

# Podziemne moduły redukcyjne

**Maciej Chaczykowski\***

Przy rozbudowie i modernizacji sieci stacje redukcyjno-pomiarowe są elementem, który może stwarzać wiele trudności lokalizacyjnych. Trudności te mogą wynikać między innymi z konieczności wykupienia terenu niezbędnego pod zabudowę stacji lub też braku przestrzeni na obszarach silnie zurbanizowanych. Kolejną przeszkodę mogą stanowić nieestetyczne obudowy stacji, wykluczające ich lokalizację na obszarach o zabudowie charakteryzującej się wysokimi walorami architektonicznymi. Nieodłączną cechą towarzyszącą pracy każdej stacji redukcyjnej jest hałas. Nieuwzględnienie go przy wyborze miejsca pod lokalizację planowanej stacji może prowadzić w przyszłości do łamania obowiązującego w tym zakresie prawa [1] lub konfliktów z okolicznymi mieszkańcami.

Biorąc pod uwagę wspomniane trudności szczególnie godnym polecenia rozwiązaniem wydają się być podziemne stacje redukcyjne. Rozwiązanie takie zostało dopuszczone do stosowania w Polsce w [2], w odniesieniu do stacji redukcyjnych II stopnia.

Podziemne stacje redukcyjne mają budowę modułową. Zależnie od wymaganej przepustowości składają się z jednego lub kilku ciągów wyposażonych w jeden moduł redukcyjny, w którym zamontowana jest armatura redukcyjno-zabezpieczająca. Moduły mogą mieć konstrukcję ciśnieniową tzn. ich obudowa stanowi część gazociągu i pełni rolę orurowania stacji redukcyjnej oraz bezciśnieniową, w których obudowa stanowi jedynie element zabezpieczający przed wilgocią i wodami gruntowymi.

## Moduły ciśnieniowe

### Moduł BD-Krysalis

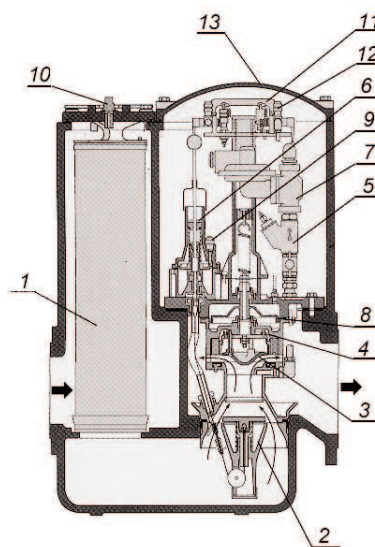
Przykładem modułu ciśnieniowego jest moduł BD-Krysalis [3], który wyróżnia się małymi wymiarami zewnętrznymi. W obudowie można wyróżnić dwie części (rys. 1). Mniejsza część wlotowa zawiera zespół filtrujący złożony z pojedynczego filtra siatkowego o progu filtracji 200 µm. Drugą część stanowi komora dla wymiennalnego wkładu, zawierającego zespół redukujący ciśnienie oraz układ zabezpieczający. Obie komory posiadają wła-

sne zamknięcie, co pozwala na wymianę lub czyszczenie filtra bez konieczności demontażu wkładu.

Główną część wkładu stanowi reduktor ciśnienia pośredniego działania. Gaz wpływa do niego osiowo od dołu, wypływa natomiast przez szczelinę na obwodzie wkładu. Konstrukcja taka wskazuje, że reduktor został zaprojektowany z przeznaczeniem wyłącznie do podziemnych modułów redukcyjnych.

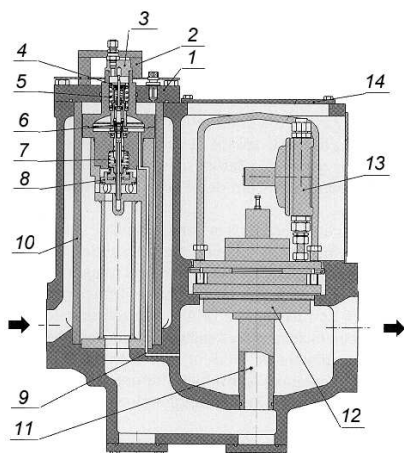
Przed reduktorem zamontowany jest zawór szybko zamykający wraz z urządzeniem wyzwalającym typu koszyczek z łożyskiem kulkowym. Konstrukcję tą cechuje niezawodność oraz wysoka odporność na wibracje. Wkład zawiera także wydmuchowy zawór upustowy.

