

DOBÓR ŚREDNIC I SYMULACJA SIECI GAZOCIĄGOWYCH

Opis programu GASNET

Teresa Niederlińska

Spis treści

Stosowane określenia	3
1 Charakterystyka programu	3
1.1 Podstawowe założenia	3
1.2 Wprowadzanie danych	5
1.3 Obliczenia.	6
1.4 Wyniki obliczeń.	6
1.5 Ograniczenia programu	6
2 Metoda obliczeń	9
2.1 Obliczanie strumieni w odcinkach sieci	9
2.1.1 Sposoby deklarowania poborów	9
2.1.2 Obliczanie poborów odcinkowych na podstawie zadeklarowanych liczb odbiorców	11
2.1.3 Obliczanie strumieni spełniających tylko I prawo Kirchhoffa.	13
2.2 Strategia doboru średnic	14
2.3 Obliczanie strat ciśnienia w odcinkach sieci	15
2.4 Rozwiązywanie równań II prawa Kirchhoffa	17
3 Instrukcja obsługi	19
3.1 Instalowanie programu	19
3.2 Licencja na zakładce Strona tytułowa.	19
3.3 Przygotowanie danych.	20
3.3.1 Wstępne czynności przed wprowadzaniem danych.	20
3.3.2 Wypełnianie pól edycji na zakładce Obiekt.	23
3.3.3 Wypełnianie tabeli opisu sieci.	24
3.3.4 Deklarowanie specjalnej trasy na zakładce Moja trasa.	30
3.3.5 Tworzenie katalogu rur	31
3.4 Zakładka Obliczenia.	32
3.5 Menu	34
4 Przykład obliczeń	36
Literatura	47

Stosowane określenia

- strumień - natężenie przepływu gazu, wyrażone w nm^3/h . Mała litera n przed m^3 oznacza, że odnosi się do warunków normalnych. Zamiast terminu „strumień” spotyka się również w literaturze terminy „natężenie przepływu”, „przepływ”, „obciążenie”, „obciążenie obliczeniowe”.
- pobór - strumień pobierany z sieci przez odbiorców.
pobór jawny - strumień pobierany z sieci wyrażony w nm^3/h w odróżnieniu od poborów wyrażonych w liczbach odbiorców.
- średnica nominalna D_n - nazwa handlowa rury. Średnicy nominalnej jednoznacznie przyporządkowana jest średnica zewnętrzna D_{zew} i grubość ściany G_r .
- średnica wewnętrzna D_w - średnica wstawiana do wzorów obliczeniowych.

Rozdział 1

Przeznaczenie i charakterystyka programu

1.1 Podstawowe założenia

Program GASNET jest uniwersalnym narzędziem do obliczania hydrauliki stanu ustalonego sieci gazowych. Można nim obliczać gazociągi przesyłowe wysokiego ciśnienia, gazociągi rozprowadzające średniego ciśnienia oraz sieci rozdzielcze niskiego ciśnienia. Program oblicza prędkości i strumienie gazu w odcinkach, obciążenia poszczególnych źródeł gazu oraz ciśnienia gazu w węzłach. Na życzenie program dobiera średnice rurociągów.

Uniwersalny charakter uzyskano dzięki zastosowaniu metody obliczania strat ciśnienia, która może być stosowana w dużym zakresie ciśnień i prędkości gazu i dla dowolnych materiałów rur (literatura [1] i [2]).

Uniwersalny charakter uzyskano również dzięki wyposażeniu programu w opcje odpowiadające różnym potrzebom użytkowników. Za najważniejsze opcje należy uznać kilka sposobów deklarowania poborów (szczegóły w rozdziale 2.1.1).

Dobór średnic polega na wybraniu z zestawu rur (zwanego dalej katalogiem rur) możliwie najmniejszych średnic, przy których ciśnienie gazu w sieci nie spada poniżej zadanej dopuszczalnej wartości. Realizowane jest metodą wielokrotnych przeliczeń.

Sieć gazową uważa się za składającą się z dwóch typów elementów: węzłów i odcinków.

Węzły dzielą się na węzły źródłowe i węzły sieci:

1. Węzły źródłowe służą przede wszystkim do reprezentowania stacji gazowych redukcyjnych. Należy dla nich zadeklarować ciśnienia gazu dostarczanego do sieci. Węzłami źródłowymi mogą być również inne punkty w sieci, dla których chcemy zadeklarować ciśnienie.
2. Węzły sieci są punktami łączenia strumieni i/lub punktami rozgałęzienia strumieni i/lub punktami poboru gazu. Dla węzłów sieci można deklarować pobory gazu zwane dalej poborami węzłowymi. Można to czynić na dwa sposoby: wyszczególniając wszystkich odbiorców przyłączonych do węzła, lub podając sumę ich poborów. Węzły sieci mogą również reprezentować źródła czyli stacje gazowe, dla których chcemy zadeklarować obciążenia zamiast ciśnień. Mają one być potraktowane jako punkty poboru gazu o ujemnym poborze. Na wynik otrzymamy ciśnienia w tych źródłach.

Odcinki reprezentują rury o stałej średnicy i chropowatości łączące dwa węzły. Nieodłączną cechą każdego odcinka jest kierunek strumienia gazu. Kierunek ten deklaruje użytkownik poprzez zaznaczenie strzałką na swoim roboczym schemacie sieci, a następnie poprzez odpowiednie wypełnienie kolumn tabeli opisu sieci oznaczonych nagłówkami: *Węzeł początkowy* i *Węzeł końcowy*, tak aby grot strzałki wskazywał na węzeł końcowy.

Wymagany przez program stopień zgodności zadeklarowanych kierunków z rzeczywistymi jest różny przy różnych trybach pracy programu. Mianowicie:

- Jeżeli program nie dobiera średnic, a pobory gazu określane są bezpośrednio w nm^3/h , to program nie wymaga od użytkownika znajomości wszystkich kierunków. Wystarczy tam, gdzie kierunki są oczywiste zaznaczyć je prawidłowo. Tam, gdzie występują wątpliwości zadeklarowanie odwrotnego kierunku nie jest błędem – spowoduje jedynie, że wartości strumieni w wynikach w tych odcinkach będą ujemne. Zadeklarowanie kierunków wbrew oczywistym kierunkom może uniemożliwić programowi dalszą pracę.
- Jeżeli program ma dobierać średnice, to zadeklarowane kierunki strumieni mają odzwierciedlać zamierzenie projektanta. Projektant powinien wiedzieć którymi odcinkami ma dopływać gaz do poszczególnych węzłów sieci i gdzie ma przebiegać granica stref zasilania poszczególnych źródeł. Program tak dobierze średnice, aby zadeklarowane kierunki były zachowane.
- Jeżeli pobory gazu określane są pośrednio poprzez liczbę odbiorców, co oznacza że program sam musi obliczyć pobory, to wszystkie zadeklarowane kierunki muszą być zgodne z rzeczywistymi. Jeżeli wyniki wykażą brak zgodności, to należy w tych odcinkach zmienić kierunki i ponowić obliczenia.

