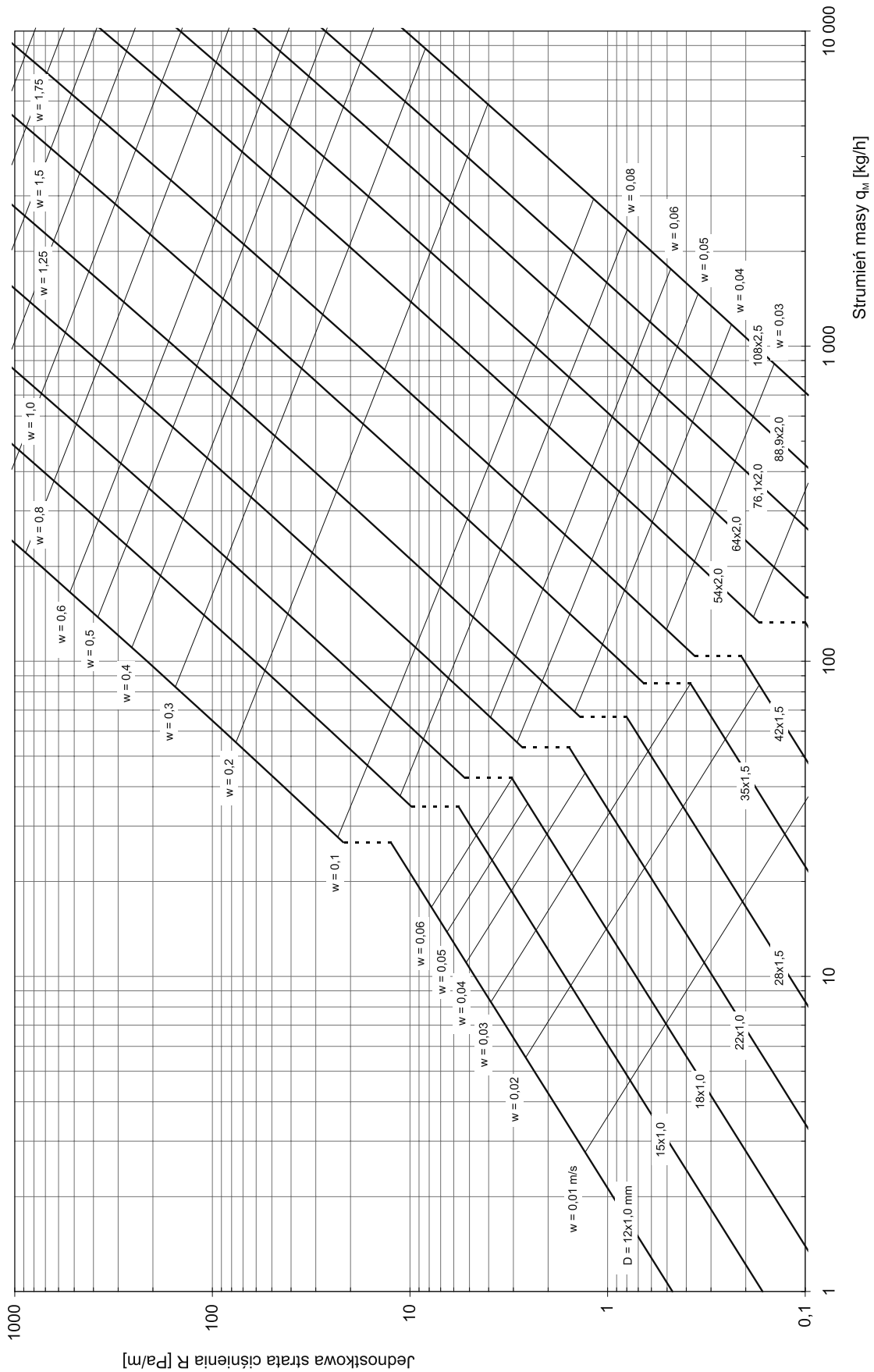
Dla zapewnienia optymalnych warunków pracy instalacji i oszczędności energii celowe jest stosowanie pomp obiegowych bezdławnicowych (t.zw. hermetycznych) instalowanych na przewodach pionowych, z regulacją dostosowaną do sposobu automatycznej regulacji pracy instalacji.

5.5 Prowadzenie przewodów

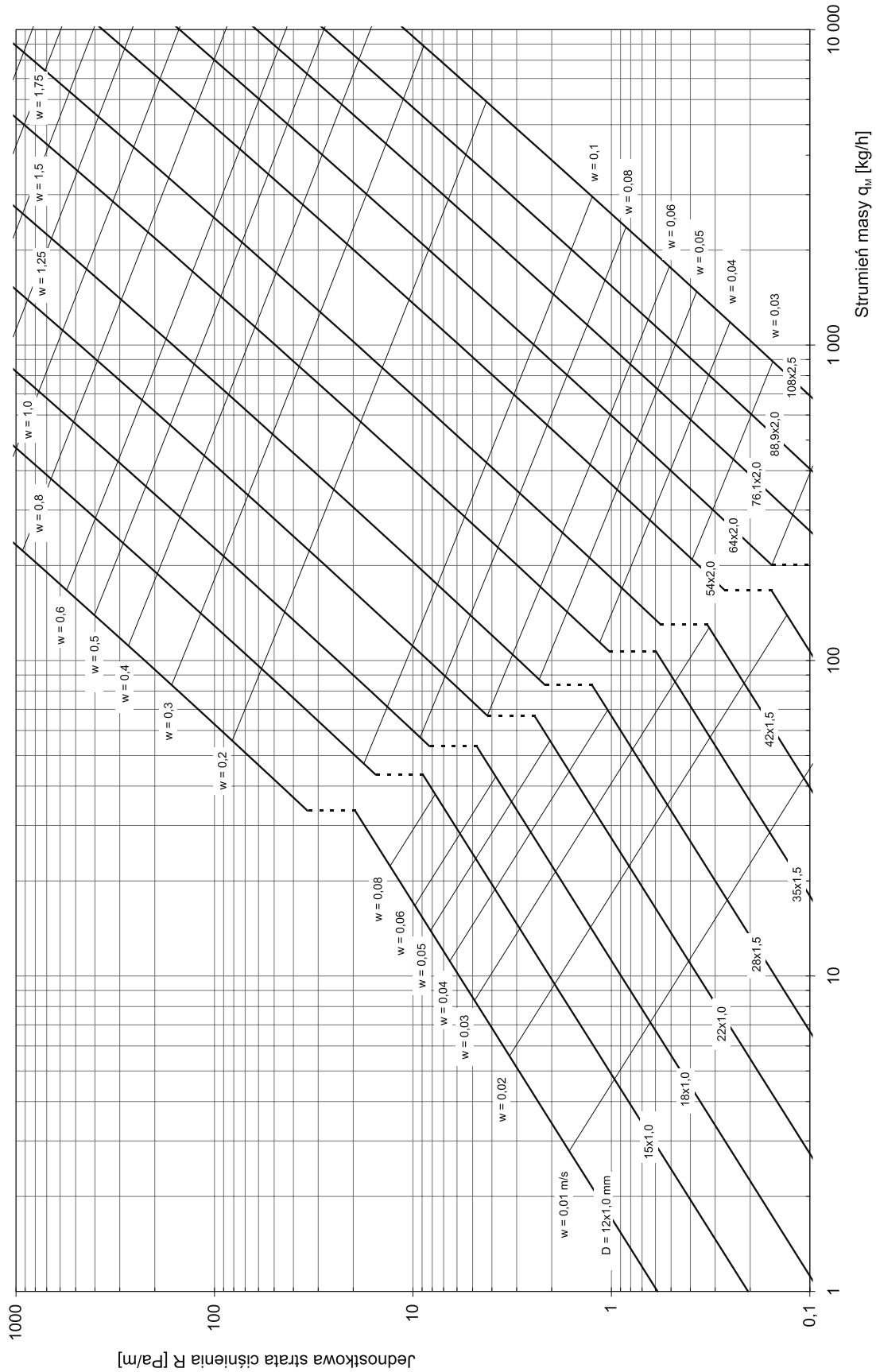
Sposób prowadzenia przewodów opisano szczegółowo w 3.2.

5.6 Kompensacja

Sposób kompensowania wydłużeń cieplnych opisano szczegółowo w 3.4.



Rys.5.2.A Nomogram do obliczania przepływu i strat hydraulicznych w rurach instalacyjnych miedzianych przy $k = 0,01 \text{ mm}$ i $t = 70^\circ \text{C}$



Rys.5.2.B Nomogram do obliczania przepływu i strat hydraulicznych w rurach instalacyjnych miedzianych przy $k = 0,01 \text{ mm}$ i $t = 55^\circ \text{C}$

5.7 Grzejniki

W instalacjach z rur miedzianych można stosować grzejniki wykonane z żeliwa, stali i miedzi. Z punktu widzenia wzajemnej współpracy i wyeliminowania procesów elektrochemicznych najkorzystniejsze są oczywiście grzejniki miedziane. Jednym z rodzajów grzejników do produkcji których może być stosowana miedź, są konwektory. W konwektorach przewody wodne wykonane są z rur miedzianych, zaś powierzchnia wymiany ciepła z powietrzem rozwinięta jest przez nałożone na te rury ożebrowanie z blachy aluminiowej. Drugim rodzajem grzejników, są grzejniki rurowe tzw. łazienkowe. Grzejniki łazienkowe mogą być wykonane z rur i łączników miedzianych. Z rur miedzianych mogą być oczywiście wykonywane także węzownice do ogrzewań płaszczyznowych, a szczególnie do ogrzewania podłogowego.

W Polsce bardzo rozpowszechnione było stosowanie grzejnika członowego żeliwnego. Z punktu widzenia trwałości nie ma żadnych ograniczeń w stosowaniu tych grzejników w instalacjach z rur miedzianych. Wadą tych grzejników jest ich ciężar, stosunkowo duża pojemność wodna i mało estetyczny wygląd, wynikający zarówno ze stosowanego wzornictwa jak i dużej chropowatości powierzchni. Największą jednak wadą grzejników żeliwnych, których odlewanie odbywa się z wykorzystaniem rdzeni wykonanych z masy formierskiej, są bardzo trudne do usunięcia pozostałości tej masy, której głównym składnikiem jest piasek. Mimo płukania, odrywające się przez wiele lat cząsteczki masy formierskiej krążą w instalacji, wzmagając erozję przewodów miedzianych. Dlatego w instalacji z grzejnikami żeliwnymi niezbędne jest stosowanie filtrów siatkowych, instalowanych możliwie blisko za grzejnikami żeliwnymi i wymagających okresowego czyszczenia.

Najbardziej rozpowszechnionym obecnie typem grzejnika są płytowe grzejniki stalowe. Przy przestrzeganiu omówionych wcześniej wymagań dotyczących jakości wody dla instalacji ogrzewczych wykonanych z rur miedzianych, współpraca miedzi ze stalą nie budzi zastrzeżeń i zdała egzamin praktyczny. Grzejniki te są lekkie, mają stosunkowo małą pojemność wodną oraz estetyczny wygląd.

5.8 Stosowana armatura

Stosowanie armatury opisano szczegółowo w p. 3.3.

5.9 Ogrzewanie podłogowe

Wobec bogatej i zróżnicowanej oferty systemów ogrzewania płaszczyznowego, obejmujących kompleksowo zarówno zagadnienia instalacyjne (właściwe projektowanie i wykonanie układu przewodów – węzownic, grzejnika ogrzewania podłogowego i ściennego) jak i budowlane (właściwe rozwiązanie płyty ogrzewania podłogowego pod kątem budowlanym), w niniejszym poradniku nie odnosimy się do tych zagadnień.

Ogrzewanie płaszczyznowe należy stosować, a płytę grzejnika ogrzewania podłogowego i ściennego należy wykonywać zgodnie z projektem technicznym, oraz według szczegółowej instrukcji wykonania, autoryzowanej przez dostawcę wyrobów użytych do wykonania grzejnika ogrzewania płaszczyznowego.

Wszystkie wyroby użyte do wykonania grzejnika ogrzewania płaszczyznowego oraz zasady ich wbudowywania, w tym sposób wykonywania płyty grzejnika, powinny składać się na jednolity system. System ten powinien określać wyroby i czynności dotyczące: przygotowania podłoża nośnego, wykonania warstw izolacji przeciwwilgociowej, ułożenia warstw izolacji cieplnej, wykonania dylatacji płyty grzejnika, wykonania izolacji brzegowej pomiędzy płytą grzejnika i przegrodami pionowymi, ułożenia i mocowania przewodów węzownic, wykonania przejść przewodów węzownic przez dylatacje oraz ich podłączenia do rozdzielaczy, próby szczelności przewodów węzownic, zalewania jastrychem przewodów węzownic i wykonywanie tynków (podczas zalewania jastrychem i wykonywania tynków zaleca się utrzymywanie w węzownicach ciśnienia próbnego), zapewnienia właściwych warunków i czasu wiązania jastrychu, wygrzewania płyty grzejnika, ustalenia warunków układania na płycie grzejnika zaprojektowanych warstw wierzchnich podłogi (posadzki ceramicznej, wykładziny dywanowej lub innej).