Konstrukcja typu wkład (ang. cartridge) jest charakterystyczną cechą modułów ciśnieniowych. Wkłady są całkowicie wymienne, co pozwala na ich remonty w warsztacie. Czynności i czas związane z ich wymianą są ograniczone do minimum i obejmują: odcięcie stacji, rozprężenie korpusu, wyjęcie starego i włożenie nowego wkładu (bez konieczności wykonywania jakichkolwiek połączeń) oraz ponowne włączenie stacji do pracy. Ponieważ waga wkładu modułu Krysalis wynosi około 30 kg, zatem wszystkie wspomnia-

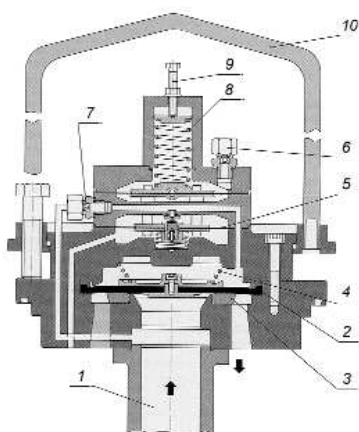


Rys. 1. Przekrój podziemnej stacji redukcyjnej typu BD Krysalis, 1 – filtr przeciwpylowy, 2 – zawór szybko zamykający, 3 – reduktor, 4 – membrana porównawcza, 5 – filtr pilota, 6 – pilot zaworu szybko zamykającego, 7 – pilot reduktora, 8 – układ wykonawczy reduktora, 9 – wskaźnik położenia zaworu szybko zamykającego, 10 – pokrywa z zaworem bezpieczeństwa, 11 – uchwyt montażowy, 12 – przyłącze do pomiaru ciśnienia, 13 – wodoszczelna pokrywa.

\* dr inż. Maciej Chaczykowski, Politechnika Warszawska, Instytut Ogrzewnictwa i Wentylacji, ul. Nowowiejska 20, 00-653 Warszawa.  
e-mail: maciej.chaczykowski@is.pw.edu.pl



Rys. 2 Przekrój podziemnej stacji redukcyjnej typu RMG / BD Krysalis 300 firmy RMG [6], 1 – pokrywa zamykająca z zaworem bezpieczeństwa, 2 – uchwyt montażowy, 3 – układ zaworu szybkozamykającego, 4 – pokrętko regulacji ciśnienia nastawy, 5 – sprężyna regulacyjna ciśnienia nastawy, 6 – zatrzask kulkowy, 7 – sprężyna domykająca, 8 – gniazdo zaworu szybko zamykającego, 9 – przewód impulsowy zaworu szybko zamykającego, 10 – filtr, 11 – komora wlotowa reduktora, 12 – reduktor, 13 – wydmuchowy zawór upustowy, 14 – wodoszczelna pokrywa.

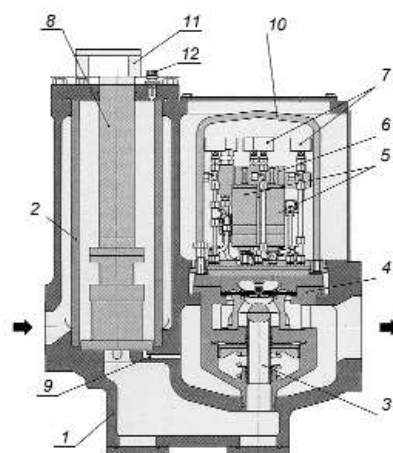


Rys. 3 Schemat reduktora typ RMG 402 podziemnej stacji redukcyjnej typu RMG / BD Krysalis 300 firmy RMG [6], 1 – komora wlotowa reduktora, 2 – membrana zaworowa, 3 – gniazdo reduktora, 4 – sprężyna domykająca, 5 – membrany reduktora pilotującego, 6 – przyłącze przewodu wentylacyjnego, 7 – dławik wstępny, 8 – sprężyna regulacyjna, 9 – pokrętko regulacji ciśnienia, 10 – uchwyt montażowy.

ne czynności jest w stanie wykonać dwóch monterów bez konieczności używania ciężkiego sprzętu.

Jedyną częścią stacji montowaną ponad powierzchnią terenu jest rura wydmuchowa z zamontowaną na niej szafką aparatury kontrolno-pomiarowej. Rura wydmuchowa może być oddalona od modułu do 15 m, dzięki temu możliwe jest odpowiednie usytuowanie modułu w terenie.

Kolejnym wariantem konstrukcyjnym modułu Krysalis jest moduł RMG/BD Krysalis 300 (rys. 2), w którym zastosowany został reduktor typu RMG 402 z membraną zaworową (rys. 3) o za-



Rys. 4 Przekrój podziemnej stacji redukcyjnej typu RMG / BD Krysalis 300 z biernym układem monitorowanym firmy RMG [6], 1 – ciśnieniowa obudowa, 2 – filtr przeciwpylowy, 3 – reduktor monitor, 4 – reduktor główny, 5 – piloty, 6 – wydmuchowy zawór upustowy, 7 – manometry, 8 – zawór szybko zamykający, 9 – przewód impulsowy zaworu szybko zamykającego, 10 – uchwyt montażowy wkładu redukcyjnego, 11 – uchwyt montażowy zaworu szybko zamykającego, 12 – zawór bezpieczeństwa.

kresie ciśnienia wlotowego 16 bar. Dodatkową różnicą jest przeniesienie zaworu szybko zamykającego do komory filtracyjnej, co ułatwiło jego przeglądy. Zespół redukcyjny posiada również konstrukcję wkładu, umożliwiającą szybki demontaż i zastąpienie wkładu redukcyjnego wkładem rezerwowym. Następnym etapem rozwoju tej konstrukcji było wprowadzenie przez firmę RMG układu zabezpieczającego przed wzrostem ciśnienia w postaci biernego układu monitorowanego (rys. 4).

