



Źródło: <http://www.deco.fr/bricolage-travaux/amenagement-salle-de-bains/q/577637-quelle-est-la-pression-minimum-pour-qu-une-douche-d-hydromassage-soit-efficace.html>

**KURS**

**Sieci gazowe**

**MODUŁ**

Urządzenia energetyczne stanowiące  
wyposażenie obiektów sieci gazowych

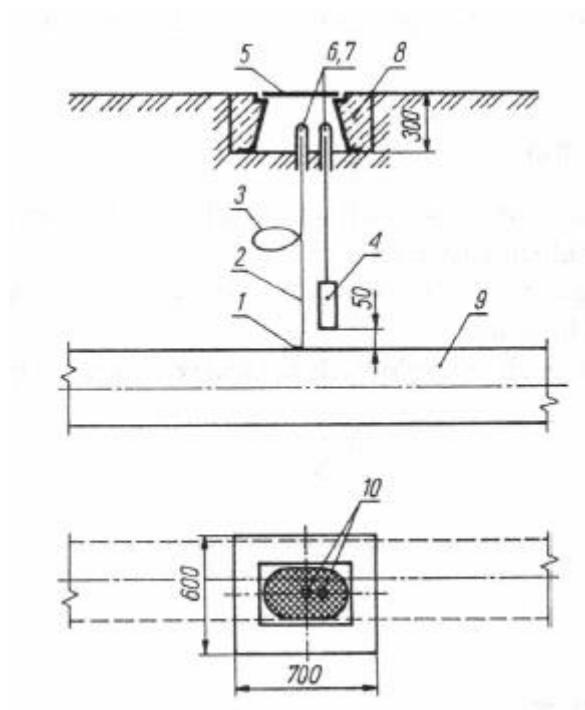
## 2 Urządzenia energetyczne stanowiące wyposażenie obiektów sieci gazowych

### 2.1 Rodzaje urządzeń stosowanych w sieciach gazowych

#### 2.1.1 Punkt pomiarów elektrycznych gazociągów z rur stalowych

Punkty pomiarów elektrycznych umożliwiają dokonywanie potencjału elektrycznego gazociągów w odniesieniu do gruntu, pomiarów różnicy potencjałów między gazociągiem, a szynami trakcji elektrycznej, pomiarów natężenia prądu w gazociągu oraz innych pomiarów elektrycznych koniecznych związku z projektowaniem lub eksploatacją czynnej ochrony antykorozyjnej gazociągów stalowych (rysunek 2.1).

#### 2.1.2 Sposób wykonania pojedynczego podziemnego punktu pomiarów elektrycznych



Rysunek 2.1. Punkt pomiarów elektrycznych

*Punkt pomiarów elektrycznych podziemny napięciowy pojedynczy 1 – miejsce przyłączenia przewodu głównego, 2 – przewód Dyd 750 V 4 mm<sup>2</sup>, 3 – zapasowy odcinek przewodu, 4 – elektroda Cu/CuSO<sub>4</sub>, 5 – skrzynia uliczna 80, 6,7 – zaciski kontrolne, 8 – beton lub elementy utwardzenia nawierzchni, 9 – gazociąg, 10 – punkty wyprowadzenia przewodu.*

*Źródło: Bąkowski K., Sieci i instalacje gazowe, Poradnik projektowania, budowy i eksploatacji, ISBN Warszawa, 2007*

### 2.1.3 Stacje gazowe i tłocznie gazu

Stacja gazowa może służyć do redukcji, pomiaru i rozdziału gazu, spełniając jedną, dwie lub wszystkie wymienione funkcje. W procesie projektowania i realizacji inwestycji sieci gazowych podstawowym zadaniem jest wybór rozwiązań ekonomicznie optymalnych zapewniających uzyskanie wymaganych parametrów technicznych oraz bezpieczeństwo dostaw gazu.

Tłocznie gazu są umieszczone na odcinkach gazociągu tranzytowego przesyłu gazu. Zadaniem tłoczni jest zapewnienie wymaganego kontraktami przepływu gazu (w Polsce jest 5 tłoczní). Zadanie to realizowane jest poprzez sprężanie gazu turbokompresorami w tłoczních dla skompensowania strat ciśnienia powstających w trakcie przepływu gazu w rurze. Maksymalne ciśnienie sprężania nie może być wyższe od ciśnienia nominalnego gazociągu (8,4 MPa). Tłocznia jest wyposażona w odpowiednie zabezpieczenia przed nadmiernym wzrostem ciśnienia przez zastosowanie urządzeń automatycznych regulujących przepływ gazu oraz zawory bezpieczeństwa.

Agregaty sprężające o mocy 25 MW składają się ze sprężarki odśrodkowej i napędzającej ją turbiny gazowej, przystosowanej do odzysku ciepła ze spalin. Zadaniem instalacji jest zapewnienie planowanego przesyłu gazu. Agregaty sprężające łączone są w układy blokowe z wydzielonymi sekcjami chłodziń gazu. Wewnątrz każdego bloku agregat-chłodzińca zainstalowano układ obejściowy z zaworem regulacyjnym, łączący tłoczenie ze ssaniem, uruchamiany w okresie rozruchu i wybiegu sprężarki. Bloki agregatów połączone są w układ kolektorowy do pracy równoległej. Każdy agregat sprężający posiada własny układ sterowania sprężarką i turbiną. Ponadto w tłoczni zainstalowany jest obiektowy układ sterowania z komputerem sterującym w dyspozytorni lokalnej tłoczni.