W przypadku braku instrukcji wykonania płyty grzejnika ogrzewania płaszczyznowego autoryzowanej przez dostawcę użytych wyrobów, powinny one być stosowane zgodnie z projektem technicznym i zawartą w nim szczegółową instrukcją wykonania.

5.9.1 Rury miedziane w osłonie z tworzywa sztucznego do ogrzewania płaszczyznowego.

Tradycyjne rury miedziane do ogrzewania i chłodzenia płaszczyznowego składają się z rdzeniowej rury miedzianej, na którą nałożono szczelną osłonę z tworzyw sztucznego, np. PCV. Rdzeniowa rur miedziana spełnia wymagania normy PN-EN 1057, natomiast otulina normy EN 13349 (klasa palności B 2 – wg DIN 4102).

Zewnętrzna osłona z tworzywa, nie jest na trwale zespolona z rdzeniową rurą miedzianą, służy zarówno do ochrony przed zewnętrznymi uszkodzeniami mechanicznymi i szkodliwymi oddziaływaniami chemicznymi, jak i do oddzielenia przewodu rurowego od elementu konstrukcyjnego, np. przy montowaniu w posadzkach lub pod tynkiem.



Rys. 5.5: Tradycyjna rura miedziana z osłonami z tworzywa sztucznego

Poniższa Tabela zawiera dane techniczne rur miedzianych do ogrzewania płaszczyznowego:

Wymiar miedzianej rury rdzeniowej	Średnica łączna (z osłoną z PCV)	Dopuszczalne ciśnienie robocze	Pojemność wodna	Kręgi
mm	mm	bar*)	l/m	m
10 x 0,6	14	73	0,061	50
12 x 0,7	14	70	0,880	50
14 x 0,8	16	69	0,120	50
15 x 0,8	18	64	0,141	50
18 x 0,8	22	53	0,211	50

*) Podane maksymalnie dopuszczalne ciśnienie robocze dla współczynnika bezpieczeństwa wynoszącego 3,5. Dotyczy rur miedzianych (nie połączeń) dla temperatur czynnika do 100 °C.

Miedziane rury do ogrzewania płaszczyznowego możemy łączyć poprzez lutowanie twarde (luty: LAg2P lub LCuP6), lub złączki zaprasowywane.

Rury miedziane do ogrzewania płaszczyznowego gniemy giętarkami odpowiadającymi łącznej średnicy zewnętrznej rur (z osłoną z tworzywa).

6 Instalacje gazowe na paliwa gazowe

6.1 Wymagania ogólne

Instalację gazową na paliwa gazowe stanowi układ przewodów, prowadzonych na zewnątrz lub wewnątrz budynków, wraz z armaturą, kształtkami i innym wyposażeniem, a także urządzeniami do pomiaru zużycia gazu (w instalacji zasilanej gazem płynnym, stosowanymi w przypadku zasilania więcej niż jednego odbiorcy), urządzeniami gazowymi oraz przewodami spalinowymi lub powietrzno spalinowymi, jeżeli są elementem wyposażenia urządzeń gazowych.

Instalacja gazowa na paliwo gazowe rozpoczyna się:

- bezpośrednio za kurkiem głównym - jeżeli jest zasilana z sieci gazowej,
- bezpośrednio za głównym zaworem odcinającym zbiorniki, butle lub kolektor butli - jeżeli jest zasilana gazem płynnym ze stałych zbiorników lub baterii butli, znajdujących się na działce budowlanej na zewnątrz budynku.

Instalację gazową na paliwo gazowe należy projektować, budować, użytkować i utrzymywać zgodnie z przepisami, w tym techniczno-budowlanymi, obowiązującymi Polskimi Normami oraz zasadami wiedzy technicznej, w sposób zapewniający spełnienie wymagań podstawowych dotyczących przede wszystkim bezpieczeństwa pożarowego, bezpieczeństwa użytkowania, odpowiednich warunków higienicznych i zdrowotnych i oszczędności energii.

Poniżej podano zasady projektowania i wykonania przewodów instalacji gazowej na paliwo gazowe wykonanych z rur miedzianych.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz. U. nr 75 poz. 690 z 2002 z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie dopuszczone są dwie metody połączeń miedzianych przewodów rurowych w instalacjach gazu palnego:

- z zastosowaniem złąbek lutowanych na twardo,
- z zastosowaniem złąbek zaprasowywanych.

O ile metoda lutowania twardego wymieniona jest wprost, to metoda zaprasowywania ujęta jest ogólnie jako metoda, która ma spełniać wymagania szczelności i bezpieczeństwa określone w polskich normach dotyczących instalacji gazowych (PN-EN 1775: 2009 „Dostawa gazu. Przewody gazowe dla budynków. Maksymalne ciśnienie robocze równe 5 bar lub mniejsze. Zalecenia funkcjonalne).

W przypadku złączy zaprasowywanych nie można mówić tylko o samym produkcie, którym jest złączka i rura instalacyjna. Jest to cała technologia, dzięki której możemy uzyskać szczelne i wytrzymałe połączenie. Złączki zaprasowywane do gazu można wprowadzać do obrotu w oparciu o deklarację zgodności, którą wystawia się po spełnieniu warunków Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie systemów zgodności, wymagań, jakie powinny spełniać notyfikowane jednostki uczestniczące w ocenie zgodności oraz sposobu oznaczania wyrobów budowlanych znakiem B. Złączka zaprasowywana do instalacji gazowych, po przebyciu badań i procesu certyfikacji, powinna posiadać wymagane prawem oznaczenia (najczęściej na opakowaniu i/lub bezpośrednio na złączce) zawierające m.in. informacje o numerze Krajowej Deklaracji Zgodności, numerze Aprobaty Technicznej i numerze certyfikatu oraz podstawowe dane techniczne.

Bardzo istotne podczas montażu instalacji gazowej przy użyciu złąbek zaprasowywanych jest dokładne przestrzeganie wytycznych montażu zalecanych przez producenta systemu zaprasowywanego.

Przewody instalacji gazowej na paliwo gazowe, zgodnie z nowelizowaną ustawą, można wykonywać z rur miedzianych łączonych przez lutowanie lutem twardym bądź przy wykorzystaniu złączki zaprasowywanej do gazu:

- w budynkach mieszkalnych jednorodzinnych, zagrodowych i rekreacji indywidualnej,
- w pozostałych budynkach, za gazomierzem lub odgałęzieniem prowadzącym do odrębnego mieszkania lub lokalu użytkowego z wyłączeniem przewodów prowadzonych po zewnętrznej ścianie budynku do wyprowadzenia poza lico wewnętrzne ściany. Wprowadzenie takiego ograniczenia spowodowane zostało faktem zapobiegania uszkodzeń instalacji gazowej wykonanej z rur miedzianych w miejscach ogólnodostępnych.

6.2 Obliczanie instalacji gazowej na paliwo gazowe, z miedzi

Z uwagi na brak polskich przepisów dotyczących obliczania, wykonywanej z miedzi, instalacji gazowej na paliwo gazowe, proponuje się stosowanie normatywów niemieckich.

6.2.1 Wyznaczenie zapotrzebowania gazu

Wielkość szczytowego zużycia gazu przez urządzenia gazowe (ΣUG), w budynku mieszkalnym lub na danym odcinku instalacji, wyznaczamy wg wzoru:

$$V_{\Sigma UG} = \sum V_{KG} \times f_{KG} + \sum V_{GW} \times f_{GW} + \sum V_{OG} \times f_{OG} + \sum V_{KGW} \times f_{KGW} + \sum V_{KGWD} \times f_{KGWD} \quad (6.1)$$

gdzie:

- V_{KG} - zużycie gazu przez kuchenkę gazową (KG), w m³/h;
- f_{KG} - współczynnik jednoczesności rozbioru gazu dla kuchenek gazowych (z piekarnikiem lub bez piekarnika);
- V_{GW} - zużycie gazu przez grzejnik wody (GW), w m³/h;
- f_{GW} - współczynnik jednoczesności rozbioru gazu dla grzejników wody (przepływowych lub zbiornikowych);
- V_{OG} - zużycie gazu przez gazowy ogrzewacz pomieszczeń (OG), w m³/h;
- f_{OG} - współczynnik jednoczesności rozbioru gazu dla ogrzewaczy pomieszczeń (promiennikowych, konwekcyjnych, konwekcyjno – promiennikowych);
- V_{KGW} - zużycie gazu przez kocioł ogrzewczy wodny (KGW), w m³/h;
- f_{KGW} - współczynnik jednoczesności rozbioru gazu dla kotłów ogrzewczych wodnych;
- V_{KGWD} - zużycie gazu przez kocioł ogrzewczy wodny dwufunkcyjny (KGWD), w m³/h;
- f_{KGWD} - współczynnik jednoczesności rozbioru gazu dla kotłów ogrzewczych wodnych dwufunkcyjnych.

Wielkość zużycia gazu przez pojedyncze urządzenie gazowe możemy odczytać z tablicy 6.1 lub wyznaczyć z wzoru:

$$V_{UG} = \frac{3,6 \times Q_{UG}}{\eta_{UG} \times W_d} \quad (6.2)$$

gdzie:

- Q_{UG} - moc cieplna urządzenia gazowego, w kW;
- η_{UG} - sprawność urządzenia gazowego;
- W_d - wartość opałowa gazu w MJ/m³.

W tablicy 6.6 podano współczynniki jednoczesności rozbioru gazu w budownictwie mieszkaniowym dla poszczególnych grup urządzeń gazowych (wg wymagań niemieckich). Uwaga: dla kotłów ogrzewczych wodnych dwufunkcyjnych współczynniki jednoczesności wyznaczono zgodnie z zasadami rachunku prawdopodobieństwa.

Tablica 6.1 Zużycie gazu przez wybrane urządzenia gazowe użytku domowego w zależności od rodzaju gazu, w warunkach normalnych ($t = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $p = 1013 \text{ hPa}$)

Lp.	Urządzenie gazowe			Zużycie gazu				
	Nazwa urządzenia	Symbol wg PN-86 M-40303	Moc	GZ 35	GZ 41,5	GZ 50	propan	
				o wartości opałowej w MJ/m ³				
-	-	-	kW	25,7	28,6	35,4	92,9	
				m ³ /h				
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Kuchenka gazowa 4-ro palnikowa	KG	-	1,20	1,10	0,90	0,34	
2	Kuchenka gazowa 4-ro palnikowa z piekarnikiem	KGP	-	1,80	1,60	1,30	0,50	
3	Gazowy grzejnik wody przepływowy, o sprawności energetycznej 85 %	GGWP	8,7	1,45	1,30	1,10	0,42	
			17,5	2,90	2,60	2,10	0,80	
			22,7	3,75	3,35	2,70	1,03	
			27,9	4,60	4,15	3,30	1,26	
4	Gazowy grzejnik wody zbiornikowy o pojemności:	ZGW	80 l	6,9	1,15	1,10	0,85	0,32
			120 l	7,6	1,25	1,15	0,90	0,34
			150 l	8,3	1,40	1,25	1,00	0,38
			190 l	8,7	1,45	1,30	1,05	0,40
			200 l	10,5	1,75	1,55	1,25	0,48
5	Gazowy kocioł grzewczy wodny niskotemperaturowy lub kocioł dwufunkcyjny, o sprawności energetycznej 85 %	KGGW-N KGGW-N-D	5,0	0,85	0,75	0,60	0,23	
			6,0	1,00	0,90	0,70	0,27	
			7,0	1,15	1,05	0,85	0,32	
			8,0	1,30	1,20	0,95	0,36	
			9,0	1,50	1,30	1,10	0,42	
			10,0	1,65	1,50	1,20	0,46	
			11,0	1,80	1,60	1,30	0,50	
			14,0	2,30	2,10	1,70	0,65	
			17,5	2,90	2,60	2,10	0,80	
			18,6	3,10	2,75	2,20	0,84	
			20,9	3,40	3,10	2,50	0,95	
			23,3	3,85	3,45	2,80	1,07	
			30,0	4,95	4,45	3,60	1,37	
			35,0	5,80	5,20	4,20	1,60	
40,0	6,60	5,90	4,80	1,83				
50,0	8,20	7,40	6,00	2,29				
65,0	10,70	9,60	7,80	2,97				
6	Gazowe ogrzewacze pomieszczeń: promiennikowe, konwekcyjne i promiennikowo-konwekcyjne, o sprawności energetycznej 85 %	OGP OGK OGPK	3,5	0,60	0,50	0,40	0,15	
			4,7	0,77	0,70	0,55	0,21	
			7,0	1,15	1,05	0,85	0,32	
			9,3	1,55	1,40	1,10	0,42	
			11,6	1,90	1,70	1,40	0,53	

6.2.2 Straty ciśnienia

Straty ciśnienia na określonym odcinku instalacji gazowej wyznacza się wg następującego wzoru:

$$\Delta p_i = R_i l_i + Z_i + \Delta p_H \quad (6.3)$$

gdzie:

- R_i - jednostkowe straty liniowe ciśnienia, w Pa/m,
- l_i - długość odcinka instalacji, w m,
- Z_i - miejscowe straty ciśnienia, w Pa/m,
- Δp_H - strata (odzysk) ciśnienia spowodowana różnicą poziomów i gęstości gazu w stosunku do powietrza, w Pa/m.