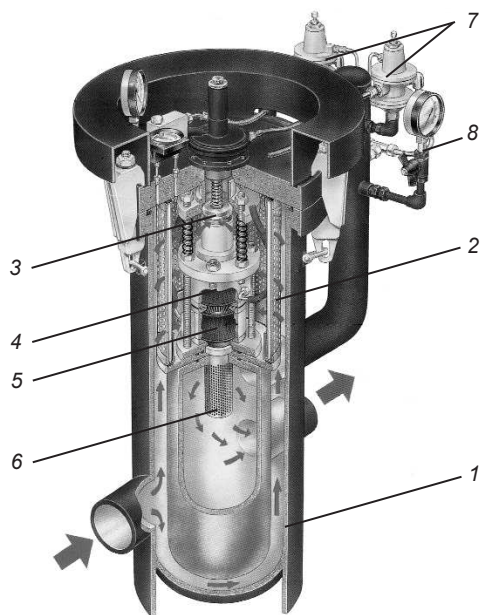
Moduły podziemne Krysalis pracują od wielu lat na terenie Wielkiej Brytanii. Od kilku lat moduły te są również montowane na kontynencie europejskim. W Polsce cztery moduły pracują we Wrocławiu (w jednym przypadku zamontowane są dwa równolegle, tworząc dwuciągową stację) [4] oraz jeden w Krakowie [5].

#### Moduł Orpheus

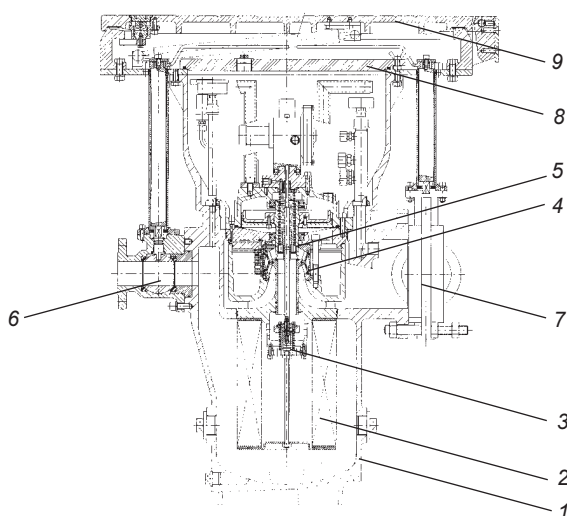
Kolejnym modulem, posiadającym podobnie jak Krysalis obudowę ciśnieniową jest moduł Orpheus produkowany przez angielską firmę IGA Ltd (rys. 5). Zewnętrzną osłonę stanowi stalowy, cylindryczny zbiornik. Moduł Orpheus produkowany jest w sześciu wersjach różniących się między sobą wielkością, wagą i przepustowością.

Zbiornik osłonowy nie posiada tak jak w przypadku modułu Krysalis oddzielnej komory dla zespołów filtrującego i redukującego, zastosowano natomiast rozwiązanie w którym filtr otacza wymienny wkład. W cylindrycznej obudowie następuje zmniejszenie prędkości oraz zmiana kierunku przepływu gazu, co powoduje, że większe zanieczyszczenia wytrącają się ze strumienia gazu jeszcze przed filtrem i opadają na dno korpusu. Filtr wzmocniony jest perforowanymi blachami, między którymi znajduje się materiał filtrujący. Osiągany próg filtracji wynosi 2  $\mu$ m.

W skład wkładu wchodzi zawór szybko zamykający oraz zespół dwóch reduktorów o przepływie osiowym (ang. Axial Flow), z których pierwszy pełni rolę biernego reduktora monitorującego, drugi natomiast reduktora głównego. Reduktory typu Axial Flow są



Rys. 5 Przekrój stacji Orfeusz firmy IGA Ltd. [8], 1 – ciśnieniowa obudowa, 2 – filtr przeciwpylowy, 3 – zawór szybko zamykający, 4 – reduktor główny, 5 – reduktor monitor, 6 – komora wylotowa (dyfuzor), 7 – reduktory sterujące (piloty), 8 – manometr ciśnienia wyjściowego.



Rys. 6. Przekrój pionowy modułu Cocon 26 firmy Gorter Controls B.V. [9], 1 – ciśnieniowa obudowa, 2 – filtr przeciwpylowy, 3 – zawór szybko zamykający, 4 – reduktor główny, 5 – reduktor monitor, 6 – zawór kulowy na wlocie, 7 – przepustnica na wylocie, 8 – pokrywa obudowy modułu, 9 – pokrywa chodnikowa.

konstrukcją zapewniającą niski poziom hałasu. Główną częścią reduktora, będącą jednocześnie jedyną częścią ruchomą, jest elastomerowa membrana osadzona między pokrywami wlotową i wylotową, ściśle dopasowana do ich kształtu. Dławienie przepływu i redukcję ciśnienia gazu uzyskuje się w wyniku rozszerzania i kurczenia membrany. Zmiana zakresu ciśnienia wymaga jedynie odpowiedniej nastawy reduktora sterującego (pilota) i ewentualnej wymiany membrany zaworowej. Wadą reduktorów z elastomerową membraną zaworową jest mniejsza dokładność w porównaniu z tradycyjnymi reduktorami oraz szybsza erozja elementu dławią-

cego (membrany), szczególnie przy dużej ilości zanieczyszczeń w gazie. Ciąg redukcyjny zakończony jest cylindrycznym dyfuzorem, który tłumi pulsacje ciśnienia przy przepływie gazu. Zawór szybko zamykający wyposażony jest w mechanizm koszyczka z łożyskiem kulkowym podobnie jak w module Krysalis. Wydmuchowy zawór upustowy nie znajduje się we wkładzie, lecz wraz z pilotami reduktorów i manometrem wskazującym ciśnienie wyjściowe osadzony jest na specjalnym „kominie” odchodzącym w bok od zbiornika, powyżej króćca wylotowego.