Tłocznie wyposażone są we wszystkie obiekty i urządzenia pomocnicze niezbędne do zapewnienia właściwej pracy i eksploatacji urządzeń technologicznych.

W gazownictwie sposób podejścia zależy od:

- budowy nowych sieci;
- modernizacji sieci istniejących.

**System przesyłowy wysokiego ciśnienia to:**

- gazociąg;
- tłocznie;
- węzły pomiarowe.

**Układy dystrybucyjne to układy:**

- gazociągów;
- stacje redukcyjno-pomiarowe.

## 2.2 Budowa i zasada działania urządzeń stanowiących wyposażenie obiektów sieci gazowej

### 2.2.1 Wyposażenie stacji gazowych

Urządzenia do pomiaru objętości przepływającego gazu - gazomierze stanowią jeden z najważniejszych elementów wyposażenia stacji redukcyjno – pomiarowych w układach sieciowych oraz stacji pomiarowo instalacyjnych u dużych odbiorców gazu.

Gazomierz samoczynnie mierzy i sumuje za pomocą liczydła objętość przepływającego przez niego gazu w odpowiedniej temperaturze i pod ciśnieniem panującym u jego wlotu. W odcinkach pomiarowych o ciśnieniu roboczym przekraczającym 5 kPa instalowane są korektory do przeliczania objętości mierzonego gazu na warunki normalne.

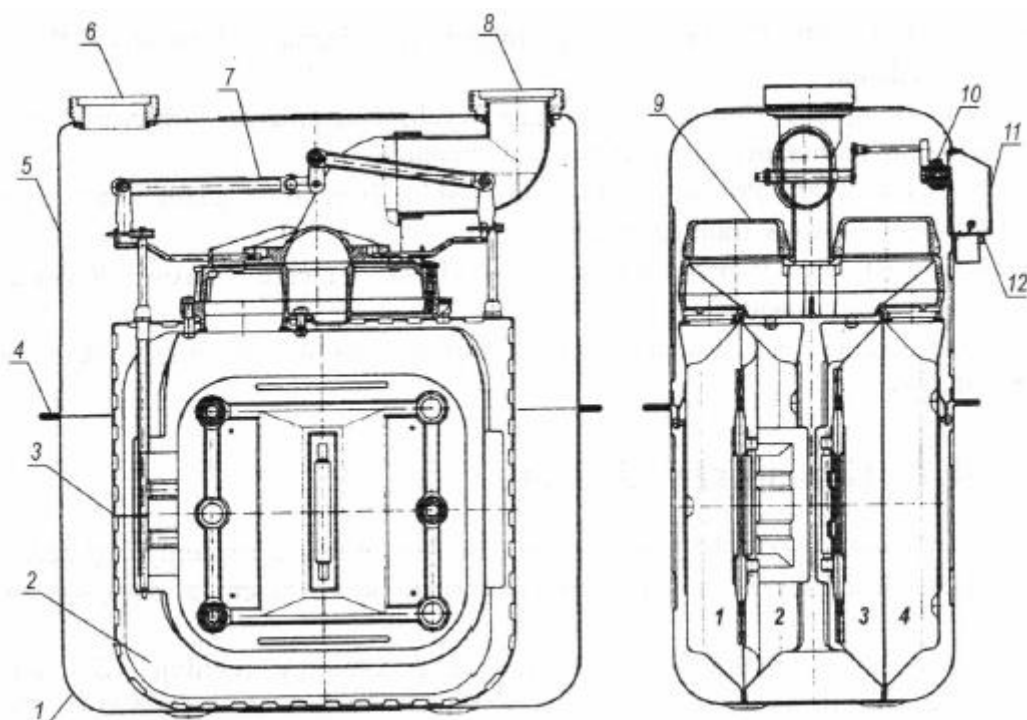
Stacja pomiarowa powinna być wyposażona w armaturę odcinającą na wejściu i wyjściu, jak każdy pojedynczy ciąg redukcyjny. Odcinek pomiarowy powinien mieć przewód obejściowy i przewód odpowietrzający. W celu elektrycznego oddzielenia stacji pomiarowej od rurociągów wejściowych i wyjściowych należy stosować złącza izolujące.

Instalowanie gazomierzy, rozruch oraz eksploatację należy prowadzić ściśle wg wskazań dokumentacji technicznej – ruchowej określonej przez producenta. W zakresie pomiaru objętości gazu został określony przez PN.

**Rozróżniamy następujące rodzaje gazomierzy:**

- gazomierze miechowe (rysunek 2.2);
- gazomierze turbinowe (rysunek 2.3);
- gazomierze rotorowe. (rysunek 2.4).