6.2.2.1 Jednostkowe straty liniowe (R)

Liniowe straty ciśnienia przypadające na jeden metr rury miedzianej w zakresie średnic od 12 do 108 mm zamieszczono dla danej podgrupy gazu ziemnego nomogramach na rysunku 6.1.

Przy zastosowaniu gazu o innej gęstości w stosunku do gazu o podanej gęstości należy zastosować wzór przeliczeniowy (6.4).

$$R_x = k \times R \quad (6.4)$$

gdzie:

- R_x - skorygowany liniowy spadek ciśnienia dla danej gęstości gazu, w Pa/m,
- R - spadek ciśnienia w Pa/m dla danej podgrupy gazu, wg nomogramu na rysunku 6.1.
- k - współczynnik przeliczeniowy uwzględniający inną gęstość gazu w stosunku do podanej w nomogramu na rysunku 6.1 i wyznaczany ze wzoru:

$$k = \left(\frac{\rho_x}{\rho} \right) \quad (6.5)$$

6.2.2.2 Miejscowe straty ciśnienia (Z)

Miejscowe straty ciśnienia na łącznikach, kurkach itp. wyznaczamy ze wzoru:

$$Z = \xi \times \left(\frac{\rho}{2} \right) \times \omega^2 \quad (6.6)$$

gdzie:

- Z_i - miejscowe straty ciśnienia, w Pa/m,
- ξ - współczynnik oporów miejscowych,
- ρ - gęstość gazu, w kg/m³,
- ω - prędkość gazu, w m/s.

Wartość współczynnika oporów miejscowych dla łączników i armatury ξ podano w tabelicy 3.3. Dla nietypowych łączników współczynnik ten można obliczyć wg zależności podanych w normie PN-76/M-34034.

W przypadku projektowania prostej instalacji gazowej, w celu uproszczenia obliczeń strat ciśnienia wynikających z oporów miejscowych, można wprowadzić pojęcie długości zastępczej. Opory liniowe odcinka instalacji o długości zastępczej można w praktyce projektowej z wystarczającą dokładnością przyjmować jako równoważne z oporem miejscowym danego łącznika lub armatury.

Prędkość gazu można wyznaczyć z wzoru:

$$w = 353,86 \frac{V}{d^2} \quad (6.7)$$

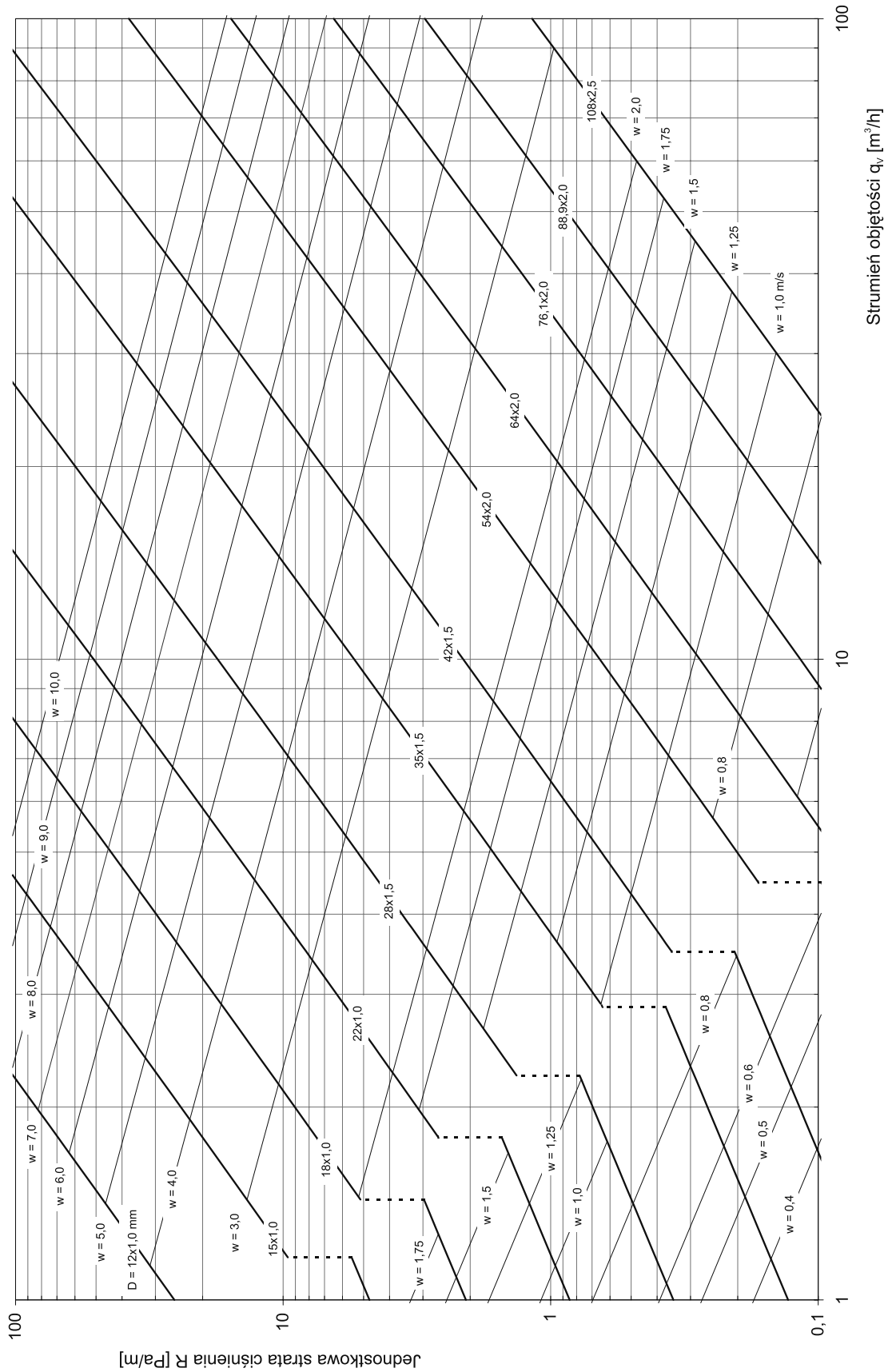
gdzie:

V – strumień objętości gazu przepływającego przez przewód, w m³/h

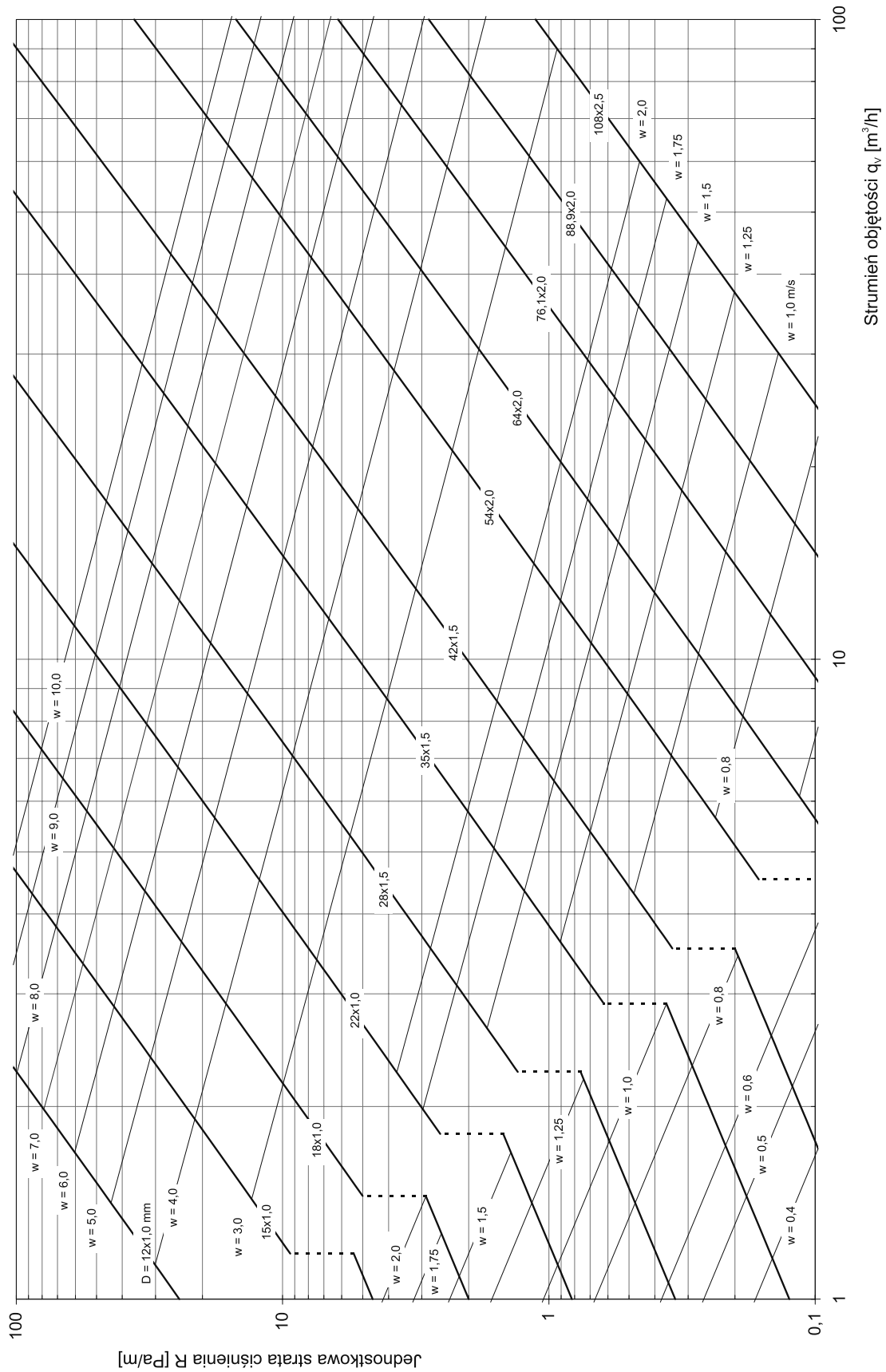
d – średnica wewnętrzna przewodu (rury, elementu), w mm

Z praktyki wynika, że prędkość gazu w instalacji gazowej nie powinna w zasadzie przekroczyć wartości 6 m/s.

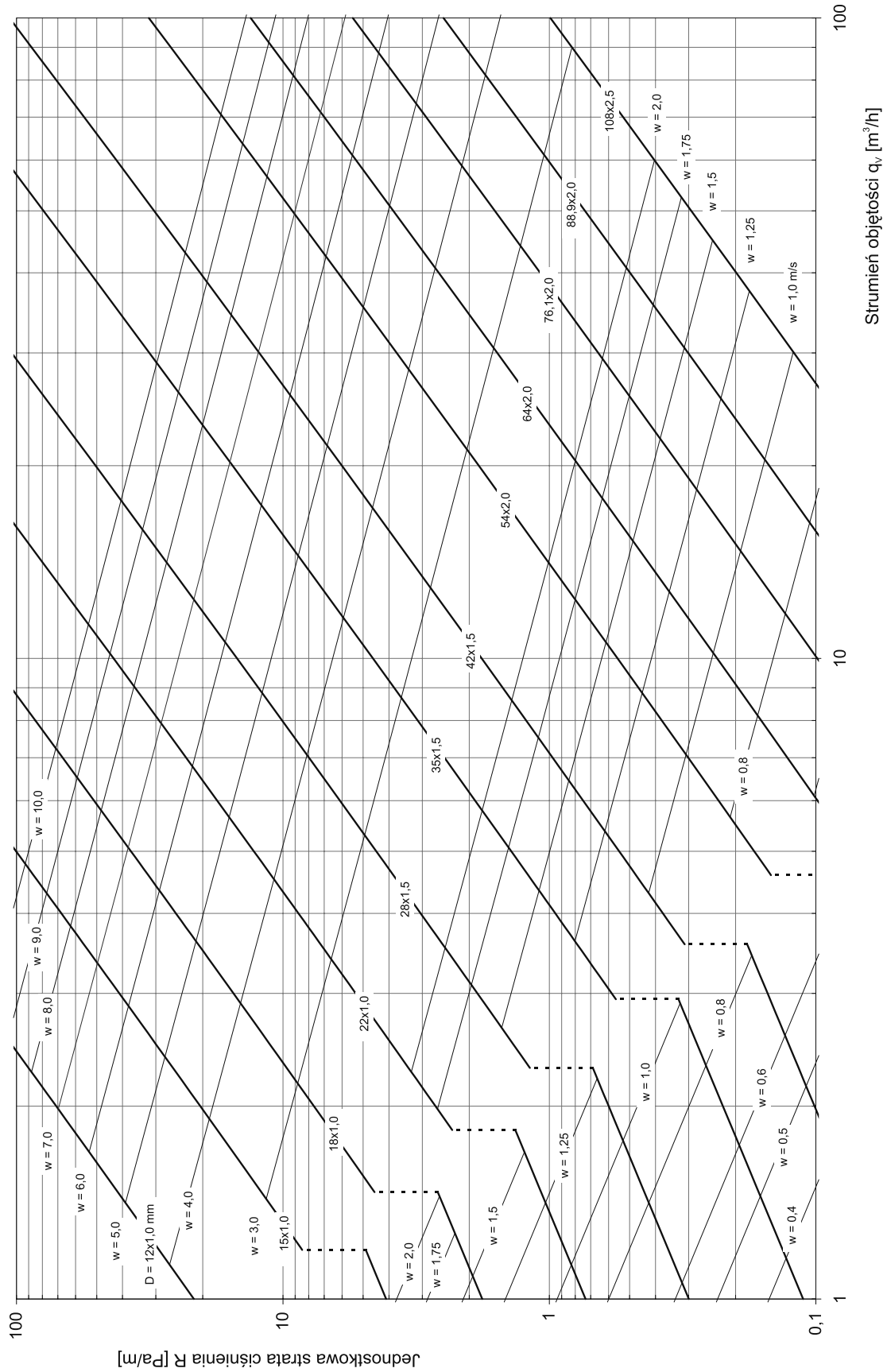
UWAGA: ponieważ parametry gazu w niewielkim stopniu odbiegają od warunków normalnych, dopuszcza się nie uwzględnianie w obliczeniach warunków rzeczywistych gazu (błąd w skrajnym przypadku nie przekroczy 3 %).