Dla odcinków oprócz kierunków należy zadeklarować długość, średnicę, chropowatość oraz można wyszczególnić opory miejscowe. Chropowatość jest wielkością charakteryzującą materiał rur.

Dla odcinków można zadeklarować stałą wartość wzrostu lub redukcji ciśnienia symulującą obecność kompresora lub reduktora.

Dla odcinków można również zadeklarować pobory gazu, które program traktuje jako pobory rozłożone równomiernie na całej długości odcinka (pobory odcinkowe). Można to uczynić na 4 sposoby:

1. wyszczególnić wszystkich odbiorców (i ich pobory) przyłączonych do odcinka,

2. podać sumę ich poborów bez wyszczególniania,
3. podać liczbę odbiorców zużywających gaz do celów komunalnych i liczbę odbiorców zużywających gaz do ogrzewania pomieszczeń podając równocześnie pobory gazu zużywanego przez przeciętnego (w ramach jednego odcinka) odbiorcę na wymienione cele.
4. podać liczby odbiorców płacących za gaz według taryf W-1, W-2, W-3, W-4.

1.2 Wprowadzanie danych

Wprowadzanie danych opisujących sieć z klawiatury polega na wypełnianiu białych pól edycji (osobnych lub w tabelach), które rozmieszczone są na trzech zakładkach okna programu: **Obiekt**, **Tabela opisu sieci** i **Moja trasa**. Przeznaczenie poszczególnych pól i kolumn w tabelach opisane jest na ekranie i w tekstach pomocy. Na każdym etapie sporządzania danych można zapisać je do pliku o dowolnej nazwie. Zaleca się stosować rozszerzenie nazwy pliku *.gaz* lub *.gas*.

Katalog rur umieszczony na zakładce **Katalog rur** traktowany jest jako osobny zespół danych nie związany z głównymi danymi. Zapisuje się go do osobnego pliku o dowolnej nazwie z zalecanym rozszerzeniem *.rur*. Raz sporządzony katalog rur może służyć do różnych obliczeń. Są też przypadki, w których nie jest on potrzebny i zakładka z katalogiem rur ma pozostać pusta.

Program na bieżąco kontroluje formalną poprawność wpisywanych danych i sygnalizuje błędy. Merytoryczną poprawność można sprawdzić analizując raport pojawiający się w górnej części zakładki **Obliczenia**. Można też na dowolnym etapie wprowadzania danych zaglądać do schematu sieci i optycznie sprawdzać poprawność, pod warunkiem jednak, że wypełnia się kolumny współrzędnych węzłów X,Y.

Nie wszystkie pola edycji muszą być wypełnione, bowiem dane dzielą się na takie, które trzeba podać (obligatoryjne) i takie, które można podać (opcjonalne). Program ma wiele opcji, z których można nie korzystać:

- Cała zakładka **Moja Trasa** jest opcjonalna, czyli może pozostać pusta i nawet zaleca się ominięcie jej przy pierwszych obliczeniach.
- **Tabela Opisu Sieci** (której każdy wiersz przeznaczony jest do opisu kolejnego odcinka i jego węzła końcowego) zaopatrzona jest w dużą liczbę opcjonalnych kolumn potrzebnych w wyjątkowych przypadkach.

Mianowicie można:

- nie podawać nazw odcinków,
- nie uwzględniać rzędnej terenu traktując cały obszar sieci jako płaski,
- nie wyszczególniać kolan, zaworów i innych oporów miejscowych podając w zamian procent długości odcinka,
- nie podawać indywidualnie dla każdego odcinka chropowatości, lecz raz zadeklarować dla całej sieci jedną domyślną chropowatość (na zakładce **Obiekt**),
- nie podawać liczb odbiorców i związanych z nimi danych (w sumie pięć kolumn) podając w zamian pobory odcinkowe lub węzłowe,

- zrezygnować z uzyskania schematu sieci i nie wypełniać kolumn X i Y przeznaczonych na współrzędne węzłów na schemacie.

Kolumny, których nie trzeba wypełniać, wypełniane są domyślnie zerami. Brak zera oznacza, że jest to kolumna obowiązkowa. Wyjątkiem jest kolumna *nazwa odcinka*, która może pozostawać pusta. Do kolumn obowiązkowych należy pięć kolumn: *nr odcinka*, *węzeł początkowy*, *węzeł końcowy*, *długość* i *średnica*. Aby niepotrzebne kolumny nie zmuszały do ciągłego przesuwania tabeli w prawo i lewo i nie przeszkadzały, należy z menu **Opcje** wybrać **Ukrywanie kolumn** i zaznaczyć opcje, z których nie będzie się korzystać. W efekcie niepotrzebne kolumny nadal będą figurować w tabeli na ekranie lecz otrzymają minimalną szerokość. Ukrywanie niepotrzebnych kolumn ważne jest również ze względu na wydruki, na których te kolumny nie pojawią się.

1.3 Obliczenia

Obliczenia inicjowane są przyciskiem *Wykonaj obliczenia* na zakładce **Obliczenia**.

Tok obliczeń ilustruje schemat blokowy na rys.1. Poszczególne bloki są omówione w rozdziale 2.