## 2.2.2 Schemat gazomierza miechowego



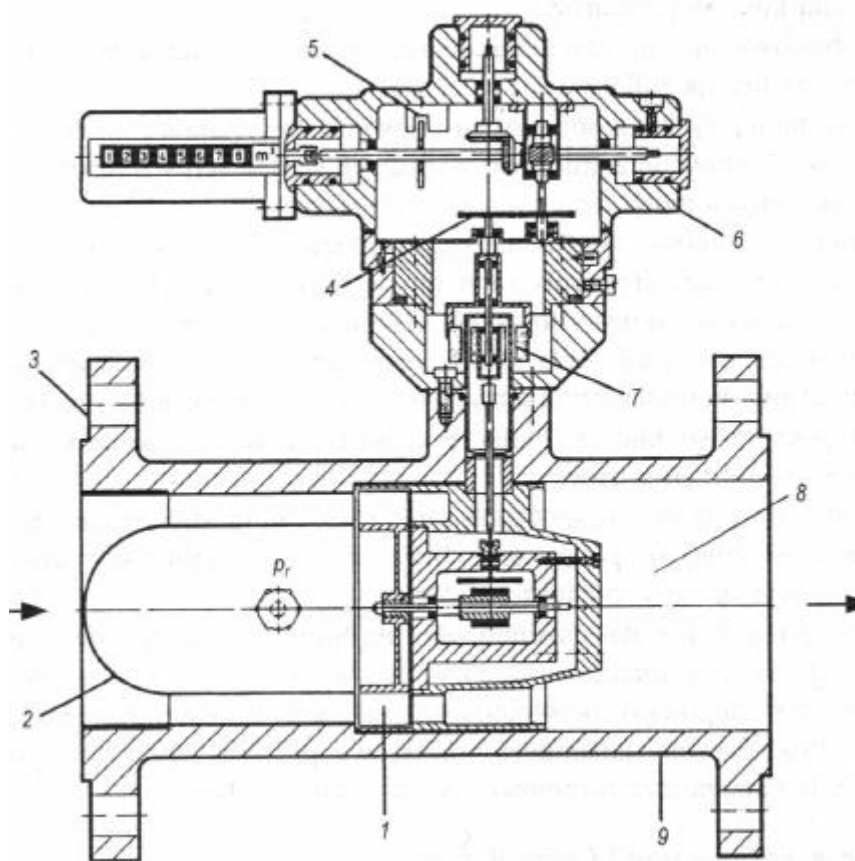
*Rysunek 2.2. Przekrój gazomierza przemysłowego*

*Przekrój gazomierza przemysłowego miechowego typu G 10, G 16 i G 25 firmy Kromschroder*  
1 – część dolna obudowy, 2 – membrana, 3 – oś mechanizmu suwakowego, 4 – złącze obudowy, 5 – część górna obudowy, 6 – króciec wlotowy, 7 – dźwignia mechanizmu suwakowego, 8 – króciec wylotowy, 9 – suwak, 10 – sprzęgło magnetyczne przenoszące obroty mechanizmu pomiarowego na liczydło, 12 – liczydło rolkowe, 12 – nadajnik impulsów; cyfry pogrubione 1, 2, 3, 4 oznaczają numery komór pomiarowych

*Źródło: Bąkowski K., Sieci i instalacje gazowe, Poradnik projektowania, budowy i eksploatacji, ISBN Warszawa, 2007*



### 2.2.3 Przekrój gazomierza turbinowego

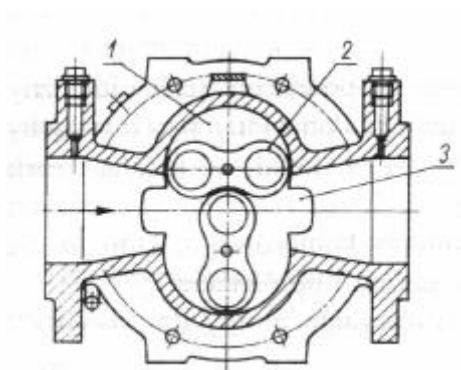


Rysunek 2.3. Przekrój gazomierza turbinowego TZ firmy Rumbach

1 – wirnik pomiarowy, 2 – komora wlotowa z kierownicą (rozdzielaczem przepływu), 3 – kołnierz przyłączeniowy, 4 – generator impulsów wysokiej częstotliwości, 5 – generator impulsów niskiej częstotliwości, 6 – głowica gazomierza z licznikiem, 7 – sprzęgło magnetyczne, 8 – komora wlotowa, 9 – korpus gazomierza

Źródło: Bąkowski K., Sieci i instalacje gazowe, Poradnik projektowania, budowy i eksploatacji, ISBN Warszawa, 2007

## 2.2.4 Przekrój gazomierza rotorowego



*Rysunek 2.4. Przekrój gazomierza rotorowego*

*Oznaczenia 1 – przestrzeń pomiarowa, 2 – wirnik dwuskrzydłowy (rotor), 3 – komora miernicza*

*Źródło: Bąkowski K., Sieci i instalacje gazowe, Poradnik projektowania, budowy i eksploatacji, ISBN Warszawa, 2007*

## 2.2.5 Przepływomierze

Służą do pomiarów przepływu gazów i cieczy. W przypadku gazów konieczne jest zastosowanie przeliczników korygujących wyniki w zależności od temperatury, ciśnienia i lepkości gazu.

Przykłady przepływomierzy:

- przepływomierz wirowy Prowirl 72



- Zasada pomiaru: przepływomierz wirowy
- Zastosowanie: objętościowy pomiar przepływu cieczy pary wodnej, gazów
- Średnica: DN15 - DN300
- Dokładność: 0,75% wartości mierzonej (ciecze), 1% wartości mierzonej (gazy)
- Interfejs komunikacyjny: HART, PROFIBUS-PA, FOUNDATION Fieldbus

*Rysunek 2.5. Przepływomierz wirowy Prowirl 72*

*Źródło: <http://www.endress.com/>*

- przepływomierz wirowy Prowirl73F



- Zasada pomiaru: przepływomierz wirowy
- Zastosowanie: objętościowy pomiar przepływu cieczy pary wodnej, gazów
- Pomiar strumienia masy i ciepła pary nasyconej.
- Wbudowany licznik ciepła
- Średnica: DN15 - DN300
- Dokładność: 0,75% wartości mierzonej (ciecze), 1% wartości mierzonej (gazy)
- Interfejs komunikacyjny do głównych systemów sterowania i diagnostyki:

HART, PROFIBUS-PA, FOUNDATION Fieldbus

*Rysunek 2.6. Przepływomierz wirowy Prowirl 73F*

Źródło: <http://www.de.endress.com/>

- przepływomierz ultradźwiękowy Sitrans Fus 060



- Zasada pomiaru: przetwornik pomiarowy do zastosowań przemysłowych
- Do współpracy z czujnikami SONO 3100I oraz SONO 3300I
- Interfejs komunikacyjny: HART lub Profibus PA
- Zakres temperatur: -20 – 65°C
- Zasilanie: 230 V AC lub 24 V DC/AC
- Certyfikat ATEX (w przygotowaniu)

*Rysunek 2.7. Przepływomierz ultradźwiękowy Sitrans Fus 060*

Źródło: <http://www.automation.siemens.com/>

- przepływomierz elektromagnetyczny Magflo Mag 5000/6000



- Zasada pomiaru: Przetworniki pomiarowe do wszystkich czujników przepływu
- Zastosowanie: MAG 5000 szeroki zakres zastosowań, MAG 6000 przeznaczony dla zaawansowanych zastosowań
- Dokładność pomiarowa: 0,5% dla MAG5000 i 0,25% dla MAG6000
- Wyjście prądowe, impulsowo-częstotliwościowe i przekaźnikowe
- Interfejs komunikacyjny: HART, Profibus DP, Profibus PA, Modbus RTU, CANopen

*Rysunek 2.8. Przepływomierz elektromagnetyczny Magflo Mag 5000/6000*

Źródło: <http://www.endress.com/>

## 2.2.6 Elektroniczne przesyłanie danych

### 1. Nadajniki elektroniczne

Produkowane obecnie urządzenia do pomiaru gazu fabrycznie są wyposażone w różnego typu nadajniki umożliwiające przenoszenie cyfrowych sygnałów wyjściowych zależnie od obciążenia.

Nadajniki niskiej częstotliwości (rysunek 2.9a) przekazują ilość impulsów dziesiętnych wynikających z oddziaływania pola magnetycznego magnesu stałego zamocowanego na liczniku rolkowym gazomierza. Jest to zestyk mechaniczny, którego

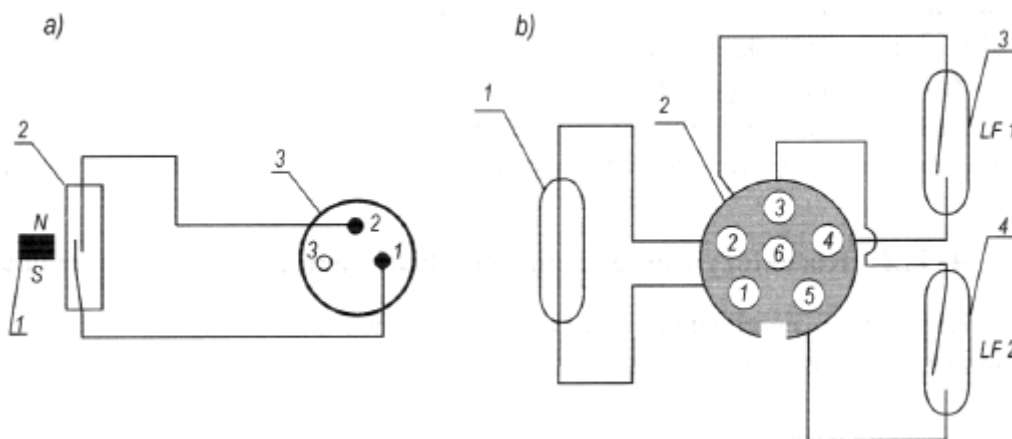


liczba zwarć jest proporcjonalna do objętości przepływającego gazu. Niektóre typy nadajników są wyposażone w podwójny zestaw kontaktronowy (rysunek 2.9 b). Nadajnik ten umożliwia transmisję danych w celu:

- zdalnego odczytu;
- użytkowanych, jako wejścia objętościowego elektronicznych korektorów lub przeliczników objętości na warunki normalne;
- użytkowanych, jako wejścia objętościowego integratorów, rejestratorów danych itp.

Zastosowanie nadajników daje ogromne możliwości sterowania i regulacji przepływającego gazu.

## 2. Nadajniki impulsów niskiej częstotliwości



Rysunek 2.9. Nadajniki impulsów niskiej częstotliwości

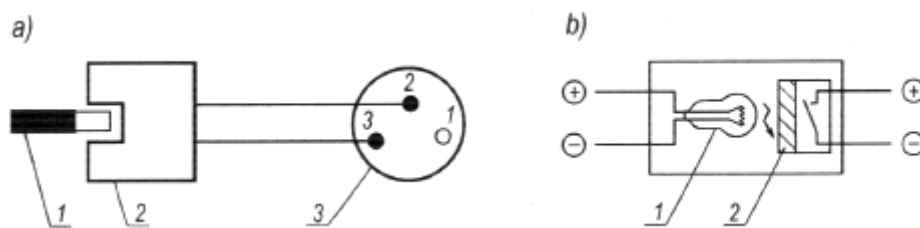
Nadajniki impulsów niskiej częstotliwości: a) z pojedynczym zestawem kontaktronowym 1 – magnes, 2 – kontaktron, 3 – wtyczka 3-biegunowa wg DIN 41524, b) z dwoma zestawami zwrotnymi i jednym rozdzielnym 1 – zestaw rozdzielnym (sygnalizator manipulacji magnetycznej), 2 – wtyczka 6-biegunowa, 3 i 4 – zestawy zwrotne