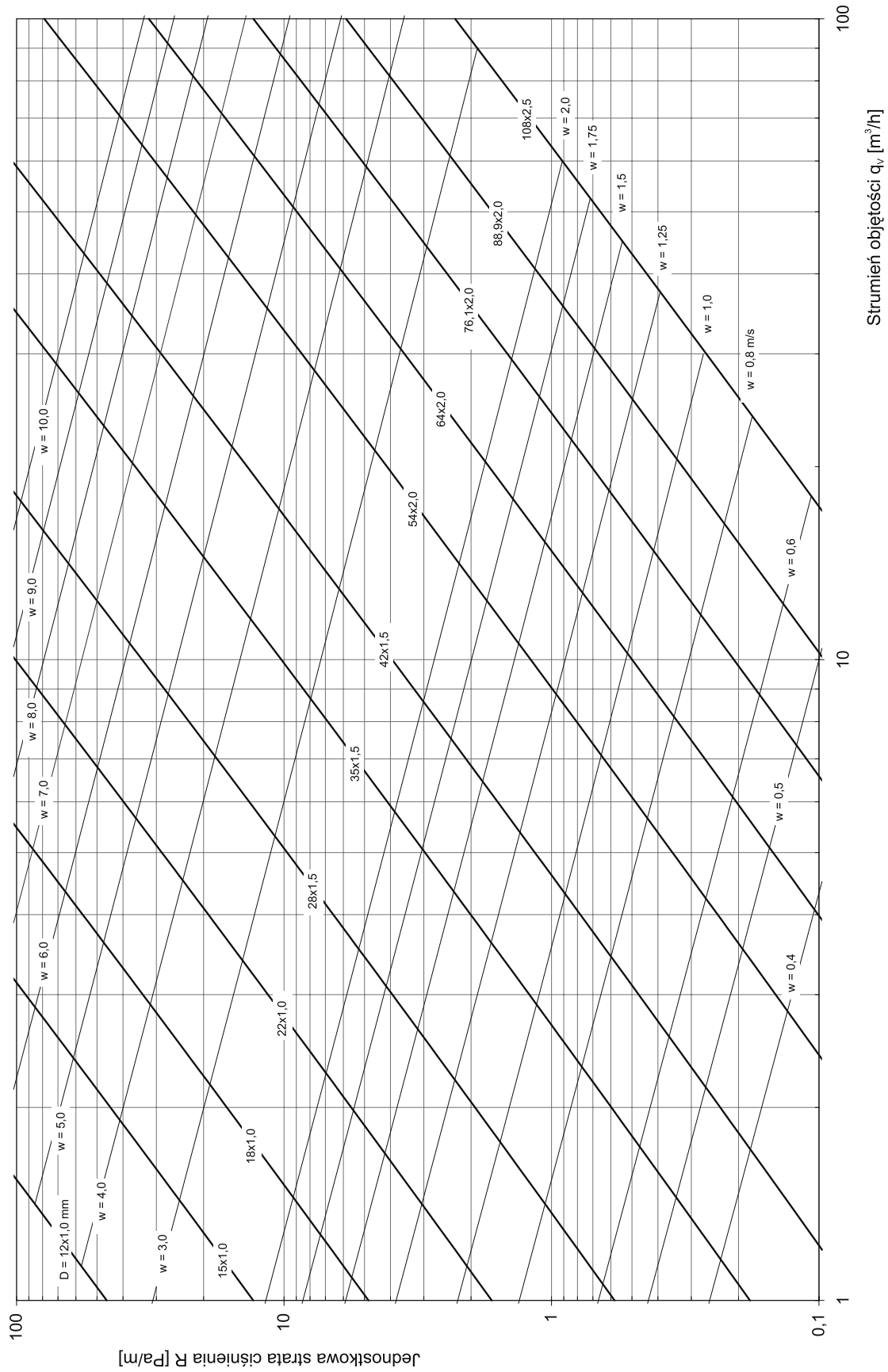
Rys.6.1.A Nomogram do obliczania przepływu i strat hydraulicznych w rurach instalacyjnych miedzianych przy $k = 0,01$ mm $i t = 0$ °C



Rys.6.1.B Nomogram do obliczania przepływu i strat hydraulicznych w rurach instalacyjnych miedzianych przy $k = 0,01$ mm i $t = 0$ °C



Rys.6.1.C Nomogram do obliczania przepływu i strat hydraulicznych w rurach instalacyjnych miedzianych przy $k = 0,01$ mm i $t = 0$ C



Rys.6.1.D Nomogram do obliczania przepływu i strat hydraulicznych w rurach instalacyjnych miedzianych przy $k = 0,01$ mm i $t = 0$ C

Tablica 6.2 Przybliżone długości zastępcze, równoważne oporowi miejscowemu dla wybranych łączników i armatury

Średnica zewnętrzna (nominalna)	Długość zastępcza elementu instalacji					
	kurek kulowy	kurek kątowy	kolanko	zwężka	trójnik z głównym przepływem gazu pod kątem	
					0 °C	90 °C
mm	m	m	m	m	m	m
1	2	3	4	5	6	7
12	0,10	0,30	0,40	0,10	0,10	0,25
15	0,15	0,40	0,55	0,10	0,15	0,40
18	0,30	0,70	1,30	0,10	0,40	0,90
22	0,30	0,70	1,30	0,15	0,40	1,10
28	0,30	0,80	1,30	0,20	0,50	1,40
35	0,40	1,10	1,80	0,25	0,70	1,90
42	0,50	1,70	1,90	0,30	1,00	2,70
54	0,60	2,10	2,10	0,50	1,30	3,20
76,1	0,90	3,00	2,90	0,70	1,80	4,50
88,9	1,00	4,20	3,30	0,80	2,10	5,20
108	1,25	5,40	3,70	0,90	2,50	6,20

6.2.2.3 Odzysk (strata) ciśnienia dla odcinków pionowych instalacji

Strata ciśnienia, która jest spowodowana różnicą poziomów, wynikającą z różnicy gęstości gazu i powietrza jest wyznaczana ze wzoru (6.8).

$$\Delta p_{H_i} = g \times \Delta H_i \times (\rho - \rho_p) \times 10^{-2} \quad (6.8)$$

gdzie:

- g - 9,81 m/s²; przyspieszenie ziemskie,
- ΔH_i - różnica wysokości na i-tym odcinku, w metrach; wielkość ta ma znak (+) przy przepływie gazu do góry oraz znak (-) przy przepływie gazu w dół,
- ρ - gęstość gazu, w kilogramach na metr sześcienny,
- ρ_p - 1,293 kg/m³; gęstość powietrza.

6.2.2.4 Sprawdzenie dopuszczalnego spadku ciśnienia w instalacji

Straty ciśnienia w poszczególnych węzłach instalacji Δp_{obl} powinny być mniejsze od granicznych dopuszczalnych spadków ciśnienia Δp_{dop} według tablicy (6.3), przy uwzględnieniu sposobu zasilania instalacji (z sieci niskiego lub średniego ciśnienia) oraz rodzaju gazu.

$$\Delta p_{obl} \leq \Delta p_{dop} \quad (6.9)$$

Średnice rur w projektowanej instalacji są dobrane optymalnie, jeżeli maksymalny obliczeniowy spadek ciśnienia Δp_{obl} jest bliski wartości dopuszczalnej Δp_{dop} , to znaczy:

$$maks\{\Delta p_{obl} \approx \Delta p_{dop}\} \quad (6.10)$$

Tablica 6.3 Dopuszczalna wartość spadków ciśnienia w instalacji gazowej

Rodzaj gazu	Instalacja gazowa zasilana z	
	sieci niskiego ciśnienia	sieci średniego ciśnienia lub zbiornika (przez reduktor)
	hPa	hPa
1	2	3
gaz ziemny podgrupy GZ-35	1,0	1,5 ÷ 3,0 ^{*)}
gaz ziemny podgrupy GZ-41,5	1,5	1,5 ÷ 3,5 ^{**)}
gaz ziemny podgrupy GZ-50	1,5	2,5 ÷ 4,0
propan	-	13,0
^{*)} jeżeli reduktor ustawiony jest na ciśnienie nominalne: – 13 hPa – należy przyjąć dolną wartość; – 16 hPa – należy przyjąć górną wartość		
^{**)} jeżeli reduktor ustawiony jest na ciśnienie nominalne: – 20 hPa – należy przyjąć dolną wartość; – 23 hPa dla GZ-41,5 albo 25 hPa dla GZ-50 – należy przyjąć górną wartość		

Wyznaczony spadek ciśnienia na instalacji Δp_{ob} nie uwzględnia spadku ciśnienia na gazomierzu, który powinien podać producent gazomierza.

W przypadku zasilania instalacji z sieci średniego ciśnienia lub zbiornika (przez reduktor) należy sprawdzić, czy minimalna pojemność instalacji jest wystarczająca dla prawidłowej pracy urządzenia gazowego. Sposób wyznaczania minimalnej pojemności instalacji gazowej od reduktora do urządzenia gazowego powinien podać producent reduktora.

Tablica 6.4 Wartości liczbowe współczynnika jednoczesności poboru gazu ziemnego wysokometanowego w budynku mieszkalnym [3]

Liczba odbiorców	p_g	Liczba odbiorców	p_g	Liczba odbiorców	p_g
1	1,000	16	0,235	90	0,096
2	0,697	18	0,222	100	0,091
3	0,565	20	0,211	110	0,087
4	0,486	25	0,188	120	0,083
5	0,433	30	0,171	130	0,079
6	0,394	35	0,157	140	0,076
7	0,363	40	0,147	150	0,073
8	0,339	45	0,138	160	0,071
9	0,319	50	0,131	170	0,069
10	0,302	60	0,119	180	0,067
12	0,275	70	0,110	190	0,065
14	0,253	80	0,102	200	0,064

Tablica 6.5 Wartości liczbowe współczynnika jednoczesności poboru gazu płynnego dla celów komunalnych i ogrzewania pomieszczeń [3]

Liczba odbiorców	p_1	p_2	Liczba odbiorców	p_1	p_2	Liczba odbiorców	p_1	p_2
1	1,000	1,000	20	0,203	0,584	160	0,077	0,441
2	0,685	0,872	25	0,182	0,578	180	0,073	0,435
3	0,550	0,807	30	0,166	0,549	200	0,070	0,429
4	0,471	0,766	35	0,154	0,537	250	0,064	0,419
5	0,418	0,736	40	0,144	0,527	300	0,060	0,411
6	0,379	0,712	45	0,136	0,518	350	0,057	0,404
7	0,349	0,694	50	0,129	0,511	400	0,054	0,399
8	0,326	0,678	60	0,119	0,498	450	0,052	0,394
9	0,306	0,665	70	0,111	0,488	500	0,050	0,390
10	0,290	0,653	80	0,104	0,480	600	0,047	0,383
12	0,264	0,633	90	0,099	0,473	700	0,045	0,378
14	0,244	0,618	100	0,094	0,466	800	0,043	0,373
16	0,227	0,605	120	0,087	0,456	900	0,042	0,369
18	0,214	0,594	140	0,082	0,447	1000	0,040	0,366