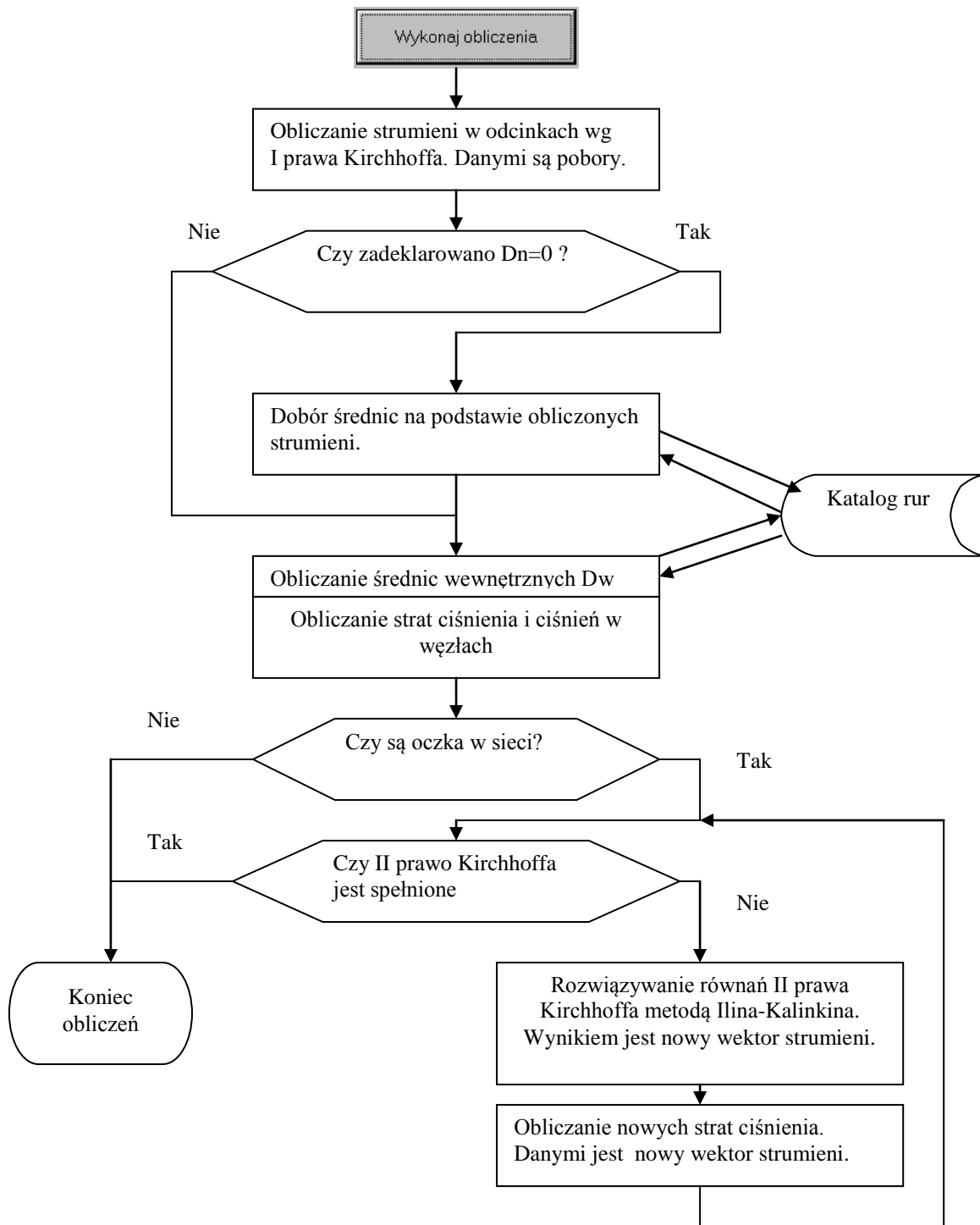
1.4 Wyniki obliczeń

Wyniki obliczeń są dostępne w kilku formach:

- jako tabela przedstawiająca liczbowo strumienie w odcinkach, prędkości na początku i końcu każdego odcinka, ciśnienia w węzłach i stratę ciśnienia na odcinku jako różnicę ciśnień,
- jako zestaw wykresów linii ciśnień na tle linii poziomej reprezentującej minimalne dopuszczalne ciśnienie w sieci,
- jako schemat sieci, na którym kolorami przedstawione są rozkłady wybranego przez użytkownika parametru sieci. Użytkownik dokonuje tego wyboru spośród następujących trzech parametrów: ciśnienia, strumienia i prędkości.

Każdą z tych form wyników można przeglądać na ekranie i wydrukować.

Można również wydrukować zestawienie rur.



Rys.1 Schemat blokowy przebiegu obliczeń po naciśnięciu przycisku *Wykonaj obliczenia*

1.5 Ograniczenia programu

- Program można stosować dla gazu ziemnego o jakości gazociągowej pod ciśnieniem nie większym niż 12 MPa. Ograniczenie takie narzucone jest przez użytą w programie procedurę obliczającą współczynnik ściśliwości zgodnie z literaturą [2]. Tam też zdefiniowane jest pojęcie jakości gazociągowej.
- Temperatura gazu w całej sieci jest jednakowa.
- Rozmiary sieci oraz liczby odcinków, węzłów, oczek i źródeł zasilania nie podlegają ograniczeniom dzięki zastosowaniu dynamicznej metody tworzenia modelu sieci w pamięci operacyjnej w miarę przybywania wierszy w tabelach. Teoretycznie jedynym ograniczeniem mogłaby być wielkość pamięci operacyjnej, jednakże model ten zużywa niewiele pamięci.
- Dobrane przez program średnice nie powinny być traktowane jako optymalne, a raczej jako wstępną propozycję informującą projektanta o kierunku ewentualnych zmian.

Rozdział 2

Metoda obliczeń

2.1 Obliczanie strumieni w odcinkach sieci

2.1.1 Sposoby deklarowania poborów

Podstawową informacją konieczną do obliczenia strumieni w odcinkach (zwanym również w literaturze [3] obciążeniami obliczeniowymi) są pobory gazu z sieci. Pobory mogą być przez użytkownika deklarowane czterema podstawowymi sposobami:

1. jako pobory wyrażone w nm^3/h (jawne) skupione w węźle sieci (pobory węzłowe),
2. jako pobory wyrażone w nm^3/h (jawne) rozłożone wzdłuż odcinka (pobory odcinkowe),
3. jako liczby odbiorców komunalnych i ogrzewających pomieszczenia przypadające na dany odcinek.
4. jako liczby odbiorców płacących za gaz wg taryf W-1, W-2, W-3 i W-4.

W ramach sposobu 1 i 2 pobory węzłowy i odcinkowy mogą być deklarowane dwoma metodami.

Metoda pierwsza polega na wpisaniu (do odpowiedniego pola) wartości pobieranego strumienia wyrażonego w nm^3/h . Liczba ta musi zostać uprzednio ręcznie obliczona lub oszacowana.

Metoda druga polega na wyszczególnieniu wszystkich odbiorców przyłączonych do odcinka lub węzła. Odbiorcy mogą być przyłączeni poprzez dowolną liczbę rozgałęzionych drzew. Dla każdego odbiorcy (oprócz adresu, nazwiska czy numeru licznika) podaje się pobór wyrażony w nm^3 na dowolny okres czasu np. na miesiąc. Deklaruje się również lokalny mnożnik służący do przeliczania wpisanych indywidualnych poborów na nm^3/h . W mnożniku tym można również uwzględnić przeliczenie poborów z wartości średniej na szczytową. Program przemnaża i sumuje wszystkie pobory przypadające na dany odcinek lub węzeł i sumę umieszcza w tym samym polu, który jest przewidziany w metodzie pierwszej.

Dla poborów odcinkowych dodatkowo istnieje możliwość szacunkowego określenia tych poborów poprzez rozdzielenie zapotrzebowania na gaz dla całej sieci proporcjonalnie do długości odcinków (narzędzie *Obliczanie poborów mikroregionu opisane w rozdziale 3.5*).

Wybór sposobu będzie zależał od danych, jakimi dysponuje użytkownik. Np.:

- Jeżeli dysponuje wskazaniem gazomierzy, to metodą lokalnych współczynników nierównomierności czasowej lub za pomocą globalnego mnożnika poborów jawnych

użytkownik może wybrać interesujący go moment w cyklu czasowym (przeważnie analizuje się moment szczytowych obciążeń) i skorzystać ze sposobów 1 i/lub 2.

- Jeżeli dysponuje liczbą umów zawartych z zakładem gazowniczym przypadających na dany odcinek i będzie w stanie określić maksymalne lub nominalne zużycia gazu przez jednego odbiorcę wyposażonego w przeciętny w danej grupie odbiorców zestaw urządzeń gazowych, to skorzysta ze sposobu 3 lub 4.

Deklarowanie równocześnie poborów jawnych i liczb odbiorców nie jest przez program sygnalizowane jako błąd. W wyniku otrzymujemy zawsze sumę poborów pochodzących z tych sposobów deklarowania.