Moduły Orpheus stosowane są od 15 lat. W Polsce zostały zainstalowane w Poznaniu, Krakowie, Warszawie. Licencję na ich produkcję posiada Mazowiecki Zakład Gazowniczy.

### Moduł Cocon 26

Kolejnym oferowanym na polskim rynku modulem jest holenderski moduł Cocon 26 produkcji Gorter-Controls B.V.. Podziemny moduł redukcyjny Cocon 26 składa się z dwóch podstawowych części: obudowy i jednostki redukcyjnej. Swoimi wymiarami może rywalizować z najmniejszym z omawianych dotychczas modułów — modulem Krysalis — tym bardziej, że jako jedyny posiada zamontowane na korpusie zawory odcinające po stronie wejściowej i wyjściowej, co eliminuje konieczność wykonywania dodatkowych studzienek.

Moduł posiada dwie pokrywy: zewnętrzną tzw. chodnikową, zabezpieczoną wkrętami przed otwarciem przez osoby nieupoważnione oraz właściwą wewnętrzną pokrywę wkładu redukcyjnego. Podobnie jak w poprzednio omówionych modułach, otwarcie wewnętrznej pokrywy nie jest możliwe bez uprzedniego odgazowania ciągu redukcyjnego.

Wszystkie podzespoły modułu są ze sobą zespolone w postaci wyjmowanego wkładu, a ich konstrukcja wskazuje, że zostały zaprojektowane z przeznaczeniem tylko i wyłącznie do modułów podziemnych. Najniższą część wkładu stanowi zespół filtracyjny w kształcie cylindra, w którym przepływ odbywa się do wnętrza. Jako materiał filtracyjny zastosowano filc zapewniający próg filtracji 3  $\mu\text{m}$ .

Reduktor ciśnienia jest reduktorem pośredniego działania o osiowym przepływie gazu. Jego podstawową częścią jest elastyczna membrana, podobna do membrany stosowanej w reduktorach Axial Flow. Zabezpieczeniem modułu przed nadmiernym wzrostem ciśnienia wyjściowego jest układ monitorowany bierny. Podobnie jak w module RMG/BD Krysalis 300 reduktor monitorujący umieszczono bezpośrednio na reduktorze głównym. Jest to w zasadzie konstrukcja dwustopniowego reduktora. Ruchomy trzpień monitora wchodzi do komory reduktora głównego i w skrajnym położeniu szczelnie przylega do tulei wlotowej reduktora, całkowicie odcinając przepływ gazu.

Zawór szybko zamykający znajduje się w dolnej części wkładu, poniżej reduktora. Urządzenie wyzwalające połączone jest z zaworem szybko zamykającym stalowym trzpieniem przechodzącym przez monitor i reduktor. Wydmuchowy zawór upustowy dostępny jest jako wyposażenie dodatkowe, montowane wyłącznie na życzenie odbiorcy.

Wkład został zaopatrzony w dwa uchwyty ułatwiające wyjęcie go z obudowy. Manometry tarczowe przeznaczone do pomiaru ciśnienia wlotowego, ciśnienia pośredniego (pomiędzy reduktorem i monitorem) oraz ciśnienia wylotowego znajdują się pod wewnętrzną, pleksiglasową obudową i są widoczne po otwarciu pokrywy chodnikowej.



#### P.D.I.M. 2000

Wyróżniającą konstrukcję w grupie modułów ciśnieniowych posiada kompaktowy moduł redukcyjno-pomiarowy P.D.I.M. 2000 łączący w sobie funkcje filtracji, redukcji ciśnienia gazu, zabezpieczenia przed wzrostem ciśnienia oraz pomiaru przepływu gazu (rys. 7). Konstrukcja ta od 1995 r. przechodzi w Gas de France badania eksploatacyjne i już od kilku lat jest oferowana na rynku.

Moduł produkowany jest w dwóch wersjach. Wersja typu *W* wyposażona jest w filtr, zawór szybko zamykający, reduktor ciśnienia pośredniego działania, tłumik hałasu, oraz specjalnie skonstruowany zawór o przepływie krytycznym służący do pomiaru przepływu gazu na potrzeby technologiczne. W wersji typu *K* wkład wyposażony jest w filtr, zawór szybko zamykający, reduktor ciśnienia pośredniego działania, tłumik hałasu, prostownicę strumienia. Moduł połączony jest bezpośrednio z gazomierzem turbinowym, wyposażonym w nadajnik impulsów wysokiej częstotliwości. Deklarowany przez producenta modułu przyrost błędu pomiaru przepływu nie przekracza 1 %.