Tablica 6.6 Wartość liczbowe współczynnika jednoczesności rozbioru gazu w budynku mieszkalnym dla poszczegól-
nych grup urządzeń gazowych

Liczba urządzeń	f_{KG}	f_{GW}	f_{KGW}	f_{KGWD}	f_{OG}
	kuchenka gazowa 4-ro palnikowa z piekarnikiem lub bez piekarnika	grzejnik wody przepływowy lub zbiornikowy	kocioł grzewczy wodny nisko-temperaturowy	kocioł grzewczy wodny dwu-funkcyjny	gazowy ogrzewacz pomieszczeń
1	0,621	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,448	0,607	0,883	0,954	0,800
3	0,371	0,456	0,822	0,903	0,703
4	0,325	0,373	0,782	0,863	0,641
5	0,294	0,320	0,752	0,831	0,597
6	0,271	0,283	0,729	0,806	0,564
7	0,253	0,255	0,710	0,784	0,537
8	0,239	0,234	0,694	0,766	0,515
9	0,227	0,217	0,680	0,794	0,496
10	0,217	0,202	0,668	0,735	0,480
11	0,208	0,191	0,657	0,723	0,466
12	0,201	0,180	0,648	0,711	0,454
13	0,194	0,172	0,639	0,701	0,443
14	0,188	0,164	0,631	0,692	0,432
15	0,183	0,157	0,624	0,683	0,423
16	0,178	0,151	0,617	0,675	0,415
17	0,173	0,146	0,611	0,668	0,407
18	0,169	0,141	0,605	0,661	0,400
19	0,166	0,137	0,599	0,654	0,394
20	0,162	0,133	0,594	0,684	0,387
21	0,159	0,129	0,590	0,643	0,382
22	0,156	0,125	0,585	0,637	0,376
23	0,153	0,122	0,581	0,632	0,371
24	0,151	0,119	0,577	0,627	0,366
25	0,148	0,117	0,573	0,623	0,362
26	0,146	0,114	0,569	0,618	0,357
27	0,144	0,112	0,566	0,615	0,353
28	0,142	0,110	0,562	0,610	0,349
29	0,140	0,108	0,559	0,607	0,346
30	0,138	0,106	0,556	0,603	0,342
31	0,136	0,104	0,553	0,599	0,339
32	0,134	0,102	0,550	0,596	0,336
33	0,133	0,100	0,547	0,592	0,332
34	0,131	0,099	0,545	0,590	0,329
35	0,130	0,097	0,542	0,586	0,327
36	0,128	0,096	0,540	0,584	0,324
37	0,127	0,095	0,537	0,581	0,321
38	0,126	0,093	0,535	0,578	0,319
39	0,125	0,092	0,533	0,576	0,316
40	0,123	0,091	0,530	0,573	0,314
41	0,122	0,090	0,528	0,570	0,311
42	0,121	0,089	0,526	0,568	0,309
43	0,120	0,088	0,524	0,566	0,307
44	0,119	0,087	0,522	0,564	0,305
45	0,118	0,086	0,520	0,561	0,303

6.3 Armatura odcinająca

Ogólne informacje o armaturze w instalacjach z rur miedzianych znajdują się w 3.3.

Budynek zasilany z sieci gazowej powinien mieć zainstalowany na przyłączy kurek główny umożliwiający odcięcie dopływu gazu do instalacji gazowej. Kurek główny powinien być zainstalowany na zewnątrz budynku w wentylowanej szafce przy ścianie, we wnęcie ściennej lub w odległości 5 m od zasilanego budynku (w zabudowie jednorodzinnej i zagrodowej odległość ta może być zwiększona do 10 m).

Miejsce usytuowania kurka głównego powinno być jednoznacznie oznakowane.

Przed każdym urządzeniem gazowym, gazomierzem i w miejscach oddzielających poszczególne odgałęzienia instalacji powinny być zainstalowane kurki odcinające, pozwalające na szybkie i szczelne odcięcie dopływu gazu przy obrocie o 90 ° zgodnie z ruchem wskazówek zegara i wyposażone w ogranicznik uniemożliwiający dalszy obrót ich dźwigni.

Każdy kurek powinien być sztywno przymocowany do ściany odpowiednimi uchwyty, aby wskutek otwierania i zamykania dopływu gazu nie nastąpiło odkształcenie instalacji z miedzi. Do każdego kurka powinien być zapewniony łatwy dostęp.

6.4 Prowadzenie przewodów

Jeżeli kurek główny znajduje się na zewnątrz budynku, to gazowe przewody miedziane należy prowadzić pod ziemią, stosując się do przepisów dotyczących budowy sieci gazowej.

Gazowe przewody miedziane prowadzone w ziemi powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi i korozją. W tym celu przestrzeń wokół rury należy odpowiednio wypełnić podsypką (minimum 0,1 m) i nasypką (minimum 0,2 m), a następnie zasypywać kolejnymi warstwami ziemi kolejno je stabilizując. Miedziane rury prowadzone w ziemi powinny mieć osłonę antykorozyjną. Wszystkie połączenia rur miedzianych powinny być też zabezpieczone antykorozyjnie.

Przewody gazowe wykonane z rur miedzianych nie mogą być prowadzone po zewnętrznej stronie ścian budynku.

6.5 Kompensacja

Patrz 3.4.2.

6.6 Przeprowadzenie odbioru i przekazanie do eksploatacji

6.6.1 Przygotowanie do odbioru

Przed podłączeniem instalacji gazowej na paliwo gazowe do sieci rozdzielczej powinno zostać przeprowadzone jej sprawdzenie (tzw. odbiór instalacji), które przeprowadza wykonawca instalacji w obecności inwestora obiektu budowlanego i przedstawiciela dostawcy gazu.

Sprawdzenie instalacji gazowej na paliwo gazowe polega na kontroli:

- a) zgodność jej wykonania z projektem technicznym,
- b) jakości wykonania instalacji,
- c) szczelności instalacji,
- d) użytych materiałów.

W trakcie odbioru instalacji należy przedstawić następujące dokumenty:

- a) pozwolenie na budowę wydane przez właściwy urząd administracji państwowej,
- b) książkę budowy i książkę obmiarów,
- c) dokumentację techniczną z naniesionymi zmianami dokonanymi w trakcie budowy,
- d) protokół wykonania prób i badań,
- e) opinię Zakładu Kominiarskiego o prawidłowość podłączenia do przewodów kominowych i ich drożności,
- f) certyfikaty na znak bezpieczeństwa „B” lub znak „DT”, certyfikaty i deklaracje na zgodność z aprobatami technicz-

- nymi lub polskimi normami,
g) warunki techniczne dostawy gazu,
h) instrukcje obsługi urządzeń gazowych.

6.6.2 Kontrola zgodności wykonania

Kontrola zgodności wykonania instalacji gazowej na paliwo gazowe z projektem technicznym polega na sprawdzeniu:

- wymiarów przewodów gazowych i prowadzenie ich w budynku,
- mocowanie przewodów i armatury (w tym kurków),
- poprawność doboru łączników, armatury,
- włączenia przewodów spalinowych i wykonania wentylacji pomieszczeń,
- zgodności wykonania z obowiązującymi przepisami.

W przypadku zmian wprowadzonych przez wykonawcę należy je wpisać w dziennik budowy i skorygować dokumentację techniczną.

6.6.3 Kontrola jakości wykonania

Kontrola jakości wykonania polega na sprawdzeniu:

- jakość zastosowanych materiałów (rur, łączników, armatury, przejść przez przegrody budowlane, elementów mocujących rury) przy uwzględnieniu dopuszczenia ich do zastosowania w instalacjach gazowych,
- wykonanie instalacji wg właściwej technologii,
- sprawność armatury gazowej,
- przystosowanie urządzeń gazowych do spalania danej podgrupy gazu.

W ramach kontroli należy poddać ocenie wizualnej wszystkie połączenia. Połączenia lutowane podlegają sprawdzeniu, czy na całym obwodzie krawędzi kielicha pojawiła się wypływką świadcząca o właściwym wypełnieniu szczeliny lutem. W przypadkach wątpliwych należy skontrolować, czy elementy łączące właściwie na siebie zachodzą oraz czy wielkość szczeliny pomiędzy nimi jest zgodna z wielkościami normatywnymi (pomiar długości kielicha, średnicy wewnętrznej łącznika lub rury i zewnętrznej rury).

Wadliwe połączenie należy wyciąć i ponownie zlutować.

W celu dokładnego zbadania wyciętego połączenia należy go przeciąć w poprzek (równoległe do osi rury), usunąć zadziory pilnikiem i posmarować miejsce połączenia jodyną, aby uwidocznić ślad lutu. Dokładne badania wytrzymałościowe i strukturalne połączenia mogą być wykonane w odpowiedniej jednostce badawczej (laboratorium).

Zwraca się uwagę, że producenci wyrobów stosowanych do budowy instalacji gazowych (rury, łączniki, armatura, urządzenia gazowe) powinni uzyskać certyfikat na znak bezpieczeństwa „B”, znak „DT”, atest energetyczny „GIGE-E”, aprobatę techniczną zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Jednostką upoważnioną przez ministra właściwego do spraw architektury i budownictwa do wydawania aprobat technicznych w odniesieniu do wyrobów z zakresu instalacji i sieci gazowych na paliwa gazowe, jest Instytut Górnictwa Naftowego i Gazownictwa w Krakowie.

6.6.4 Kontrola szczelności przewodów

Przed próbą szczelności należy instalację gazową przedmuchać sprężonym powietrzem wolnym od zanieczyszczeń, oleju lub gazem neutralnym, w celu usunięcia ewentualnych zanieczyszczeń i sprawdzenia, czy przewód nie jest zatkany.

Próbę szczelności instalacji gazowej wykonanej z rur miedzianych powinno się wykonać przy ciśnieniu 50 kPa, bez przyłączenia urządzeń gazowych ze szczelnym zamknięciem końcówek rur i obserwacji ciśnienia po ustabilizowaniu się temperatury; włączony manometr nie powinien wykazywać w przeciągu 0,5 godziny żadnego spadku ciśnienia.

W przypadku prowadzenia przewodów instalacji gazowych przez pomieszczenia mieszkalne lub inne pomieszczenia, dla których należy stosować ostrzejsze wymagania techniczne, próbę należy wykonać pod ciśnieniem 100 kPa (1 bar). Próbę szczelności należy przeprowadzić w obecności dostawcy gazu.

Z każdej próby szczelności należy sporządzić odpowiedni protokół.

W przypadku, gdy podczas próby instalacja gazowa nie będzie szczelna należy usunąć przyczynę i próbę wykonać ponownie.

Po instalowaniu urządzeń gazowych, ale przed podłączeniem gazomierza, zaleca się przeprowadzenie dodatkowej próby szczelności powietrzem o ciśnieniu dwukrotnie przekraczającym ciśnienie robocze, lecz nie większym niż ciśnienie jakie może być dopuszczalne dla danego typu urządzenia gazowego.

6.6.5 Uruchamianie instalacji gazowej

Doprowadzenie gazu do instalacji z sieci rozdzielczej następuje po podpisaniu umowy z dostawcą gazu i zamontowaniu gazomierza. Instalację można uznać za uruchomioną i nadającą się do użytkowania, jeżeli odpowietrzeniu poddano wszystkie odcinki instalacji oraz urządzenia gazowe.

Regulacja i sprawdzenie prawidłowości funkcjonowania urządzeń gazowych powinno być wykonane przez pracownika posiadającego odpowiednie uprawnienia (np. przedstawiciel firmy produkującej gazowe kotły grzewcze).

6.6.6 Zasady bhp i ppoż.

Przed rozpoczęciem prac montażowych należy sprawdzić stan narzędzi i właściwe funkcjonowanie urządzeń.

Szczególne, ostrożność należy zachować przy stosowaniu topników do lutowania, które są toksyczne (przewietrzanie pomieszczenia w którym wykonuje się lutowanie); podczas kontaktu z topnikami nie wolno spożywać posiłków i palić papierosów, a po zakończeniu pracy bezzwłocznie umyć ręce.

Poniżej podano podstawowe zasady bhp i ppoż. stosowane w pracach montażowych przy instalacji gazowej:

- a) praca na czynnych instalacjach gazowych może odbywać się po uprzednim odcięciu dopływu gazu, odłączeniu gazomierza, i przedmuchianiu instalacji powietrzem lub gazem neutralnym;
- b) kontrolę szczelności urządzeń gazowych powinno się przeprowadzać tylko za pomocą środka pianotwórczego lub wykrywacza gazu,
- c) przed przystąpieniem do wykonywania prac na przewodach gazowych, w przypadku stwierdzenia np. wykrywaczem metanu lub eksplozometrem obecności gazu należy miejsce pracy dokładnie przewietrzyć,

6.7 Wymagania eksploatacyjne

Eksploatacja instalacji powinna być prowadzona przez użytkowników zgodnie z instrukcją. Wykonawca instalacji powinien przeszkolić użytkowników w zakresie obsługi instalacji. Ewentualne nieszczelności powinny być niezwłocznie usuwane przez fachowy personel.