Domyślnie program wypełnia zerami wszystkie kolumny przeznaczone na wpisywanie poborów, dzięki czemu użytkownik może skoncentrować się tylko na poborach niezerowych.

Przy dokonywaniu wyboru sposobu deklarowania poborów trzeba brać pod uwagę różnice w obliczeniach (a w konsekwencji w wynikach) między sposobami 1 i 2 (pobory jawne), a sposobami 3 i 4 (liczby odbiorców). Mianowicie:

- Algorytm obliczeniowy dla sposobu 1 i 2 jest podobny: najpierw pobory odcinkowe dzielone są na pół i połowy lokowane są w węzłach początkowym i końcowym odcinka. Następnie pobory kolejnych węzłów sumowane są arytmetycznie zaczynając od najbardziej oddalonych węzłów od źródła i przesuując się w kierunku źródła. W ten sposób strumienie w odcinkach równe są sumie poborów w zasilanych przez te odcinki partiach sieci.
- Dla sposobu 3 i 4 program również wykonuje czynności opisane wyżej, ale najpierw przelicza liczby odbiorców na pobory odcinkowe stosując współczynnik jednoczesności (literatura [4]). Współczynnik ten uzależnia wielkość poboru od liczby odbiorców, do których gaz dopływa tranzytem przez dany odcinek. Można w uproszczeniu stwierdzić, że pobór odcinkowy zależy nie tylko od liczby przyłączonych odbiorców, ale też od lokalizacji rozpatrywanego odcinka. Ta sama liczba odbiorców usytuowana najdalej od źródła będzie miała pobór znacznie większy, niż usytuowana blisko źródła.

Różnice w wynikach przy stosowaniu sposobów 1 i 2 oraz sposobów 3 i 4 zilustrowano na przykładach w rozdziale 4.

Stosując sposób 3 lub 4 trzeba sobie zdawać sprawę, że współczynnik jednoczesności obliczany jest z empirycznych wzorów ważnych dla badanego terenu i w badanym czasie. Współczynnik ten kształtują lokalne zwyczaje, stopień zamożności i inne ciągle zmieniające się czynniki. Również pobory jednostkowe (zużycie gazu przez przeciętnego odbiorcę), które trzeba podać, mogą być źródłem poważnych rozbieżności z rzeczywistością. Wartości te zmieniają się wraz ze zmianą wyposażenia mieszkań w urządzenia gazowe, a te zmiany następują najszybciej.

2.1.2 Obliczanie poborów odcinkowych na podstawie zadeklarowanych liczb odbiorców

Jeżeli użytkownik decyduje się na trzeci lub czwarty sposób deklarowania poborów, to musi wypełnić pięć kolumn specjalnie do tego celu przeznaczonych, znajdujących się w **tabeli opisu sieci**.

Są to kolumny:

Liczba odb. komunalny	Q1-cele kom. nm3/h	Liczba odb. ogrzewając	Q1-ogrzew. nm3/h	Handel-usługi?
0	0	0	0	brak

dla sposobu zliczania „Komunalni i ogrzewający”

Liczba odb. W-1	Liczba odb. W-2	Liczba odb. W-3	Liczba odb. W-4	Handel-usługi?
0	0	0	0	brak

dla sposobu zliczania „Taryfy W-1, W-2, W-3, W-4”

W kolumnach tych deklaruje się dla każdego odcinka:

- liczbę odbiorców zużywających gaz do celów komunalnych (przygotowanie posiłków i podgrzewanie wody),
- jednostkowe czyli przypadające na jednego odbiorcę zużycie gazu do celów komunalnych uśrednione w obszarze odcinka (symbol Q1),
- liczbę odbiorców podgrzewających gazem pomieszczenia,
- jednostkowe Q1 zużycie gazu na podgrzewanie pomieszczeń uśrednione w obszarze odcinka,
- słowo **jest** lub **brak** (poprzez wybranie) w odpowiedzi na pytanie, czy na obszarze danego odcinka występują odbiorcy pozakomunalni, do których wlicza się handel i usługi.

Jeżeli użytkownik wybierze „**Taryfy ..**”, to powyższe 5 kolumn zmienia swoje nagłówki i znaczenia umożliwiając wprowadzenie liczb odbiorców podzielonych na taryfy. Program traktuje taryfy W-1 i W-2 jako odbiorców komunalnych, a taryfy W-3 i W-4 jako ogrzewających. Następnie oblicza średnie dla każdego odcinka wartości Q1 jednostkowego poboru i od tego momentu dalszy tok postępowania dla obu sposobów (3 i 4) jest wspólny.

Oprócz wypełnienia pięciu kolumn należy na zakładce **Obiekt** wybrać jedną z trzech odpowiedzi na pytanie o stopień urbanizacji całego obiektu. Domyślnie odpowiedź nastawiona jest na **Średni**, a zmiana na **Mały** lub **Duży** ma pewien wpływ na wyniki (około 10%). Przez stopień urbanizacji można rozumieć zamożność i poziom życia odbiorców gazu.

Metodę obliczania strumieni gazu na podstawie zadeklarowanych liczb odbiorców zaczerpnięto z literatury [4] rozdział 2 „Zasady określania zużycia gazu przez grupy odbiorców”.

Strumień gazu Q pobierany przez grupę odbiorców dołączonych do rozpatrywanego odcinka oblicza się ze wzoru:

$$Q = n_k \cdot f_k \cdot Q1_k \cdot \beta_k + n_g \cdot f_g \cdot Q1_g \cdot \beta_g \quad (1)$$

Znaczenie symboli:

n_k, n_g - liczby odbiorców podłączonych do odcinka zużywających gaz odpowiednio do celów komunalnych i do ogrzewania pomieszczeń,

f_k, f_g - współczynniki jednoczesności poboru gazu odpowiednio do celów komunalnych i do ogrzewania pomieszczeń,

$Q1_k, Q1_g$ - maksymalne lub średnie zużycia gazu przez jednego uśrednionego odbiorcę (reprezentanta grupy),

β_k, β_g - współczynniki korekcyjne odpowiednio dla celów komunalnych i ogrzewania pomieszczeń, które w przypadku nie występowania odbiorców pozakomunalnych przyjmują wartość 1, natomiast w przypadku występowania odbiorców pozakomunalnych przyjmują wartości większe od 1, zależnie od stopnia urbanizacji.