Źródło: Bąkowski K., Sieci i instalacje gazowe, Poradnik projektowania, budowy i eksploatacji, ISBN Warszawa 2007

Natomiast na rysunku 2.9 a) pokazany nadajnik wysokiej częstotliwości jest czujnikiem indukcyjnym wzbudzonym przez tarczę szczelinową. Częstotliwość impulsów jest proporcjonalna do chwilowego natężenia przepływu gazu. Nadajnik realizuje następujące funkcje:

- przesyłanie danych objętościowych w postaci sygnału o wysokiej częstotliwości;
- przesyłanie danych o natężeniu przepływu gazu w postaci sygnału o wysokiej częstotliwości;
- kontrolowanie wskazań liczydła gazomierza.

### 3. Nadajnik wysokiej częstotliwości



*Rysunek 2.10. Nadajnik wysokiej częstotliwości*

*Nadajniki wysokiej częstotliwości: a) indukcyjny szczelinowy*

*1 – tarcza szczelinowa, 2 – czujnik indukcyjny, 3 – wtyczka 3-biegunowa, b) optyczny*

*1 – źródła światła, 2 – fotokomórka*

*Źródło: Bąkowski K., Sieci i instalacje gazowe, Poradnik projektowania, budowy i eksploatacji, ISBN Warszawa 2007*

W nadajnikach wysokiej częstotliwości typu optycznego (rysunek 2.9 b) wykorzystuje się impulsy przekaźnika optycznego, w którym sygnał optyczny radialnie obwodzi łopatki wirnika gazomierza turbinowego. Nadawana częstotliwość jest iloczynem liczby obrotów wirnika pomiarowego i liczby znaków na krążku nadawczym.

Zastosowanie nadajników wysokiej częstotliwości umożliwia elektroniczne przetwarzanie wartości pomiarowych gazomierzy i stosowanie ich dzięki przetwornikowi analogowemu do wyświetlania wyników, ich rejestrowania oraz sterowania i regulacji.

### 4. Liczniki i rejestratory impulsów

Licznik jest to układ sekwencyjny, służący do zliczania i pamiętania liczby impulsów podawanych na jego wejście zliczające.

**Ze względu na sposób pracy, liczniki możemy podzielić na:**

- liczniki dodające (zliczające w przód, zliczające w górę) – po każdym impulsie wejściowym zwiększają liczbę pamiętaną w liczniku o jeden;
- liczniki odejmujące (zliczające w tył, zliczające w dół) – po każdym impulsie wejściowym zmniejszają liczbę pamiętaną w liczniku o jeden;
- liczniki rewersyjne (dwukierunkowe) – używane w przypadku konieczności dodawania i odejmowania impulsów w jednym liczniku.

## **Przykład elektromechanicznego licznika impulsów**



*Rysunek 2.11. Przykład elektromechanicznego licznika impulsów*

Źródło: <http://www.kuebler.com>

## **Przykład elektronicznego licznika impulsów**



*Rysunek 2.12. Przykład elektronicznego licznika impulsów*

Źródło: [http://www.elmer.krakow.pl/html/body/liczniki\\_czasu\\_i\\_impulsow.html](http://www.elmer.krakow.pl/html/body/liczniki_czasu_i_impulsow.html)

## **Przykład elektronicznego rejestratora impulsów**



*Rysunek 2.13. Przykład elektronicznego rejestratora impulsów*

Źródło: <http://www.common.pl/>

Zaprezentowany na powyższej ilustracji rejestrator impulsów typu CRS-03 jest przeznaczony do współpracy z gazomierzami wyposażonymi w kontaktronowy nadajnik niskiej częstotliwości. Podstawowymi funkcjami urządzenia są rejestracja objętości gazu w warunkach pomiaru oraz wyznaczanie i rejestracja przyrostów godzinowych poboru gazu, tzw. szczytów godzinowych. Zgromadzone dane mogą być wysyłane w postaci komunikatów SMS za pomocą wbudowanego modułu GSM. Komunikaty mogą mieć

formę jawną, pozwalającą na bezpośrednią interpretację przesłanych danych na wyświetlaczu telefonu komórkowego bądź formę wymaganą przez serwer odbiorczy. Rejestrator wyposażony jest w wyświetlacz LCD, który cały czas sekwencyjnie wyświetla najważniejsze informacje. Umożliwia to natychmiastowy dostęp do najważniejszych dla użytkownika informacji, co gwarantuje stosowną i bezkonfliktową współpracę dostawcy i odbiorcy gazu.

### 2.2.7 Magazynowanie gazów ziemnych

Zapotrzebowanie na zużycie gazu jest bardzo zróżnicowane w naszej strefie klimatycznej. W okresie zimy zużywamy ok. 2,5 razy więcej gazu, niż latem. Z uwagi na czynniki technologiczne i nierównomierność zapotrzebowania konieczne jest zabezpieczenie dostaw zużycia gazu poprzez jego magazynowanie. Do tego celu służą różnego rodzaju zbiorniki gazu ziemnego. Wybór typu zbiornika zależy od:

- wymaganej pojemności zbiornikowej, niezbędnej w danym systemie;
- zaopatrywania odbiorców w gaz i wyrównywania wahań odbioru gazu;
- ciśnienia pod jakim gaz jest dostarczany do odbiorców;
- rodzaju i układu sieci rozdzielczej;
- innych warunków technicznych i ekonomicznych.