Zgodnie z rozdziałem 6 art. 62.1 ustawy Prawo budowlane [1] obiekty budowlane powinny być w czasie ich użytkowania poddawane przez właściciela lub zarządcę okresowej kontroli, co najmniej raz w roku, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznego sprawności: instalacji gazowych oraz przewodów kominowych (wentylacyjnych, spalinowych i dymowych). Obowiązek kontroli nie obejmuje właścicieli i zarządców budynków w zabudowie jednorodzinnej i zagrodowej, budynków rekreacji indywidualnej oraz obiektów budowlanych nie wymagających pozwolenia na budowę.

7 Rury miedziane do instalacji klimatyzacyjnych i chłodniczych

Rury do instalacji klimatyzacyjnych i chłodniczych, wykonane są ze stopu miedzi Cu-DHP, spełniają wymagania normy PN-EN 12735-1. Rury posiadają czystą i suchą powierzchnię wewnętrzną, pakowane są w kartony, końce rur za-

ślepienie są korkami. Rury do klimatyzacji i chłodnictwa mają zastosowanie w wymiarowaniu calowym lub metrycznym, dostępne są w stanie twardym lub miękkim, mogą współpracować z czynnikami chłodniczymi nowej generacji R407C i R410A.

W poniższych tabelach przedstawiono najczęściej stosowane wymiary rur metrycznych:

- miękkich

Wymiar	Ciśnienie robocze	Długość kręgu	Waga
mm	bar*)	m	kg/m
6 x 1	200	35 lub 50	0,139
8 x 1	143	35 lub 50	0,195
10 x 1	111	35 lub 50	0,251
12 x 1	91	35 lub 50	0,307
15 x 1	71	25 lub 50	0,391
16 x 1	67	25 lub 50	0,419
18 x 1	59	25	0,475
22 x 1	48	25	0,587

- twardych

Wymiar	Ciśnienie robocze	Długość	Waga
mm	bar*)	m	kg/m
6 x 1	200	5	0,139
8 x 1	143	5	0,195
10 x 1	111	5	0,251
12 x 1	91	5	0,307
15 x 1	71	5	0,391
16 x 1	67	5	0,419
18 x 1	59	5	0,475
22 x 1	48	5	0,587
28 x 1	37	5	0,754
28 x 1,5	57	5	1,111
35 x 1,5	45	5	1,404
42 x 1,5	37	5	1,698
54 x 2	38	5	2,907
64 x 2	32	5	3,466
76,1 x 2	27	5	4,143
88,9 x 2	23	5	4,859
108 x 2,5	24	5	7,374

*) Podane maksymalnie dopuszczalne ciśnienie robocze dla współczynnika bezpieczeństwa wynoszącego 4,0.

W poniższych tabelach przedstawiono najczęściej stosowane wymiary rur calowych:

- miękkich

Wymiar		Ciśnienie robocze	Długość kręgu	Waga
Średnica zewn.	Grubość ścianki			
cal - mm	mm	bar*)	m	kg/m
1/4 - 6,35	0,76; 0,80	136; 144	15,0; 15,25; 30,5; 31,0	0,119; 0,124
3/8 - 9,53	0,80; 0,81	92; 93	15,0; 15,25; 30,5; 31,0	0,195; 0,198
1/2 - 12,70	0,80; 0,81	67; 68	15,0; 15,25; 30,5; 31,0	0,266; 0,270
5/8 - 15,88	0,80; 0,81	53; 54	15,0; 15,25; 30,5; 31,0	0,337; 0,342
3/4 - 19,05	0,89; 0,90	49; 50	15,0; 15,25; 30,5; 31,0	0,452; 0,457
7/8 - 22,22	0,89; 1,0	42; 47	15,0; 15,25	0,532; 0,593

- twardych

Wymiar		Ciśnienie robocze	Długość	Waga
Średnica zewn.	Grubość ścianki			
cal - mm	mm	bar*)	m	kg/m
3/8 - 9,53	0,76; 0,80	87; 92	5	0,187; 0,195
1/2 - 12,70	0,76; 0,80	64; 67	5	0,254; 0,270
5/8 - 15,88	0,76; 0,80	50; 53	5	0,322; 0,342
3/4 - 19,05	0,81; 0,90	44; 50	5	0,414; 0,457
7/8 - 22,22	0,81; 1,0	38; 47	5	0,486; 0,593
1 - 25,40	0,89; 1,0	36; 42	5	0,611; 0,682
1 1/8 - 28,58	0,89; 1,25	32; 45	5	0,690; 0,955
1 3/8 - 34,93	1,02; 1,07	30; 32	5	0,967; 1,014
1 5/8 - 41,27	1,25; 1,27	32	5	1,399; 1,422
2 1/8 - 53,97	1,22; 1,50	23; 29	5	1,799; 2,203
2 5/8 - 66,68	1,63; 1,65	25	5	2,965; 3,003
3 1/8 - 79,38	1,63; 1,65	21	5	3,543; 3,589
3 5/8 - 92,08	2,03; 2,54	23; 28	5	5,111; 6,363
4 1/8 - 104,77	2,79	27	5	7,960

*) Podane maksymalnie dopuszczalne ciśnienie robocze dla współczynnika bezpieczeństwa wynoszącego 4,0.

Dostępne na rynku są także rury do klimatyzacji i chłodnictwa w izolacji termicznej, przeważnie o grubości 9 mm, w stanie miękkim w wykonaniu calowym lub metrycznym. Izolacja termiczna posiada następujące właściwości:

- polietylen sieciowany o porach zamkniętych,
- nietrujący, odporny na działanie promieniowania UV,
- współczynnik przewodzenia ciepła przy 0 °C $\geq 0,36$ W/mK,
- temperatura pracy od -80 °C do +105 °C
- klasa palności B2 wg DIN 4102,
- kondensacja pary wodnej > 7000 my.

7.1 System rur i łączników ze stopów miedzi do wysokociśnieniowych zastosowań

Miedziane instalacje klimatyzacyjne i chłodnicze mogą pracować z różnymi czynnikami chłodniczymi, w tym także

z freonem. Freony były powszechnie stosowane jako ciecze robocze w chłodnictwie. W latach 90 ubiegłego wieku zostały uznane za szkodliwe dla środowiska. Uważa się bowiem, że ich emisja do środowiska jest jedną z głównych przyczyn zanikania warstwy ozonowej w atmosferze ziemskiej. Z tego powodu w chłodnictwie, a w szczególności w systemach chłodniczych supermarketów, coraz częściej wdrażane są proekologiczne koncepcje rozwiązań. Stosowany w tym przypadku ekologiczny, przyjazny dla środowiska naturalnego czynnik chłodniczy, jakim jest CO₂, wymaga wysokich ciśnień roboczych – 120 bar. Powszechnie stosowane rury miedziane do tej aplikacji nie spełniają kryteriów bezpieczeństwa dla tak wysokich ciśnień. Dla czynnika chłodniczego CO₂, opracowano nowy system, w którym rury i kształtki wykonane są ze stopu miedzi o wysokiej wytrzymałości CuFe₂P, który pozwala na wykonanie instalacji systemów chłodniczych o ciśnieniu roboczym do 120 barów, rurami o grubościach ścianek i średnicach zewnętrznych mniejszych niż w powszechnie stosowanych instalacjach stalowych.

W poniżej tabeli przedstawiono przykładowe wymiary rur:

Średnica zewnętrzna w calach	Średnica zewnętrzna w mm	Grubość ścianki w mm
3/8	9,52	0,65
1/2	12,70	0,85
5/8	15,87	1,05
3/4	19,05	1,3
7/8	22,23	1,5
1 1/8	28,57	1,9
1 3/8	34,92	2,3
1 5/8	41,27	2,7

Rury spełniają wymagania normy EN 12735-1 dotyczące czystości ścianki wewnętrznej, stan utwardzenia twardy - R300. Sposób pakowania jest identyczny jak rur miedzianych stosowanych w instalacjach klimatyzacyjnych i chłodniczych (końce rur korkowane, 5 m odcinki proste pakowane w kartony zgodnie z wymogami normy).

System ten może być również zastosowany do innych czynników chłodniczych po wcześniejszej konsultacji z producentem. Stop CuFe₂P ma dobre właściwości przetwórcze podobne do tych, jakie posiada miedź: jest materiałem plastycznym, odpornym na zmiany ciśnienia i temperatury, ognioodpornym i niepalnym oraz podlega 100% recyklingowi. Poza tym materiał ten jest nieco magnetyczny i z łatwością można go odróżnić od miedzi za pomocą magnesu neodymowego – przydatna, praktyczna zaleta.

Rury i kształtki ze stopu CuFe₂P są lutowane na twardo, odpowiednie oznakowanie pozwala precyzyjnie zidentyfikować poszczególne części składowe systemu. Według instrukcji wykonawczych instalacji miedzianych, zgodnie z PN-EN 378-2+A2:2012, obowiązujących także dla chłodnictwa, do łączenia rur można używać wszystkich rodzajów lutów twardych z minimalną zawartością srebra 2 %.

8 Rury miedziane do instalacji medycznych i próżni

Rury do instalacji gazów medycznych i próżni, wykonane są ze stopu miedzi Cu-DHP, spełniają wymagania normy PN-EN 13348, przystosowane są do systemu rurociągów dla gazów medycznych i próżni określonych normą PN-EN ISO 7396-1. Rury posiadają czystą i suchą powierzchnię wewnętrzną, pakowane są w kartony, końce rur zaślepione są korkami, tak aby czystość powierzchni wewnętrznej podczas magazynowania i transportu została zachowana. Najczęściej stosuje się rury w stanie twardym – R290 (wymiary w poniższej tabelicy)

Wymiar (średnica zewn. x grub. ścianki)	Ciężar	Dopuszczalne ciśnienie pracy*
mm	kg/m	bar
8 x 1	0,196	143
10 x 1	0,252	111
12 x 1	0,308	91
15 x 1	0,391	71
16 x 1	0,419	66
18 x 1	0,475	59
22 x 1	0,587	48
28 x 1,5	0,755	37
35 x 1,5	1,110	57
42 x 1,5	1,410	45
54 x 2	1,700	37
64 x 1	2,910	38
76,1 x 2	3,467	32
88,9 x 2	4,144	27
108 x 2,5	4,859	23

* Dopuszczalne ciśnienie pracy przy 4-krotnym współczynniku bezpieczeństwa

9 Rury miedziane do instalacji solarnych

Solarne systemy grzewcze składają się z zespołu baterii (kolektorów), których zadaniem jest pochłanianie promieniowania słonecznego, konwertowanie go w procesie ciągłym na energię cieplną oraz magazynowanie energii cieplnej w efektywny sposób tak, aby później można ją było wykorzystać w końcowych punktach odbiorczych. Służą do wytwarzania ciepłej wody użytkowej, ogrzewania basenów, wspomaganie ogrzewania grzejnikowego i płaszczyznowego oraz do celów przemysłowych.

Składają się:

- z absorbera konwertującego energię promieniowania słonecznego na energię cieplną,
- układu wymiany przesyłającego energię cieplną pochłoniętą przez układ kolektorów do ogrzania medium odbierającego ciepło,
- układu magazynowania składającego się z jednego lub kilku wymienników, gdzie ogrzana ciepła woda gromadzona jest do czasu określenia jej przeznaczenia,
- obwodu hydraulicznego, służącego do przepompowywania ciepłego medium z baterii kolektorów do wymiennika (zbiornika magazynowego),
- układu regulacji i sterowania zapewniającego optymalne funkcjonowanie urządzenia i zabezpieczającego przed przegrzaniem, ryzykiem zamrożenia itp.,
- dodatkowego układu pomocniczego, którego celem jest dostarczenie energii alternatywnej, dającej gwarancję dostawy ciepłej wody w przypadku załamania pogody (niewielkie promieniowanie słoneczne) albo, gdy zużycie ciepłej wody przekroczy możliwości kolektorów.

Poszczególne układy systemów solarnych powinny być połączone instalacjami rurowymi, które spełniają ekstremalne warunki pracy systemu.

9.1 Warunki techniczne

Zgodnie z warunkami technicznymi podstawowymi celami, które powinny być osiągnięte przy zastosowaniu wszelkich solarnych instalacji ciepłych są:

- optymalizacja ogólnej oszczędności energii przy danej instalacji,
- zapewnienie trwałości, jakości i bezpieczeństwa.

Zgodnie z warunkami technicznymi, z uwagi na wysokie temp. dochodzące do 230 °C, do wykonywania instalacji łączących poszczególne układy systemu dopuszczalne jest tylko stosowanie rur miedzianych lub ze stali nierdzewnej.

Zalety rur miedzianych w systemach solarnych:

- wytrzymują wysokie temperatury osiągane przez ciecz,
- są odporne zarówno na wstrząs termiczny, jak również na kurczenie i rozszerzanie się,
- dzięki niskiej chropowatości powierzchni ścianki wewnętrznej znacznie obniżają zużycie energii w pompach obiegowych,
- ich trwałość użytkowa nie zależy od cykli zmian ciśnienia i temperatury,
- nie ulegają degradacji,
- są trwałe i mają długi czas eksploatacji.