Współczynniki jednoczesności f_k, f_g obliczane są z następujących wzorów empirycznych:

$$f_k = \frac{a}{n_{ok}^b} + c \cdot n_{ok}^d \quad (2)$$

$$f_g = \frac{a}{n_{og}^b} + c$$

Znaczenie symboli:

a, b, c, d - współczynniki liczbowe, których wartości zależą od stopnia urbanizacji i są różne dla celów komunalnych i dla ogrzewania pomieszczeń.

n_{ok}, n_{og} - obliczeniowe liczby odbiorców zużywających gaz odpowiednio do celów komunalnych i do ogrzewania pomieszczeń. Liczby te uzyskuje się w wyniku sumowania:

$$n_{ok} = n_{Tk} + n_k \quad (3)$$

$$n_{og} = n_{Tg} + n_g$$

n_{Tk}, n_{Tg} - tranzytowe liczby odbiorców czyli liczby odbiorców dołączonych do odcinków następných w stosunku do rozpatrywanego odcinka, do których gaz dopływa tranzytem przez rozpatrywany odcinek. Przy obliczaniu tych liczb program uwzględnia kierunki strumieni zadeklarowane przez użytkownika. Jeżeli użytkownik nie określi rzeczywistych kierunków, to liczby te będą niepoprawne. W konsekwencji wszystkie wyniki będą również niepoprawne. Należy skorygować kierunki w tych odcinkach, dla których w wynikach strumienie są ujemne i wykonać obliczenia ponownie. Prawidłowe wyniki muszą mieć wszystkie strumienie dodatnie.

Obliczony wzorem (1) strumień Q traktowany jest jak pobór gazu rozłożony równomiernie wzdłuż odcinka i dodawany do poboru odcinkowego. Następnie pobór odcinkowy dzielony jest na połowy, które umiejscawiane są w węzłach początkowym i końcowym odcinka.

2.1.3 Obliczanie strumieni spełniających tylko I prawo Kirchhoffa

Zgodnie z I prawem Kirchhoffa, że suma strumieni dopływających do każdego węzła jest równa sumie strumieni wypływających z tego węzła, program sumuje kolejno dla każdego węzła strumienie wypływające. Na strumień wypływający z węzła składa się pobór węzłowy, połowa poborów odcinkowych wszystkich związanych z danym węzłem odcinków, oraz strumienie przepływające tranzytem. Otrzymujemy w ten sposób wielkość strumienia wypływającego z węzła, która jest równocześnie sumą strumieni dopływających do węzła:

$$Q = Q_T + Q_w + 0.5 \cdot Q_o \quad (4)$$

gdzie

- Q - strumień wypływający z węzła
- Q_T - tranzyt do odcinków następnych
- Q_w - pobór węzłowy
- Q_o - pobór odcinkowy

(Druga połowa poboru odcinkowego zostanie uwzględniona przy obliczaniu kolejnego węzła.)

Proces kolejnego sumowania rozpoczyna się od końcowych węzłów znajdujących się na obrzeżach sieci. Następnie algorytm przesuwa się w kierunku przeciwnym do zadeklarowanych kierunków przepływu gazu podążając do źródeł, gdzie proces obliczeniowy zostaje zakończony.

Równoległe z obliczaniem strumieni w odcinkach wyznaczone są również tranzytowe liczby odbiorców n_{Tk} i n_{Tg} , które potrzebne są do obliczania współczynników jednoczesności (wzory (3) i (2)).

Dla sieci rozgałęzionych zasilanych z jednego źródła każdy węzeł ma tylko jeden odcinek do niego skierowany, toteż cały strumień wypływający z węzła musi być dostarczany przez ten odcinek. Nie ma tu możliwości podejmowania jakichkolwiek innych decyzji, toteż obliczone w powyższy sposób strumienie dla całej sieci są wielkościami ostatecznymi. Pojawiają się one w wynikach symulacji.

Inaczej przedstawia się sprawa dla sieci oczkowych i zasilanych z kilku źródeł. W takich sieciach algorytm napotyka na węzły, do których skierowane są dwa lub więcej odcinków. Dla tych węzłów suma strumieni wypływających z węzła (będąca równocześnie sumą strumieni dopływających do węzła) musi zostać rozdzielona na wszystkie odcinki zasilające węzeł. Przy rozdziale uwzględniane są wagi poszczególnych doprowadzeń do węzła. Wagą jest liczba odwrotnie proporcjonalna do pierwiastka odległości od najbliższego źródła. Tak więc odcinek dający krótsze połączenie ze źródłem dostanie odpowiednio większą część strumienia.

Wartości strumieni uzyskane wyżej opisaną metodą spełniają następujące role:

- są podstawą do doboru średnic,
- są wartościami startowymi do rozwiązywania równań II prawa Kirchhoffa,
- stanowią wyniki końcowe dla sieci rozgałęzionej zasilanej z jednego źródła.

Gdy wyżej opisany proces obliczeniowy dla całej sieci zostanie zakończony program sprawdza, czy mają być dobierane średnice i jeśli tak, to przystępuje do doboru średnic.

2.2 Strategia doboru średnic

Trzy sprawy mają podstawowe znaczenie dla prawidłowego doboru średnic i projektant szczególnie musi je mieć na uwadze:

1. **kierunki odcinków,**
2. **minimalne dopuszczalne ciśnienie w sieci,**
3. **zawartość katalogu rur.**

Poprzez ukierunkowanie odcinków projektant informuje program jak ma funkcjonować projektowana sieć, a mianowicie które odcinki mają stanowić magistrale, a które przewody mniejszej rangi, oraz gdzie przebiega granica zasilania z różnych źródeł. Program tak dobierze średnice, aby założone kierunki były w miarę możliwości zrealizowane.

Minimalne dopuszczalne ciśnienie w sieci jest drugim wskaźnikiem przy doborze. Średnice tak zostaną dobrane, aby ciśnienie nie przekroczyło tej granicy, przy równoczesnej minimalizacji całkowitej powierzchni rurociągu. Oznacza to, że program sięga po możliwie najmniejsze średnice, przy których warunek ciśnień jest jeszcze spełniony.

Aby dobrać średnice program musi dysponować zestawem rur. Zestaw ten nazywa się w programie katalogiem rur. Jest on tworzony przez użytkownika na potrzeby konkretnego projektu. Katalog rur nie może zawierać rur, których (z jakichś względów) nie chcemy zastosować w projektowanej sieci.

Informacją dla programu, że średnice mają być dobierane, są zera wpisane do kolumny średnic nominalnych Dn. Jeżeli program nie natrafi na zera w tej kolumnie, to proces doboru średnic zostaje ominięty. Gdy zera występują to średnice zostaną dobrane i wpisane w miejsce zer.

Gdyby zaistniała potrzeba wykonania ponownie doboru średnic (np. po wprowadzeniu zmian w projekcie nie związanych z średnicami) - w kolumnie Dn ponownie powinny pojawić się zera. Czynność zerowania średnic ułatwia specjalny przycisk na pasku narzędziowym.

Proces doboru średnic odbywa się w programie w dwóch etapach:

1. wyznaczenie jednostkowej dyspozycyjnej straty ciśnienia. Jest to maksymalna strata ciśnienia przypadająca na jednostkę długości, jaka nie spowoduje spadku ciśnienia w żadnym punkcie sieci poniżej dopuszczalnego.
2. wyszukanie dla każdego odcinka takiej średnicy z katalogu rur, która powoduje stratę ciśnienia najbardziej zbliżoną do dyspozycyjnej.

Przyjmując dobrane średnice jako zadane, program przystępuje do realizowania kolejnych etapów obliczeń symulacyjnych zgodnie ze schematem blokowym na rys.1.