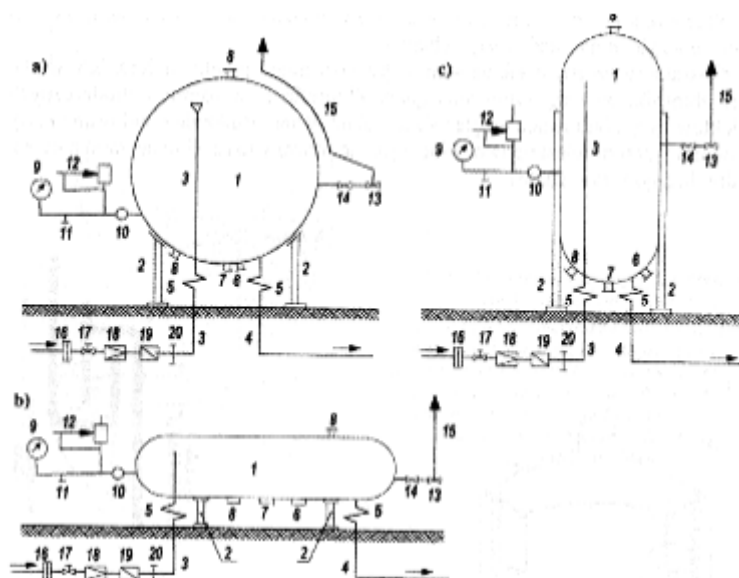
Gaz może być magazynowany w zbiornikach naziemnych i podziemnych o ciśnieniu niskim bądź wysokim.

Naziemne magazyny gazu są mało ekonomiczne ze względu na surowe normy bezpieczeństwa powodujące wzrost kosztów ich budowy i utrzymania. Ponadto zbiorniki wraz z infrastrukturą zajmują dużo miejsca. Magazyny takie lokalizowane były najczęściej w pobliżu dużych miast.

Ze względu na zastosowanie rozróżniamy zbiorniki naziemne o małej i dużej pojemności. Zbiorniki o małej pojemności to zbiorniki niskiego ciśnienia: mokre i suche oraz zbiorniki wysokiego ciśnienia: cylindryczne, kuliste i rurowe rysunek 2.14.

Inną metodą magazynowania gazu ziemnego są zbiorniki rurowe. Składają się one z szeregu równoległych względem siebie i połączonych ze sobą odcinków rur o dużej średnicy około 500 mm, ułożonych pod ziemią na głębokości chroniącej od większych wahań temperatury. Rury są izolowane antykorozyjnie i ułożone w odstępach kilku metrów dla ułatwienia montażu i bezpieczeństwa na wypadek awarii. Zbiorniki rurowe nadają się do magazynowania gazu pod wyższym ciśnieniem niż zbiorniki naziemne: cylindryczne i kuliste. Przy bardzo wysokich ciśnieniach uzyskuje się dodatkowo znaczne zwiększenie pojemności zbiornika na skutek odstępstwa gazu rzeczywistego od praw gazu doskonałego. Tak np. przy ciśnieniu 160 bar, przy którym współczynnik ściśliwości gazu ziemnego wynosi około 0,7, w każdym metrze sześciennym geometrycznej pojemności zmieści się nie 160, lecz 230 metrów sześciennych gazu ziemnego.

## Schemat zbiorników gazowych wysokociśnieniowych



Rysunek 2.14. Schemat zbiorników gazowych wysokociśnieniowych

a) kulisty, b) cylindryczny, c) rurowy

Oznaczenia: 1 – zbiornik, 2 – podpory, 3 – wlot gazu, 4 – wylot gazu, 5 – element łączący, 6 – króciec, 7 – odprowadzenie kondensatu, 8 – właz, 9 – manometr, 10 – urządzenie alarmowe, 11 – kołnierz kontrolny, 12 – manometr samopiszący, 13 – zawór bezpieczeństwa, 14 – zawór, 15 – przewód wydmuchowy, 16 – filtr, 17 – zawór samoczynny, 18 – reduktor, 19 – zawór zwrotny, 20 – przesłona pomiarowa

Źródło: Lebedowski M., *Uzbrojenie terenu*, Politechnika Łódzka, Łódź 2004

Podziemne magazyny gazu ziemnego są w wielu krajach wykorzystywane, jako rezerwa strategiczna zabezpieczająca przed ewentualnym brakiem dostaw gazu z importu. Rezerwa ta musi być tym większa, im import realizowany jest tylko z jednego kierunku. Podziemne magazyny mogą również służyć do pokrywania krótkotrwałych, bardzo dużych deficytów gazu, np. w razie awarii systemu gazociągów przesyłowych. Podziemne magazyny gazu wykonywane są w komorach (kawernach) wyługowanych w wysadach lub pokładach soli kamiennej, w warstwach wodonośnych, wyczerpanych złożach gazu. Ta ostatnia metoda jest najbardziej rozpowszechniona, ponieważ należy do najtańszych. Wymaga jedynie dobrania optymalnego czasu przerwania wydobywania gazu ze złoża. Nieodłączną częścią podziemnego magazynowania gazu ziemnego stanowią jego urządzenia naziemne: stacja sprężarek, instalacja osuszania i oczyszczania gazu z zanieczyszczeń mechanicznych, punkt rozdzielczy i odwierty eksploatacyjne.