Do wykonywania instalacji w systemach solarnych stosuje się rury miedziane instalacyjne wykonane zgodnie z normą PN-EN 1057. Można także stosować rury miedziane dla chłodnictwa i klimatyzacji (PN-EN 12735-1) jak i do gazów medycznych (PN-EN 13348).

Do typowych instalacji solarnych, w zależności od wielkości powierzchni zastosowanych kolektorów, stosuje się rury o średnicach zewnętrznych 15, 18, 22 lub 28 mm o grubości ścianki 1 mm.

9.2 Metody łączenia

Podstawową metodą łączenia miedzianych rur w instalacjach systemu solarnego jest lutowanie. Przy występujących temperaturach instalacje należy łączyć tylko za pomocą lutowania twardego. Specyfikację twardego spoiwa określa norma PN-EN 1044. Powszechnie stosowanym spoiwem jest lut twarde miedziano-fosforowy L_{Cu}P6 (CP203), o składzie: Cu 94%, P 6% lub luty z zawartością srebra L_{Ag}2P (CP105) o składzie: Cu 92%, P 6% i Ag 2%. Lutów tych nie wolno stosować do połączeń z elementami wykonanymi ze stali.

W procesie łączenia rur za pomocą lutowania twardego należy pamiętać, aby nie stosować kształtek mosiężnych, z uwagi na zjawisko odparowania cynku ze stopu mosiądzu w temperaturze topnienia lutu twardego. Przegrzana kształtka mosiężna ma niskie własności mechaniczne i jest krucha. Kształtki w takich połączeniach muszą być wykonane z brązu.

Innym sposobem łączenia instalacji w systemach solarnych jest zastosowanie złączek zaprasowywanych odpornych na wysokie temperatury i posiadających aprobatę do stosowania w tego typu instalacjach. Złączki posiadają odporną na wysokie temperatury uszczelkę typu oring z EPDM z domieszką fluoru, który w zależności od producenta ma kolor zielony lub ceglasty. W procesie zaprasowywania stosuje się tą samą technikę zaprasowywania i narzędzia jak w instalacjach wodnych, grzewczych oraz gazowych.

W instalacjach solarnych można również stosować połączenie z zacinanym pierścieniem pełno metalowym typu conex. Uszczelnienie powstaje przez zacięcie krawędzi mosiężnego nieciętego pierścienia na ściance rury miedzianej. Jest to połączenie metal – metal, którego parametry pracy znacznie przewyższają wymogi instalacji solarnej.

W procesie łączeniu rur miedzianych w instalacjach solarnych obowiązują zasady przygotowania i obróbki rury przy łączeniu, identyczne jak przy wykonywaniu instalacji wodnych, grzewczych czy gazowych.

W instalacjach solarnych o sposobie łączenia rur oraz trasach prowadzenia rur instalacyjnych decyduje projektant instalacji.

9.3 Izolacje solarne

Izolacja cieplna jest fundamentalną częścią każdej instalacji solarnej i ma ją zabezpieczyć przed wychłodzeniem w czasie transportu energii od kolektora do zbiornika, w którym akumuluje się ciepło.

Izolacje stosowane w tych instalacjach powinny spełniać następujące warunki:

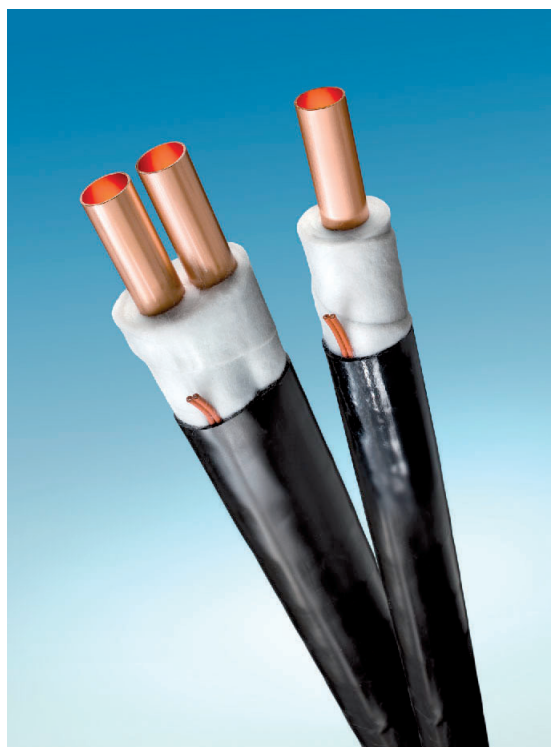
- materiał izolacyjny powinien funkcjonować w wysokich temperaturach (125°C w dłuższym czasie i do 180°C w krótszym czasie),
- powinien być odporny na środowisko zewnętrzne (promieniowanie ultrafioletowe, nasiąkliwość, korozja) i naturę (małe zwierzęta i ptaki),
- powinien spełniać aktualne standardy, co do grubości i przewodnictwa ciepła.

Izolacja powinna pokrywać całą instalację rurową w sposób ciągły osłaniając wszystkie elementy potrzebne do poprawnego funkcjonowania systemu.

Izolacja najczęściej wykonana jest z kauczuku syntetycznego o grubości 25–30 mm (wewnątrz domu powinno to być 20 mm). Dodatkowo otulina na zewnątrz pokryta jest warstwą specjalnej folii, która chroni ją przed wpływem warunków atmosferycznych, promieniami UV oraz zabezpiecza przed uszkodzeniami, które mogą spowodować gryzonie i ptaki.

Aby przyspieszyć montaż i wyeliminować błędy podczas wykonywania izolacji, wiele firm wprowadziło do swojej oferty specjalne preizolowane rury solarne.

Dostępny jest także kompletny preizolowany system z rur miedzianych. Zawiera on jedną lub dwie rury miedziane z doskonale wykonaną izolacją (PT) odporną na wysokie temperatury (do 180°C), które umieszczono w elastycznej osłonie (PE). Dodatkowo wewnątrz izolacji znajduje się przewód sterujący 2 x 0,75 mm² w izolacji silikonowej.



Rys. 9.1: Systemowe rury miedziane

Rury systemowe zawierające jedną rurę miedzianą produkowana są o średnicach zewnętrznych 12, 15, 18 i 22 mm, natomiast wykonanie dwururowe dostępne jest w wymiarach 15, 18 i 22 mm.

9.4 Prowadzenie i mocowanie rur.

Instalacje rurowe w systemach solarnych powinny być tak prowadzone, aby umożliwiały łatwy montaż oraz zapewniały jak najmniejsze opory przepływu medium wewnątrz instalacji. Poszczególne odcinki powinny być wykonane z jednego odcinka rur, w celu wyeliminowania dodatkowych połączeń, w których mogą powstać nieszczelności w trakcie eksploatacji systemu. Najlepiej do tego celu nadaje się rura miedziana miękka lub systemowa rura w izolacji opisana powyżej, które występują w kręgach o długości 25 lub 50 m.

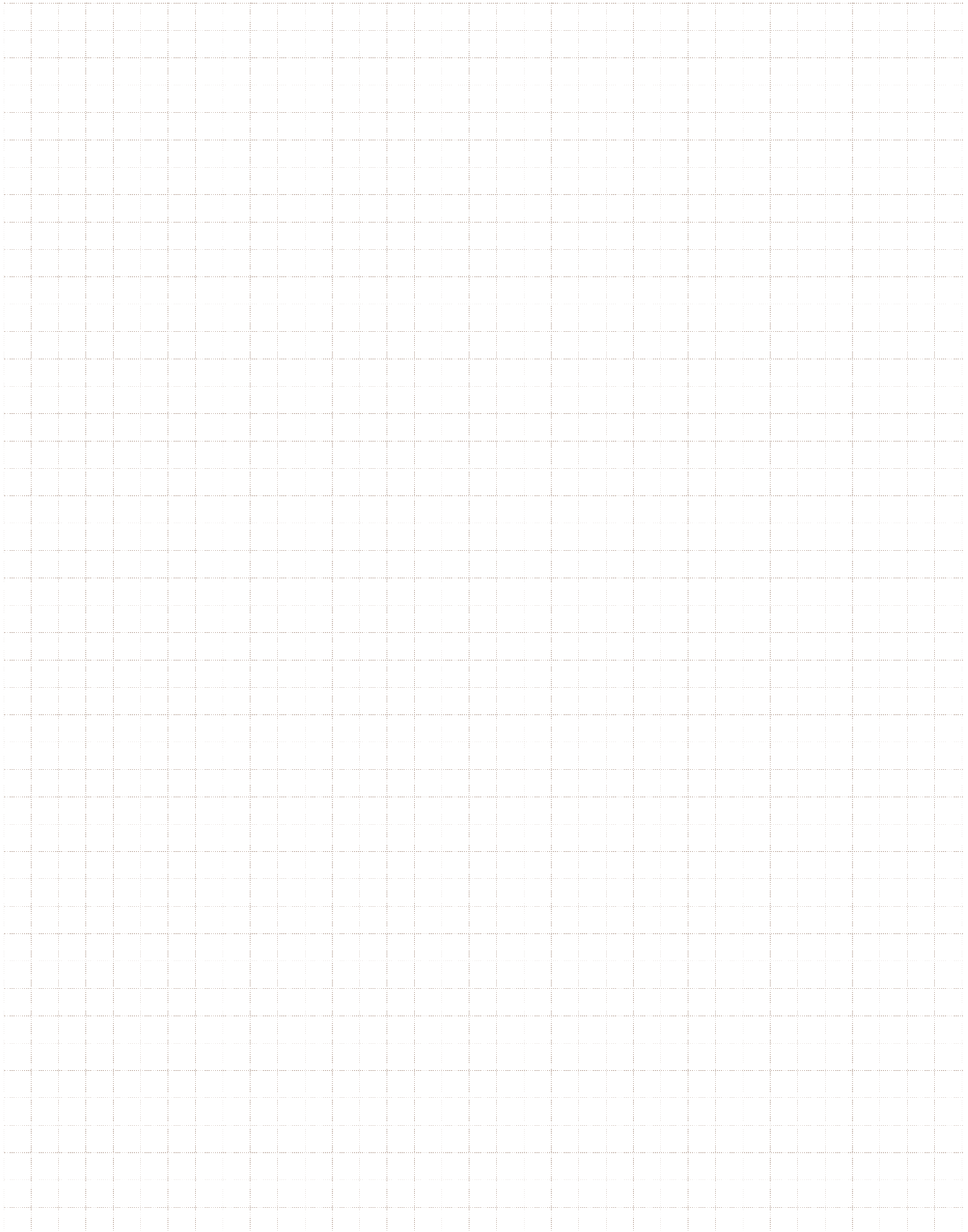
Mocowania rur instalacji solarnej należy wykonywać uchwytami pełno metalowymi z przekładką EPDM-u, która uniemożliwia przesunięcie lub wypięcie przewodów na skutek odkształceń termicznych czy skokowych zmian ciśnienia, np. w okresie stagnacji przy braku odbioru ciepła. Uchwyty rurowe powinny mieć średnicę dostosowaną do wymiaru rury łącznie z izolacją, by nie przerywać jej ciągłości oraz nie dopuścić do bezpośredniego kontaktu tworzywa EPDM z gorącą powierzchnią rury.