Użytkownik powinien przeanalizować wyniki symulacji w celu podjęcia decyzji o ewentualnej korekcie średnic w niektórych odcinkach, bowiem otrzymane średnice należy traktować jako wstępną propozycję. Analiza ma polegać na przeglądnięciu wykresów linii ciśnień i wytypowaniu tych odcinków, w których strata ciśnienia jest wyraźnie mniejsza niż w pozostałych (linia ciśnienia za mało nachylona) lub wyraźnie większa niż w pozostałych (linia ciśnienia za bardzo nachylona). Dla wytypowanych odcinków można odpowiednio zmniejszyć lub zwiększyć średnicę. Po każdej korekcie należy obliczenia symulacyjne powtórzyć.

Powody, dla których nie powinno się dobranych średnic przyjmować bezkrytycznie jako ostateczne są następujące:

- Do obliczeń strat ciśnienia przy doborze średnic brane są strumienie spełniające **tylko** I prawo Kirchhoffa. Dokładniejszymi strumieniami na tym etapie program nie dysponuje. Dlatego w przypadku sieci oczkowych trzeba się liczyć z koniecznością ręcznego korygowania dobranych średnic.
- Krótkie odgałęzienia zlokalizowane blisko źródeł mogą wymagać zmniejszenia średnic, gdyż dla tych odgałęzień jednostkowa dyspozycyjna strata ciśnienia, która wyznaczana jest dla najdłuższej drogi od źródła do odbiorcy, może się okazać zbyt ostrym kryterium.

2.3 Obliczanie strat ciśnienia w odcinkach sieci

W tym rozdziale stosowane są następujące symbole:

D	- średnica wewnętrzna rury
d	- gęstość względna gazu
F	- powierzchnia przekroju rury
H _S	- ciepło spalania
L	- długość odcinka powiększona o procent długości z tytułu oporów miejscowych
p ₁	- ciśnienie bezwzględne w węźle początkowym odcinka
p ₂	- ciśnienie bezwzględne w węźle końcowym odcinka
p _N	- ciśnienie normalne
Q	- strumień objętości gazu odniesiony do warunków normalnych
R	- indywidualna stała gazowa
T	- temperatura bezwzględna gazu jednakowa w całej sieci
T _N	= 273.15
v ₁	- objętość właściwa
w ₁	- prędkość gazu na początku odcinka
w ₂	- prędkość gazu na końcu odcinka
Z	- współczynnik strat ciśnienia
Z ₁	- współczynnik ściśliwości gazu w warunkach panujących na początku odcinka
Z _N	- współczynnik ściśliwości gazu w warunkach normalnych
Z _M	- współczynnik strat miejscowych
Z _T	-współczynnik strat tarcia
x _{CO2}	- ułamek molowy CO ₂ w gazie
x _{H2}	- ułamek molowy H ₂ w gazie
λ	- współczynnik tarcia rur.

We wszystkich wzorach stosowany jest układ jednostek SI.

Nazwy współczynników według lit. [1].

Użytkownik KSG ma do wyboru trzy metody obliczania strat ciśnienia w odcinkach:

1. metoda dokładna,
2. metoda uniwersalna,
3. wzory uproszczone.

Dla pozostałych użytkowników program oblicza straty ciśnienia metodą dokładną.

2.3.1 Metoda dokładna (dostępna dla wszystkich użytkowników)

Strata ciśnienia w odcinku 1 – 2 obliczana jest zgodnie ze wskazaniem normy **PN-76/M-34034 Rurociągi. Zasady obliczeń strat ciśnienia** (lit.[1]). W podrozdziale 2.6.5.2. **Przepływ izotermiczny gazów** znajduje się wzór, z którego można obliczyć prędkość gazu na końcu odcinka w_2 gdy znana jest prędkość w_1 na początku odcinka:

$$Z = RT \cdot \left(\frac{1}{w_1^2} - \frac{1}{w_2^2} \right) - 4,605 \cdot \log \left(\frac{w_2}{w_1} \right) \quad (5)$$

Powyższy wzór jest uwikłany względem szukanej wielkości w_2 , toteż rozwiązywany jest metodą iteracyjną. Zakończenie procesu iteracyjnego następuje gdy strona prawa różni się od strony lewej mniej niż o 10^{-10} . Może się zdarzyć, że wielkości Z i w_1 , które są wielkościami zadanymi, przyjęły wartości powodujące przejście w obszar braku rozwiązania. W takim przypadku zamiast rozwiązania na ekranie pojawi się stosowny komunikat sugerujący zaistnienie błędu w danych.

W powyższym wzorze tkwi założenie, że temperatura gazu w wyniku przepływu nie uległa zmianie. Poza tym wzór ten stosuje się do dowolnych ciśnień i prędkości nie przekraczających wartości krytycznych. Choć wzór ten może być stosowany do dowolnie długich odcinków, to dla zapewnienia dokładności bardzo długie odcinki dzielone są do obliczeń na pododcinki.

Ciśnienie p_2 na końcu odcinka oblicza się ze wzoru:

$$p_2 = p_1 \cdot \frac{w_1}{w_2} \quad (6)$$

Stratę ciśnienia gazu w odcinku 1 – 2 oblicza się wg wzoru:

$$\Delta p_{1-2} = p_1 - p_2 \quad (7)$$

Współczynnik strat ciśnienia Z oblicza się wg wzoru podanego w tejże normie w podrozdziale 2.7:

$$Z = Z_T + Z_M \quad (8)$$

gdzie współczynnik strat tarcia Z_T oblicza się wg wzoru:

$$Z_T = \lambda \cdot \frac{L}{D} \quad (9)$$

natomiast współczynnik strat miejscowych Z_M obliczany jest wg Informacji dodatkowych tejże normy, tablice 3 do 8, w przypadku gdy użytkownik wyszczególnił opory miejscowe.

Współczynnik tarcia rur λ obliczany jest wg rozdziału 3 tej samej normy. W zależności, czy rurę należy uznać za hydraulicznie gładką czy chropowatą, oraz w zależności od wielkości

liczby Reynoldsa stosuje się wzory Hagen–Poliseuille’a lub Prandtla-Karmana lub Colebrooka–White’a.

Prędkość gazu w_1 na początku odcinka obliczana jest wg wzoru:

$$w_1 = \frac{Q \cdot p_N \cdot T \cdot Z_1}{F \cdot p_1 \cdot T_N \cdot Z_N} \quad (10)$$

Współczynniki ściśliwości Z_N i Z_1 obliczane są metodą opisaną w normie **PN-ISO 12213-3 Gaz ziemny – Obliczanie współczynnika ściśliwości – Obliczanie z wykorzystaniem właściwości fizycznych** (lit. [2]). Metoda ta (SGERG-88) wymaga znajomości następującego zestawu danych definiujących właściwości fizyczne gazu: H_S , d , x_{CO_2} , x_{H_2} . Wielkości H_S i d deklaruje użytkownik w polach edycji na zakładce **Obiekt**. Zakłada się dla uproszczenia, że wielkości x_{CO_2} i x_{H_2} są równe zero.