### 2.2.8 Podgrzewacz gazu<sup>1</sup>

Podgrzewacze gazu (wymenniki ciepła) stosowane są głównie do podgrzania gazu przed redukcją ciśnienia. W wyniku redukcji ciśnienia gazu z wysokiego na średnie następuje spadek jego temperatury. Zmiana temperatury spowodowana jest efektem "Joule – Thomsona"  $\Delta T/\Delta p$  [°C/bar].

<sup>1</sup> [http://www.union.gda.pl/pl/produkcja\\_seryjna/podgrzewacze.php](http://www.union.gda.pl/pl/produkcja_seryjna/podgrzewacze.php)

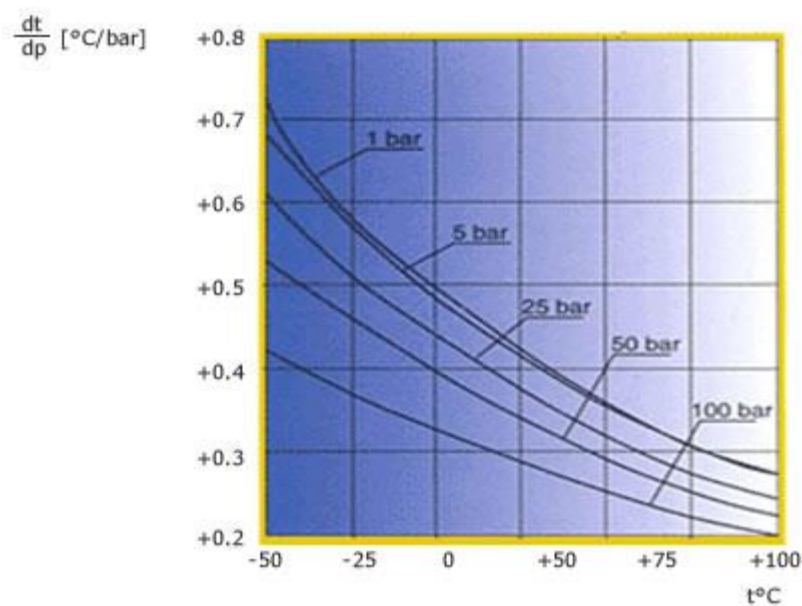




Rysunek 2.15 Budowa wymiennika podgrzewacza gazu

Źródło: [http://www.union.gda.pl/pl/produkcja\\_seryjna/podgrzewacze.php](http://www.union.gda.pl/pl/produkcja_seryjna/podgrzewacze.php)

Zespół krzywych na rysunku przedstawia efekt "Joule'a-Thomson'a" w zależności od ciśnienia i temperatury. Dla obliczenia wymienników ciepła można z wystarczającą dokładnością przyjmować spadek temperatury 0,4 °C/bar.



Rysunek 2.16 Współczynnik „Joule’a – Thomson’a” dla wybranych ciśnień

Źródło: [http://www.union.gda.pl/pl/produkcja\\_seryjna/podgrzewacze.php](http://www.union.gda.pl/pl/produkcja_seryjna/podgrzewacze.php)

## 2.2.9 Sprężarka<sup>2</sup>

Sprężarka –maszyna energetyczna, której zadaniem jest podwyższenie ciśnienia gazu lub wymuszenie jego przepływu (nadanie energii kinetycznej).

W sprężarce ciśnienie ssawne –  $p_s$  jest nieznacznie niższe od ciśnienia atmosferycznego (na tyle tylko by zachować zdolność ssania), zaś ciśnienie tłoczne  $p_t$  znacznie wyższe od atmosferycznego, jak na to wskazuje parametr  $\Pi$ .

Sprężarki, w których  $p_s$  jest znacznie niższe, a  $p_t$  tylko nieznacznie wyższe od ciśnienia otoczenia, nazywane są pompami próżniowymi.

Sprężarki w czasie pracy wydzielają dużą ilość ciepła, które musi być odprowadzone. Układy chłodzenia sprężarek są podobne do układów chłodzenia silników spalinowych. Dla mniejszych jednostek stosuje się chłodzenie bezpośrednie, dla większych pośrednie z chłodnicą. Sam sprężany gaz w wielu przypadkach jest również chłodzony poprzez chłodzenie międzystopniowe.

### Zastosowanie sprężarki:

- zwiększenie gęstości czynnika gazowego;
- podniesienie ciśnienia tego czynnika;
- wymuszenie przepływu;
- podwyższenie temperatury czynnika gazowego;
- wywołanie dodatniego efektu Joule'a-Thomsona.

### Parametry pracy maszyn sprężających:

- $p_s$  - ciśnienie ssawne na wlocie do sprężarki;
- $p_t$  - ciśnienie tłoczne na wylocie ze sprężarki;
- $\pi = p_t/p_s$  - stosunek sprężania (spręż);
- $\Delta p = p_t - p_s$  spiętrzenie statyczne lub całkowite.

### Podział sprężarek ze względu na stosunek sprężania:

- wentylatory dla  $\Pi < 1,13$  (przyrost ciśnienia nie przekraczający 10 kPa);
- dmuchawy dla  $1,13 < \Pi < 3$ ;
- kompresory dla  $\Pi > 3$ .

### Podział ze względu na budowę:

- wyporowe (sprężarka tłokowa, śrubowa, membranowa, spiralna, z wirującymi tłokami, łopatkowa);
- przepływowe (sprężarka promieniowa, diagonalna, osiowa, wirowa, Compres);

<sup>2</sup> <http://pl.wikipedia.org/wiki/Spr%C4%99%C5%BCarka>

- inne (sprężarka chemiczna).