### Moduły bezcisnieniowe

Moduły bezcisnieniowe umieszczone są w wodoszczelnych, wentylowanych obudowach lub skrzyniach, które nie są wytrzymałe na nadciśnienie. Wewnątrz obudowy panuje ciśnienie atmosferyczne. Pokrywy są chronione od nacisku z zewnątrz odpowiednimi konstrukcjami studzienek. Dno obudowy posiada odwadnianie. Jeśli poziom wody gruntowej jest wysoki, do usuwania wody ze zbiornika stosuje się pompę.

#### Moduł Alsi PZR 1600/0.4

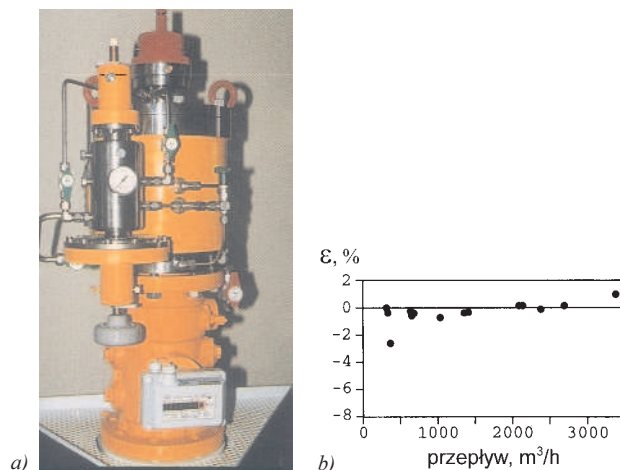
Przykładem modułu bezcisnieniowego jest podziemny moduł redukcyjny firmy Alsi produkowany w oparciu o armaturę firmy Pietro Fiorentini (rys. 8). Całość urządzeń zamknięta jest w wentylowanej, cylindrycznej obudowie o średnicy 1 m. Moduł dostarczany jest z pionowo wyprowadzonymi króćcami przewodów wejściowego i wyjściowego. Wewnątrz zbiornika przyspawane są trzy prowadnice umożliwiające opuszczenie i montaż wkładu. Główną część wkładu stanowi reduktor Terval firmy Pietro Fiorentini, będący konstrukcją łączącą w jednym korpusie trzy urządzenia: reduktor główny, reduktor monitorujący, zawór szybko zamykający. W skład wkładu wchodzi ponadto filtr przeciwyływy oraz wydmuchowy zawór upustowy. Produkowane stacje różnią się między sobą zastosowanymi reduktorami Terval, a tym samym przepustowością. W stacji zamontowany jest filtr z głowicą umożliwiającą szybkie zamknięcie korpusu. Filtr wyposażony jest w dwa wkłady o progu filtracji 5  $\mu\text{m}$ . Pokrywa zabezpieczona jest klinami ryglującymi, które uniemożliwiają jej otwarcie przy nadciśnieniu w korpusie filtra.

#### Moduł serii MI Tartarini

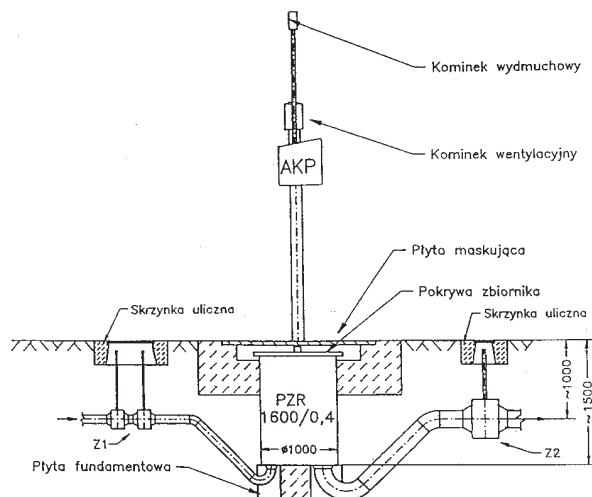
Podobny do modułu PZR jest moduł MI firmy Tartarini. Szczegółowy opis, wraz z danymi technicznymi i tablicą przepustowości modułu znajduje się w [13].

#### Moduły firmy Fisher Francel

Bezcisnieniowe moduły redukcyjne na polskim rynku oferowane są również przez firmę Fisher Francel. W odróżnieniu od opisywanych dotychczas konstrukcji bezcisnieniowych, w modu-



Rys. 7 Podziemny moduł redukcyjno-pomiarowy P.D.I.M 2000 firmy CD GAZ a) widok wkładu [10], b) względny błąd wskazań P.D.I.M 2000 odniesiony do wskazań wzorca (gazomierza turbinowego G250) [11].