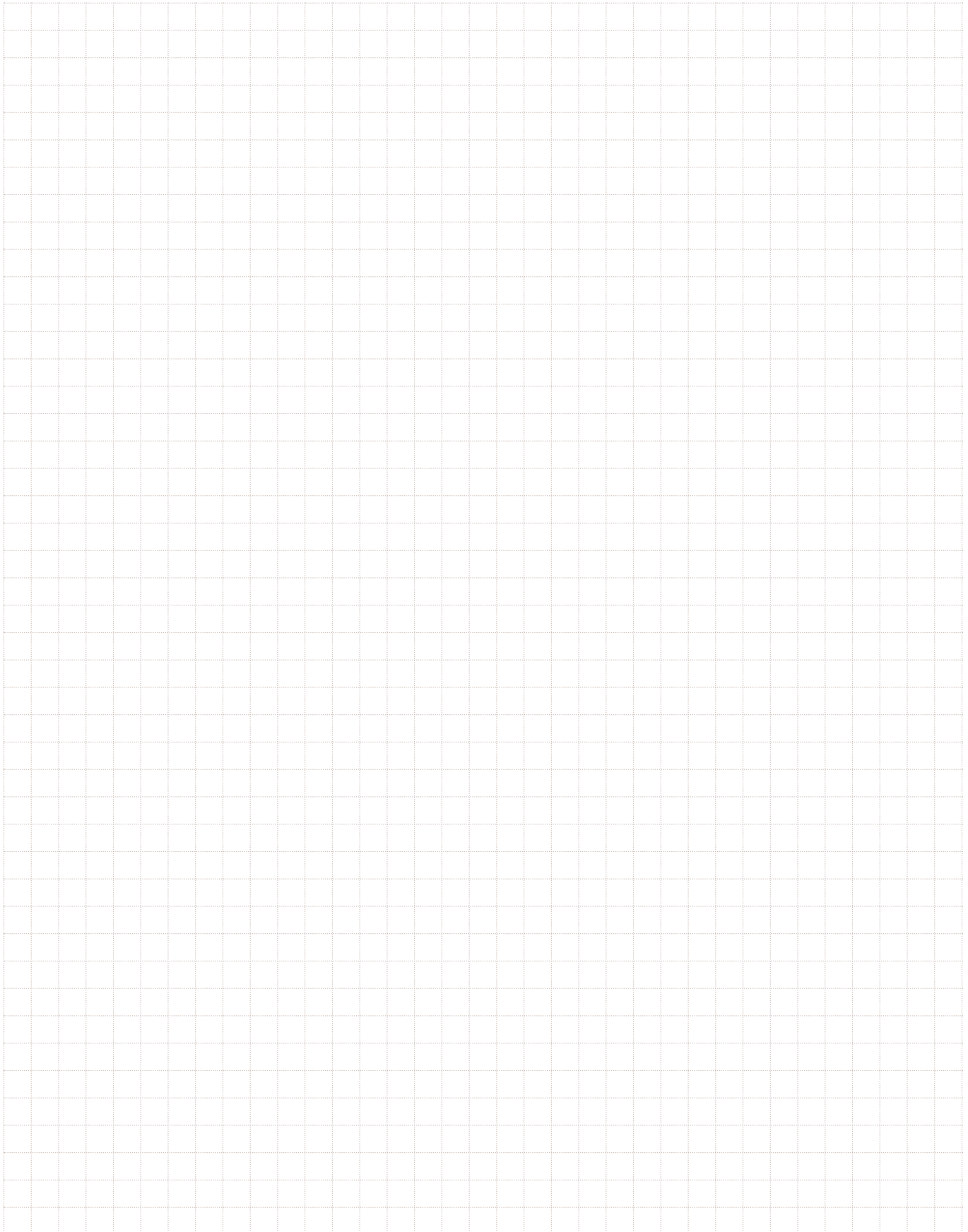
10 Piśmiennictwo

- [1] Ustawa Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r (Dz.U. Nr 106/00 poz. 1126, Nr 109/00 poz. 1157, Nr 120/00 poz. 1268, Nr 5/01 poz. 42, Nr 100/01 poz.1085, Nr 110/01 poz.1190, Nr 115/01 poz. 1229, Nr 129/01 poz. 1439, Nr 154/01 poz. 1800, Nr 74/02 poz. 676, Nr 80/03 poz. 718))
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75/02 poz. 690, Nr 33/03 poz. 270)
- [3] Ustawa z dnia 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków (Dz.U. Nr 72/01 poz. 747)
- [4] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 listopada 2002 r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. Nr 203/02 poz. 1718)
- [5] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 31 lipca 1998 r. w sprawie systemów oceny zgodności, deklaracji zgodności oraz sposobu znakowania wyrobów budowlanych dopuszczonych do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie (Dz.U. Nr 113/98 poz. 728)
- [6] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 5 sierpnia 1998 r. w sprawie aprobat i kryteriów technicznych oraz jednostkowego stosowania wyrobów budowlanych (Dz.U. Nr 107/98 poz. 607, Nr 8/02 poz. 71)
- [7] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 grudnia 2002 r. w sprawie systemów oceny zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu ich oznakowania (Dz.U. Nr 209/02 poz. 1779)
- [8] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 listopada 1998 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. Nr 140/98 poz. 906)
- [9] Wytuczne projektowania instalacji centralnego ogrzewania. Zeszyt 2 serii wydawniczej „Wymagania techniczne COBRTI INSTAL”. Wydanie: 08.2001 r.
- [10] Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji ogrzewczych. Zeszyt 6 serii wydawniczej „Wymagania techniczne COBRTI INSTAL”. Wydanie: w druku
- [11] Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji wodociągowych. Zeszyt 7 serii wydawniczej „Wymagania techniczne COBRTI INSTAL”. Wydanie: w druku
- [12] Instalacje wodociągowe, ogrzewcze i gazowe z miedzi. Poradnik. Praca zbiorowa. Nadzór merytoryczny COBRTI INSTAL. Polskie Centrum Promocji Miedzi. Wrocław 2000.
- [13] Wewnętrzne instalacje wodociągowe, ogrzewcze i gazowe z rur miedzianych. Wytuczne stosowania i projektowania. Praca zbiorowa. COBRTI INSTAL (przy współdziałaniu PCPM S.A.). Warszawa, maj 1996.
- [14] COBRTI INSTAL Zalecenia dla projektantów instalacji zimnej i ciepłej wody oraz wodnych instalacji ogrzewczych w zakresie wyboru i łączenia materiałów, uwzględniające agresywność korozyjną wód wodociągowych w 52 miastach w Polsce. Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie” - Warszawa 2001.
- [15] Instalacje gazowe z miedzi. Projektowanie, wykonywanie, odbiór i eksploatacja. Praca zbiorowa pod kierunkiem A. Barczyńskiego. Centrum Szkolenia i Doskonalenia Zawodowego Gazownictwa PGNiG S.A. w Warszawie (przy współdziałaniu PCPM S.A.). Warszawa, 1998.
- [16] Instalacje i urządzenia gazowe. Projektowanie, wykonywanie, odbiór i eksploatacja. Praca zbiorowa pod kierunkiem R. Zajdy. Centrum Szkolenia i Doskonalenia Zawodowego Gazownictwa PGNiG S.A. w Warszawie. Warszawa, 1999.
- [17] Instalacje gazowe, ogrzewcze, wentylacyjne, klimatyzacyjne i wodno-kanalizacyjne w budownictwie. Praca zbiorowa pod redakcją dr inż. M. Rubika. Wydawnictwo Informacji Zawodowej WEKA. Stan: luty 2003.
- [18] Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji ogrzewczych. Zeszyt 6 serii Wymagania techniczne COBRTI INSTAL
- [19] Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji wodociągowych. Zeszyt 7 serii Wymagania techniczne COBRTI INSTAL

PN-EN 723:2010	Miedź i stopy miedzi. Oznaczenie zawartości węgla na wewnętrznej powierzchni rur miedzianych lub łączników metodą spalania
PN-EN 378-2+A2:2012	Instalacje ziemnicze i pompy ciepła. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska. Część 2: Projektowanie, sprawdzanie, znakowanie i dokumentowanie
PN-EN 1044:2002	Lutowanie twarde. Spoiwa
PN-EN 1045:2001	Lutowanie twarde. Topniki do lutowania twardego. Klasyfikacja i techniczne warunki dostawy
PN-EN 1057:2013	Miedź i stopy miedzi. Rury miedziane okrągłe bez szwu do wody i gazu stosowane w instalacjach sanitarnych i ogrzewania
PN-EN 1173:2009	Miedź i stopy miedzi. Oznaczenia stanów materiału
PN-EN 1254-1:2004	Miedź i stopy miedzi. Łączniki instalacyjne. Część 1: Łączniki do rur miedzianych z końcówkami do kapilarnego lutowania miękkiego i twardego
PN-EN 1254-2:2004	Miedź i stopy miedzi. Łączniki instalacyjne. Część 2: Łączniki do rur miedzianych z końcówkami zaciskowymi
PN-EN 1254-3:2004	Miedź i stopy miedzi. Łączniki instalacyjne. Część 3: Łączniki do rur z tworzyw sztucznych z końcówkami zaciskowymi
PN-EN 1254-4:2004	Miedź i stopy miedzi. Łączniki instalacyjne. Część 4: Łączniki z końcówkami innymi niż do połączeń kapilarnych lub zaciskowych
PN-EN 1254-5:2004	Miedź i stopy miedzi. Łączniki instalacyjne. Część 5: Łączniki do rur miedzianych z krótkimi końcówkami do kapilarnego lutowania twardego
PN-EN 1775:2009	Dostawa gazu. Przewody gazowe dla budynków. Maksymalne ciśnienie robocze równe 5 bar lub mniejsze. Zalecenia funkcjonalne.
PN-EN ISO 7396-1:2010	Systemy rurociągowo do gazów medycznych. Część 1: Systemy rurociągowo do sprężonych gazów medycznych i próżni
PN-EN 12165:2011	Miedź i stopy miedzi. Materiał wyjściowy do kucia przerobiony i nieprzerobiony plastycznie
PN-EN 12502-5:2006	Ochrona materiałów metalowych przed korozją. Wytyczne do oceny ryzyka wystąpienia korozji w systemach rozprowadzania i magazynowania wody. Część 5: Czynniki oddziałujące na żeliwo oraz stale niestopowe i niskostopowe
PN-EN 12735-1:2010	Miedź i stopy miedzi. Rury miedziane okrągłe bez szwu stosowane w instalacjach klimatyzacyjnych i chłodniczych. Część 1: Rury do instalacji rurowych
PN-EN 12735-2:2010	Miedź i stopy miedzi. Rury miedziane okrągłe bez szwu stosowane w instalacjach klimatyzacyjnych i chłodniczych. Część 2: Rury do oprzyrządowania
PN-EN 13348:2009	Miedź i stopy miedzi. Rury miedziane okrągłe bez szwu do gazów medycznych lub próżni
PN-EN 1982:2010	Miedź i stopy miedzi. Gąski i odlewy
PN-EN 12165:2011	Miedź i stopy miedzi. Materiał wyjściowy do kucia przerobiony i nieprzerobiony plastycznie
PN-EN ISO 9453:2008	Luty miękkie. Składy chemiczne i postacie
PN-EN 29454-1:2000	Topniki do lutowania miękkiego. Klasyfikacja i wymagania. Klasyfikacja, etykietowanie i pakowanie
PN-IEC 60364-5-54:1999	Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne

PN-EN 10226-1:2006	Gwinty rurowe połączeń ze szczelnością uzyskiwaną na gwincie. Część 1: Gwinty stożkowe zewnętrzne i gwinty walcowe wewnętrzne. Wymiary, tolerancje i oznaczenia
PN-EN ISO 228-1:2005	Gwinty rurowe połączeń ze szczelnością nie uzyskiwaną na gwincie. Część 1: Wymiary, tolerancje i oznaczenie
PN-ISO 4064-1:1997	Pomiar objętości wody w przewodach. Wodomierze do wody pitnej zimnej. Wymagania
PN-ISO 4064-3:1997	Pomiar objętości wody w przewodach. Wodomierze do wody pitnej zimnej. Metody badań wyposażenie
PN-EN 1717:2003	Ochrona przed wtórnym zanieczyszczeniem wody w instalacjach wodociągowych i ogólne wymagania dotyczące urządzeń zapobiegających zanieczyszczeniu przez przepływ zwrotny
PN-B-02414:1999	Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiorczymi przeponowymi. Wymagania
PN-B-02421:2000	Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Izolacja cieplna przewodów, armatury i urządzeń. Wymagania i badania odbiorcze
PN-B-02873	Ochrona przeciwpożarowa budynków. Metoda badania stopnia rozprzestrzeniania ognia po instalacjach rurowych i przewodach instalacyjnych
PN-EN 12831:2006	Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego
PN-C-04607:1993	Woda w instalacjach ogrzewania. Wymagania i badania dotyczące jakości wody
PN-E-05204:1994	Ochrona przed elektrycznością statyczną. Ochrona obiektów, instalacji i urządzeń. Wymagania
PN-H-74200:1998	Rury stalowe ze szwem, gwintowane
PN-EN 10210-1:2007	Kształtowniki zamknięte wykonane na gorąco ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych. Część 1: Warunki techniczne dostawy
PN-EN 10210-2:2007	Kształtowniki zamknięte wykonane na gorąco ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych. Część 2: Tolerancje, wymiary i wielkości statyczne
PN-EN 10219-1:2007	Kształtowniki zamknięte ze szwem wykonane na zimno ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych. Część 1. Warunki techniczne dostawy
PN-EN 10219-2:2007	Kształtowniki zamknięte ze szwem wykonane na zimno ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych. Część 2. Tolerancje, wymiary i wielkości statyczne
PN-EN 10208-2:2011	Rury stalowe przewodowe dla mediów palnych. Warunki techniczne dostawy. Część 2: Rury o klasie wymagań B
PN-EN 10224:2006	Rury i złączki ze stali niestopowej do transportu wody i innych płynów wodnych. Warunki techniczne dostawy
DIN 1988	Wymagania dla instalacji wodociągowych







**Polskie Centrum
Promocji Miedzi**

Copper Alliance

Miedź Mądry Wybór

**Polskie Centrum
Promocji Miedzi**

ul. Św. Mikołaja 8-11 (p. 408)
50-125 Wrocław
e-mail: pcpm@copperalliance.pl

tel.: (+48) 71 78 12 502
fax: (+48) 71 78 12 504

www.pcpm.pl