#### **Podział ze względu na rodzaj sprężanego czynnika:**

- maszyny sprężające powietrze;
- maszyny sprężające gazowe.

**Podział ze względu na ilość stopni:** jednostopniowe i wielostopniowe.

**Podział ze względu na mobilność:** sprężarka stacjonarna i przewoźna.

### **2.3 Skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła**

Zapoznaj się z prezentacją pt. „Skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła”.

### **2.4 Literatura**

#### **2.4.1 Literatura obowiązkowa**

- Bąkowski K., Sieci i instalacje gazowe, Poradnik projektowania, budowy i eksploatacji, ISBN Warszawa, 2007, s. 33 – 43, 103 – 137, 618 – 639;
- Gniewek-Grzybczyk B., Łaciak M., Grela I., Siuciak M., Energetyka gazowa, Poradnik wyd. II, Tabonus, Kraków –Tarnobrzeg 2011;
- Hoffmann Z. Lisicki K., Instalacje budowlane, PSIP, Warszawa, 1995, s. 188 – 200;
- Lebedowski M.: Uzbrojenie terenu. Politechnika Łódzka, Łódź 2004;
- Osiadacz A., Chaczykowski M., Stacje gazowe: teoria, projektowanie, eksploatacja, Fluid, Warszawa 2010.

#### **2.4.2 Literatura uzupełniająca**

- Osiadacz A., Statyczna symulacja sieci gazowych, Fluid System, Warszawa 2001;
- Ratasiewicz Witalis, Stacje gazowe w systemach dostawy gazu, Poradnik gazownika, PZITS, 2006;
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 26 kwietnia 2013 r. w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie (Dz. U. z 2013 r., poz. 640).

#### **2.4.3 Netografia**

- <http://www.humac.pl>;
- <http://www.automation.siemens.com/>;
- <http://www.kuebler.com>;
- [http://www.elmer.krakow.pl/html/body\\_liczniki\\_czasu\\_i\\_impulsow.html](http://www.elmer.krakow.pl/html/body_liczniki_czasu_i_impulsow.html);

- <http://www.common.pl/>.

## 2.5 Spis rysunków

|   |    |
|---|----|
| Rysunek 2.1. Punkt pomiarów elektrycznych .....                             | 2  |
| Rysunek 2.2. Przekrój gazomierza przemysłowego .....                        | 5  |
| Rysunek 2.3. Przekrój gazomierza turbinowego TZ firmy Rumbach.....          | 6  |
| Rysunek 2.4. Przekrój gazomierza rotorowego.....                            | 7  |
| Rysunek 2.5. Przepływomierz wirowy Prowirl 72 .....                         | 7  |
| Rysunek 2.6. Przepływomierz wirowy Prowirl 73F.....                         | 8  |
| Rysunek 2.7. Przepływomierz ultradźwiękowy Sitrans Fus 060 .....            | 8  |
| Rysunek 2.8. Przepływomierz elektromagnetyczny Magflo Mag 5000/6000 .....   | 8  |
| Rysunek 2.9. Nadajniki impulsów niskiej częstotliwości.....                 | 9  |
| Rysunek 2.10. Nadajnik wysokiej częstotliwości.....                         | 10 |
| Rysunek 2.11. Przykład elektromechanicznego licznika impulsów.....          | 11 |
| Rysunek 2.12. Przykład elektronicznego licznika impulsów .....              | 11 |
| Rysunek 2.13. Przykład elektronicznego rejestratora impulsów.....           | 11 |
| Rysunek 2.14. Schemat zbiorników gazowych wysokociśnieniowych .....         | 13 |
| Rysunek 2.15 Budowa wymiennika podgrzewacza gazu .....                      | 14 |
| Rysunek 2.16 Współczynnik „Joule’a – Thomson’a” dla wybranych ciśnień ..... | 14 |

## 2.6 Spis treści

|  |    |
|--|----|
| 2 Urządzenia energetyczne stanowiące wyposażenie obiektów sieci gazowych.....                | 2  |
| 2.1 Rodzaje urządzeń stosowanych w sieciach gazowych.....                                    | 2  |
| 2.1.1 Punkt pomiarów elektrycznych gazociągów z rur stalowych.....                           | 2  |
| 2.1.2 Sposób wykonania pojedynczego podziemnego punktu pomiarów elektrycznych.....           | 2  |
| 2.1.3 Stacje gazowe i tłocznie gazu .....  | 3  |
| 2.2 Budowa i zasada działania urządzeń stanowiących wyposażenie obiektów sieci gazowej ..... | 4  |
| 2.2.1 Wyposażenie stacji gazowych .....  | 4  |
| 2.2.2 Schemat gazomierza miechowego.....   | 5  |
| 2.2.3 Przekrój gazomierza turbinowego .....  | 6  |
| 2.2.4 Przekrój gazomierza rotorowego .....   | 7  |
| 2.2.5 Przepływomierze .....  | 7  |
| 2.2.6 Elektroniczne przesyłanie danych.....  | 8  |
| 2.2.7 Magazynowanie gazów ziemnych.....  | 12 |
| 2.2.8 Podgrzewacz gazu.....  | 13 |
| 2.2.9 Spreżarka .....  | 15 |
| 2.3 Skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła .....                               | 16 |
| 2.4 Literatura.....  | 16 |
| 2.4.1 Literatura obowiązkowa .....   | 16 |
| 2.4.2 Literatura uzupełniająca .....   | 16 |
| 2.4.3 Netografia .....   | 16 |
| 2.5 Spis rysunków.....   | 17 |