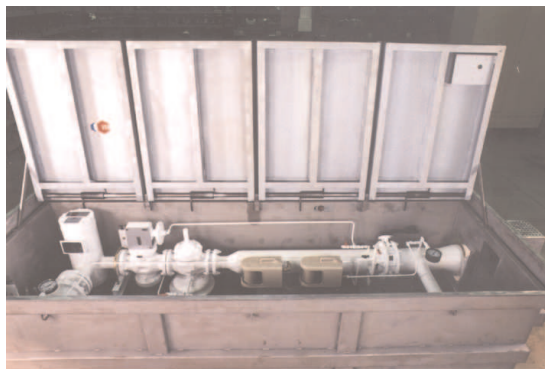


Rys. 8. Schemat podziemnego modułu redukcyjnego PZR 1600/0.4 firmy Alsi [12].

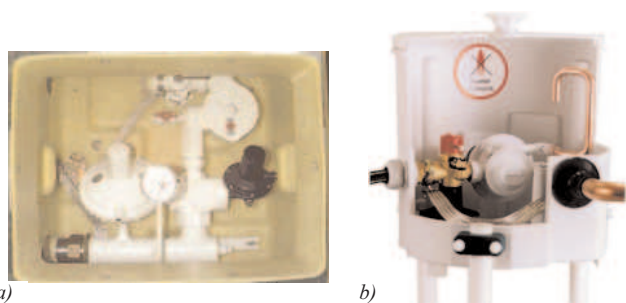
łach tych zrezygnowano ze specjalnego kształtu obudów mającego na celu minimalizację wymiarów zewnętrznych (rys. 9). Ich obudowy wykonane są ze stali nierdzewnej i są prostopadłościanami o podstawie prostokąta. Montowane są w nich ciągi redukcyjne, wyposażone w typową armaturę montowaną w ciągach redukcyjnych stacji naziemnych. Instalację cechuje łatwiejszy dostęp, pozwalający usprawnić obsługę kosztem zwiększonej powierzchni zabudowy stacji. Firma Fisher Francel ma w swojej ofercie również moduły do stacji o małych przepustowościach oraz podziemne punkty redukcyjne (rys. 10).

### Zalety podziemnych modułów redukcyjnych

Do oceny podziemnych modułów redukcyjnych należy stosować następujące kryteria: niezawodność i bezpieczeństwo pracy, łatwość przeprowadzania przeglądów i napraw, łatwość instalacji



Rys. 9. Podziemne moduły redukcyjne firmy Fisher-Francel [14].



Rys. 10. Podziemne stacje redukcyjne Fisher Francell [14],  
a) przepustowość do 160 m³/h, b) przepustowość do 200 m³/h.

modułu w terenie, minimalizacja wymiarów, stopień wyciszenia stacji, minimalizacja liczby i wymiarów części naziemnych.

Zastosowane w stacjach urządzenia redukcyjne i zabezpieczające są rozwiązaniami stosowanymi od lat i wielokrotnie sprawdzonymi. Wszystkie reduktory są reduktorami pośredniego działania o wysokiej dokładności regulacji ciśnienia wyjściowego. Wszystkie stacje posiadają zawory szybko zamykające, większość posiada reduktory monitorujące. Zgodnie z polskimi przepisami [7], w modułach, w których zastosowano wydmuchowe zawory upustowe, ich przepustowość wynosi 2 % przepustowości ciągu redukcyjnego. Nie wszystkie stacje posiadają zawór szybko zamykający zabezpieczający przed nadmiernym spadkiem ciśnienia wyjściowego. Jego stosowanie jest jednak celowe jedynie w odniesieniu do punktów redukcyjnych oraz stacji gazowych I stopnia, przy czym aktualnie obowiązujące przepisy słusznie nie wymagają takiego zabezpieczenia. Rzeczą wartą podkreślenia są zastosowane w modułach rozwiązania uniemożliwiające zdjęcie pokrywy z korpusu bez uprzedniego rozprężenia modułu.

Moduły ciśnieniowe wyraźnie górują nad konstrukcjami bezciśnieniowymi jeśli chodzi o łatwość wymiany wkładu i prowadzenie wszelkich prac remontowych, do których konieczne jest jego wyjęcie. Wynika to z faktu, że wkłady stacji ciśnieniowych są wielokrotnie mniejsze i lżejsze od ich odpowiedników w stacjach bezciśnieniowych. Dla przykładu w stacjach Krysalis i Cocon 26 ważą one odpowiednio około 30 i 50 kg, są wyposażone w uchwyty i ich wyjęcia może dokonać dwóch monterów bez konieczności używania dodatkowego sprzętu. Możliwość prowadzenia przeglądów i napraw w warsztacie pozwala obniżyć koszty eksploatacji. Ograniczenie czasu przebywania na obiekcie może okazać się istotne, z uwagi na fakt, że moduły te mogą być sytuowane w miejscach wymagających dodatkowego zabezpieczenia na czas

wyłączenia stacji z ruchu i związanego z tym odgazowania modułu (ulice, chodniki, trawniki, itp.).

Najłatwiejszym do zainstalowania w terenie modulem jest Cocon 26 ze względu na to, iż posiada w swojej konstrukcji zawory odcinające połączone z korpusem modułu, co pozwala zamontować go w jednej studzience. Montaż pozostałych modułów wymaga wykonania oddzielnych studzienek na zawory odcinające. Zgodnie z polskimi przepisami [7] dla stacji, które nie współpracują z innymi stacjami mogącymi przejąć ich funkcje na czas wyłączenia z ruchu, wymagane jest posiadanie drugiego ciągu redukcyjnego. Stwarza to konieczność instalowania obok siebie dwóch równolegle połączonych modułów. Tym samym istotną staje się minimalizacja wymiarów stacji, tak aby w pełni wykorzystać zalety tych konstrukcji, jaką jest ograniczona powierzchnia terenu potrzebnego do zabudowy stacji i związana z nią minimalizacja kosztów inwestycyjnych. Porównując rozmiary stacji widoczne jest, że moduły ciśnieniowe zostały zaprojektowane z dużo większą dbałością o wykorzystanie wolnego miejsca w ich korpusach. Moduły bezciśnieniowe bazują na podzespołach stosowanych w tradycyjnych stacjach redukcyjnych, stąd też ich rozmiary i kształt nie zawsze są dostosowane do kształtu korpusu. Ich zaletą może być jednak niższy koszt, wynikający ze stosowania powszechnie dostępnych elementów armatury.

Moduły podziemne praktycznie rozwiązują problem hałasu w stacjach gazowych, także ze względu na nowoczesne, cichobieżne konstrukcje zastosowanych w nich reduktorów. Stacje bezciśnieniowe są cichsze (o około 10 dB(A)), ze względu na dodatkową barierę w postaci zewnętrznej obudowy. Dalsze obniżenie poziomu natężenia hałasu można w nich osiągnąć poprzez wyłożenie wewnętrznej powierzchni pokrywy materiałem dźwiękochłonnym.

Istotną zaletą podziemnych stacji redukcyjnych jest brak konieczności montażu naziemnej obudowy oraz kilkakrotne zmniejszenie powierzchni terenu potrzebnego do zabudowy stacji w porównaniu do tradycyjnej stacji naziemnej [15]. Rozważając zastosowanie modułów należy zwykle ograniczać do minimum ich elementy naziemne. W większości przypadków na powierzchni znajduje się szafka aparatury telemetrycznej, a w przypadku stosowania zaworów upustowych także rura wydmuchowa. Wadą stacji bezciśnieniowych jest obecność dodatkowych przewodów wentylacyjnych.

Podziemne moduły redukcyjne wymagają stosowania ochrony przed korozją. Obok złączy izolujących, mających na celu oddzielenie modułu od gazociągów stalowych stosuje się ochronę katodową, w której anody powinny być tak rozmieszczone, aby zapewnić równomierny rozkład prądu ochrony katodowej dla całej obudowy modułu. Dodatkowym zabezpieczeniem modułów są powłoki ochronne. Zalecenia dotyczące powłok malarskich i izolacyjnych podano w pracy [15].

## Wnioski

Istniejące w Polsce do 1995 r. przepisy w zakresie lokalizacji stacji redukcyjnych nie pozwalały na umieszczanie urządzeń poniżej poziomu terenu. Jednorazowe odstępstwo od obowiązujących przepisów uzyskano w Zakładzie Gazowniczym w Krakowie, w którym trzy stacje redukcyjne zasilające pierścieniowy układ sieci w Centrum Krakowa zbudowane zostały w podziemnych komorach beto-

nowych zlokalizowanych w Plantach [5]. W latach 1993-94 przeprowadzono modernizację tych stacji w oparciu o współcześnie produkowane moduły podziemne, używając pierwsze doświadczenia potwierdzające możliwość stosowania takich rozwiązań w warunkach polskich. W ciągu następnych czterech lat w Polsce zbudowano 14 stacji, m.in. w Łodzi, Poznaniu, Krakowie, Wrocławiu, Warszawie. Doświadczenia zebrane w kraju potwierdzają doświadczenia zagraniczne, wskazujące na trafność takich rozwiązań.

Zamontowane stacje pracują w warunkach dużego zapylenia gazu co pozwala ocenić niezawodność ich pracy i koszty eksploatacji w trudnych warunkach. Niektóre z oferowanych stacji nie są standardowo wyposażane w zawór wydmuchowy, który był wymagany w rozporządzeniu [2]. Biorąc pod uwagę fakt, że ciśnieniowym systemem bezpieczeństwa tych modułów jest układ monitorowany, w świetle aktualnie obowiązujących przepisów [7], warto rozważyć celowość stosowania wydmuchowego zaworu upustowego. Kolejnym problemem formalnym w aspekcie wymagań rozporządzenia [2] był brak przewodu awaryjnego, wyposażonego w ręczny regulator ciśnienia i zawór szybko zamykający. Aktualnie lepszym rozwiązaniem jest jednak stosowanie zewnętrznego przewodu awaryjnego przywożonego przez służby eksploatacyjne.

Zgodnie z aktualnie obowiązującymi przepisami [7] w stacjach, w których mogą wystąpić zmiany kierunku przepływu gazu, konieczny jest montaż zaworów zwrotnych. W przypadku, gdy stacja podziemna współpracuje z innymi stacjami przy zasilaniu sieci (np. w układzie pierścieniowym), na wylocie modułu montuje się klapowy zawór zwrotny, który zabezpiecza przed wyłączeniem stacji z ruchu przy wzroście ciśnienia w sieci ponad ciśnienie nastawy zaworu szybkozamykającego.

Wszystkie z oferowanych na naszym rynku modułów podziemnych mogą być wyposażone w standardowe przetworniki ciśnienia oraz układy do zdalnego przekazywania danych pomiarowych i informacji o stanach awaryjnych.

Doświadczenia w stosowaniu podziemnych stacji redukcyjnych średniego ciśnienia w warunkach polskich pozwalają wysoko oceniać takie rozwiązania. Zakres wartości ciśnienia wlotowego modułów podziemnych mieści się w zakresie podwyższonego średniego ciśnienia, dzięki temu, w przyszłości, podziemne moduły redukcyjne umożliwią znaczące zwiększenie przepustowości sieci dystrybucyjnych w obszarach zabudowanych.

## Literatura

- [1] Rozporządzenia RM z dnia 30 września 1980 r. w sprawie ochrony środowiska przed hałasem i wibracjami (Dz.U. Nr 24, poz. 90).
- [2] Rozporządzenie Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 14 listopada 1995 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe. (Dz. U. nr 139, poz. 686).
- [3] Jakubowski R.: Krysalis — podziemna stacja redukcyjna, Nowoczesne Gazownictwo Nr 3 (III) 1998, 22-27.
- [4] Rygier J.: Wrocławskie doświadczenia z okresu przyłączania do czynnej sieci gazowej pierwszych podziemnych stacji re-

Tablica 1. Porównanie wybranych typów podziemnych modułów redukcyjnych.

L.p.	Typ stacji Redukcyjnej	a) wymiary (mm) b) waga (kg)	Przepustowość (m <sup>3</sup> /h) - przy ciśnieniach p <sub>wj</sub> (bar)/p <sub>wyj</sub> (mbar)	Poziom hałasu (dB)
1	SDM-COCON 26 Producent: Gorter-Controls B.V.-Holandia	a) długość-706 (w linii kołnierzy, łącznie z zaworami odcinającymi), b) wysokość-1053 c) moduł 350, wkład 50	1300 m <sup>3</sup> /h - 1.5/100 3600 m <sup>3</sup> /h - 4.75/100	poniżej 60
2	KRYSA LIS Producent: RMG BD-Niemcy/Wielka Brytania	a) długość-658 (w linii kołnierzy), wysokość-955, szerokość-540 b) moduł 250, wkład 30	4900 m <sup>3</sup> /h - 2/25 7800 m <sup>3</sup> /h - 4/25	poniżej 60
3	ORPHEUS Producent: I.G.A.-Wielka Brytania	a) zbiornik cylindr. 400x1200 b) moduł 406, wkład 93	1200 m <sup>3</sup> /h - 2/20 1800 m <sup>3</sup> /h - 4/20	poniżej 60
4	PDIM 2000 Typ K1000A Producent: CDGAZ - Francja	a) brak danych b) wkład 40	1100 m <sup>3</sup> /h - 2/19 2200 m <sup>3</sup> /h - 4/19	poniżej 60
5	PZR 1600/0.4 Producent: Alsi-Polska/Pietro Fiorentini-Włochy	a) zbiornik cylindr. 1000x1500 b) moduł 1000, wkład 350	1600 m <sup>3</sup> /h - 1/20	poniżej 50
6	TARTARINI MI-VP/1000 Producent: O.M.T. Tartarini-Włochy	a) zbiornik cylindr. 1000x1600 b) moduł 1100, wkład 450	1700 m <sup>3</sup> /h - 1.5/20	poniżej 42

dukcyjnych średniego ciśnienia, w materiałach konferencji: Podziemne stacje redukcyjne, Łądek Zdrój 1998.

- [5] Pasula K., Koczela M.: Doświadczenia Zakładu Gazowniczego w Krakowie w eksploatacji podziemnych stacji redukcyjnych, w materiałach konferencji: Podziemne stacje redukcyjne, Łądek Zdrój 1998.
- [6] Fisher R., Pick O.: Unterirdische Kompaktanlagen, GWF Gas-Erdgas 139 (1998) Nr 4, 213-218
- [7] Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 30 lipca 2001 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe. (Dz. U. Nr 97, poz. 1055)
- [8] Instrukcje instalacji, montażu, sprawdzenia i konserwacji modułu Orpheus, Informacje techniczne IGA, MZG.
- [9] Podziemny moduł redukcyjny Cocon 26, Informacja techniczna Gorter Controls B.V.
- [10] Podziemna stacja redukcyjna P.D.I.M. 2000, Informacja techniczna ARMATECH.
- [11] Viljeer J., Bodin J., Latta P. Underground Natural Gas Distribution Stations, 19th World Gas Conference, Mediolan 1994.
- [12] Podziemny zespół redukcyjny gazu PZR 1600/0,4, Informacja techniczna ALSI.
- [13] Kwapiszewski P.: Podziemny gazowy moduł redukcyjny, Nowoczesne Gazownictwo Nr 2 (1) 1996, 29-33.
- [14] Podziemne stacje redukcyjne Fisher Francel, Informacja techniczna ARMATECH.
- [15] Böldaniuk W., Kolimas R.: Podziemne stacje redukcyjne, możliwość bezpiecznej gazyfikacji w istniejącej, zwartej strukturze, w materiałach konferencji: Podziemne stacje redukcyjne, Łądek Zdrój 1998.