2.3.2 Metoda uniwersalna (dostępna tylko w wersji dla KSG)

Wzór określający stratę ciśnienia w metodzie uniwersalnej jest następujący:

$$p_1^2 - p_2^2 = Z \cdot \frac{w_1^2 p_1}{v_1} \quad (11)$$

Symbole i sposób obliczania Z , λ , v_1 i w_1 jak w metodzie dokładnej.

Wyniki obliczeń metodami dokładną i uniwersalną praktycznie pokrywają się. Dopiero przy dużych prędkościach i dużych liczbach Reynoldsa metoda dokładna wykazuje nieznacznie większe straty.

2.3.3 Wzory uproszczone (dostępne tylko w wersji dla KSG)

Wzory uproszczone spełniły swoją ważną rolę w okresie przedkomputerowym umożliwiając wykonywanie ręcznych obliczeń strat ciśnienia bez konieczności kłopotliwego obliczania współczynnika tarcia λ .

Wzory te dają dobry wynik dla jednej wartości chropowatości względnej i dla ograniczonego zakresu liczb Reynoldsa i ciśnień. Obecnie nie ma powodu, aby te wzory stosować. Zostały dołączone do programu aby spełnić wymagania KSG.

Wyszczególnienie wzorów uproszczonych znajduje się na 7 zakładce.

2.4 Rozwiązywanie równań II prawa Kirchhoffa.

Zgodnie z II prawem Kirchhoffa, suma strat ciśnienia w odcinkach tworzących oczko sieci (zwane również pierścieniem) równa jest zeru, a suma strat ciśnienia na trasie łączącej dwa źródła zasilania równa jest różnicy ciśnień tych źródeł. W programie wprowadzono pojęcie uogólnionego oczka, które obejmuje również takie połączenie między dwoma punktami o zadanych ciśnieniach.

Jeżeli w sieci nie ma oczek i jest tylko jedno źródło zasilania, to po obliczeniu strumieni wg podrozdziału 2.1.3 i ewentualnym doborze średnic następuje obliczanie strat ciśnienia w odcinkach i ciśnień w węzłach i na tym praca programu zostaje zakończona.

Jeżeli występują oczka w sieci i/lub sieć zasilana jest z kilku źródeł, to najczęściej okazuje się, że po pierwszym obliczeniu strat ciśnienia II prawo Kirchhoffa nie będzie spełnione.

Program przystępuje wówczas do poprawiania strumieni. Konstruowany jest układ równań opisujących każde uogólnione oczko zgodnie z zasadą II prawa Kirchhoffa. Niewiadomymi w tym układzie równań jest wektor poprawek do strumieni, a wielkościami zadanymi straty ciśnienia w odcinkach wywołane przez znany (z poprzedniej iteracji) wektor strumieni. Po rozwiązaniu tego układu równań dla nowego wektora strumieni obliczane są nowe straty ciśnienia i sprawdzany jest stopień spełnienia II prawa Kirchhoffa. Jeżeli II prawo spełnia się z dokładnością do 1 Pa, to obliczenia zostają ostatecznie zakończone. W przeciwnym razie program ponownie przystępuje do obliczania kolejnego wektora strumieni.

Mamy tu do czynienia z dwoma pętlami iteracyjnymi. Zewnętrzną pętlą jest obliczanie nowych strat ciśnienia dla nowych strumieni, a pętlą wewnętrzną jest rozwiązywanie układu równań w celu wyznaczenia nowych poprawek do strumieni. Wewnętrzne iteracje przebiegają zgodnie z metodą Ilina-Kalinkina (lit [5]).

Rozdział 3

Instrukcja obsługi

3.1 Instalowanie programu

Program jest dostarczany na płycie CD w postaci samoinstalującej się. Instalacja umieszcza ikonę na pulpicie i w menu Start.

Na życzenie program może być dostarczony pocztą elektroniczną w postaci spakowanej wymagającej rozpakowania. W tym przypadku ikona na pulpicie nie jest instalowana i program nie jest wpisywany do menu Start.

Obie formy dystrybucji zawierają 3 pliki:

1. GASNET.exe program właściwy
2. GAShelp.chm teksty pomocy
3. Przykład.gaz przykład danych do symulacji

3.2 Strona tytułowa

Okno programu składa się z 6 zakładek (w wersji dla KSG z 7). Program zgłasza się do pracy z widoczną pierwszą zakładką o nazwie **Strona tytułowa**.

Strona tytułowa zawiera nazwę legalnego użytkownika i zastępuje umowę licencyjną. Użytkownik posiadający program z nazwą swojej instytucji jest uprawniony do bezpłatnych porad i wyjaśnień udzielanych przez telefon lub e-mail (32 232 26 43, teresa@uktn.com), jest uprawniony do otrzymania bezpłatnej wersji poprawionego programu w przypadku, gdyby w programie został znaleziony błąd, oraz jest uprawniony do otrzymania następnej wersji programu po cenie up-grade.

Autor programu może domagać się odszkodowania, gdyby program z nazwą użytkownika był użytkowany przez osoby trzecie.

Na stronie tytułowej znajduje się przycisk włączający i wyłączający tryb przewodnika. W trybie przewodnika przy każdej zmianie zakładek pojawia się odpowiedni tekst pomocy dotyczący aktywnej zakładki. Ten sam efekt można uzyskać naciskając każdorazowo klawisz F1. Aby wyłączyć przewodnik trzeba wrócić do **Strony tytułowej** i kliknąć w przycisk przewodnika.

3.3 Przygotowanie danych

3.3.1 Wstępne czynności przed wprowadzaniem danych

Przed przystąpieniem do wprowadzania danych z klawiatury dobrze jest wykonać ideowy schemat sieci. Schemat ten nie musi (a nawet nie może) odwzorowywać wszystkich szczegółów w przebiegu tras, a długości odcinków nie muszą zachowywać proporcji. Przeznaczeniem schematu jest bowiem tylko graficzna prezentacja uzyskanych wyników symulacji. Natomiast przy sporządzaniu schematu należy uwzględnić następujące sprawy:

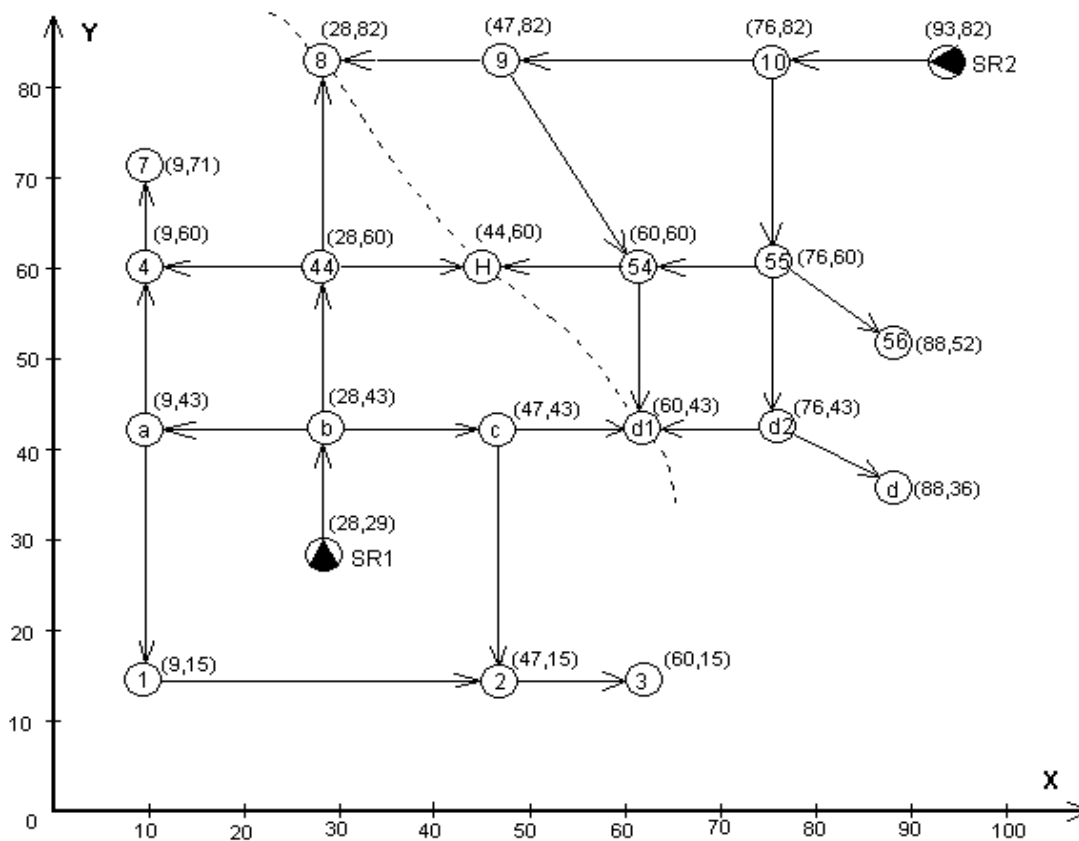
- Lokalizacja źródeł. Każde źródło powinno być połączone z siecią za pomocą tylko jednego odcinka. Jediną rolą tego odcinka ma być doprowadzenie gazu z źródła do sieci, toteż nie może on po drodze zasilać odbiorców. Odcinek ten może być dowolnie krótki. Wielkość strumienia w takim odcinku, jaką uzyskamy w wynikach symulacji, będzie równa obciążeniu danego źródła, a w przypadku tylko jednego źródła będzie sumą wszystkich poborów i zapotrzebowaniem na gaz dla całej sieci.
- Linie łamane i łuki. Program nie ma możliwości rysowania na schemacie odcinków w postaci linii łamanych i łuków. Odcinek może być tylko linią prostą. Toteż, jeżeli trzeba zachować charakter topologii sieci, to odcinki trzeba dzielić na mniejsze.
- Kierunki przepływu gazu. Na każdym odcinku należy zaznaczyć strzałką kierunek przepływu gazu. Program wymaga aby stopień zgodności deklarowanych kierunków z rzeczywistymi był w różnych trybach pracy następujący:
 - Jeżeli program nie dobiera średnic a pobory gazu określone są bezpośrednio w nm^3/h , to program nie wymaga od użytkownika znajomości wszystkich kierunków. Zadeklarowanie odwrotnego kierunku w niektórych odcinkach (tam gdzie występują wątpliwości) nie będzie błędem – spowoduje jedynie, że wartości strumieni w wynikach w tych odcinkach będą ujemne. Zadeklarowanie odwrotnego kierunku w odcinkach o kierunku nie podlegającym wątpliwości może uniemożliwić symulację sieci, co jest sygnalizowane odpowiednimi komunikatami.
 - Jeżeli program ma dobierać średnice, to zadeklarowane kierunki strumieni mają odzwierciedlać zamierzenie projektanta. Projektant powinien wiedzieć którymi odcinkami ma dopływać gaz do poszczególnych węzłów sieci i gdzie ma przebiegać granica stref zasilania poszczególnych źródeł. Program tak dobierze średnice, aby zadeklarowane kierunki były zachowane.
 - Jeżeli pobory gazu określone są pośrednio poprzez liczbę odbiorców, co oznacza że program sam musi obliczyć pobory, to wszystkie zadeklarowane kierunki muszą być zgodne z rzeczywistymi. Jeżeli wyniki wykażą brak zgodności, to należy w tych odcinkach zmienić kierunki i ponowić obliczenia.
 - Gdy sieć zasilana jest z kilku źródeł należy najpierw wyznaczyć granice stref zasilania, a następnie tak zaznaczać kierunki w odcinkach, aby były skierowane do tych granic. Konsekwencje nie odgadnięcia przebiegu granic będą takie same jak wyżej omówiono: w wynikach pojawią się ujemne strumienie.
 - Trzeba zwrócić uwagę, czy zaznaczone kierunki nie cyrkulują w oczkach, bo byłby to błąd (patrz rys. 3).
 - Jeżeli dla źródła gazu (stacja redukcyjna) chcemy podać obciążenie źródła zamiast ciśnienia, to odcinek łączący to źródło z siecią ma być skierowany do źródła, a podczas

wypełniania tabeli opisu sieci należy wpisać dla tego źródła obciążenie ze znakiem minus.

- Współrzędne węzłów na schemacie (X, Y). Na schemacie sieci należy narysować osie układu współrzędnych: poziomą X na dole schematu i pionową Y po lewej stronie schematu. Punkt przecięcia osi powinien znaleźć się w lewym dolnym rogu. Na osie należy nanieść podziałkę czyli zaznaczyć równe odstępki i opisać zaznaczone punkty liczbami. Można użyć dowolnej podziałki, a punktowi przecięcia osi można nadać dowolną wartość. Wskazane jest nie używanie zbyt dużych liczb (powyżej pięciocyfrowych). Najprostszą podziałką jest podziałka od 0 do 100. Dla ułatwienia można pokratkować schemat rysując linie równoległe do osi przechodzące przez zaznaczone punkty. Przy wprawie zabieg ten nie będzie potrzebny, tym bardziej, że nie jest potrzebna zbyt duża dokładność określania współrzędnych. Mają one służyć tylko do graficznej ilustracji uzyskanych wyników. Ważne jest natomiast, aby nie nadawać kilku węzłom tych samych współrzędnych, bo nakryją się i nie będą widoczne.

Program ma opcję umożliwiającą zastosowanie współrzędnych do obliczania długości odcinków. W takim przypadku muszą to być współrzędne geodezyjne odczytane z mapy terenu wyrażone w metrach. Aby z tej opcji skorzystać, trzeba przestawić program na specjalny tryb pracy wybierając w menu **Narzędzia /Obliczanie długości odcinków**. Przy normalnym trybie pracy (domyślnym) długość odcinka musi być zadeklarowana przez użytkownika i nie ma ona żadnego związku z współrzędnymi węzłów.

Zaleca się wpisanie na schemat przy każdym węźle jego współrzędnych (x,y) tak jak to widać na poniższym rysunku. Ułatwi to dalszą pracę.



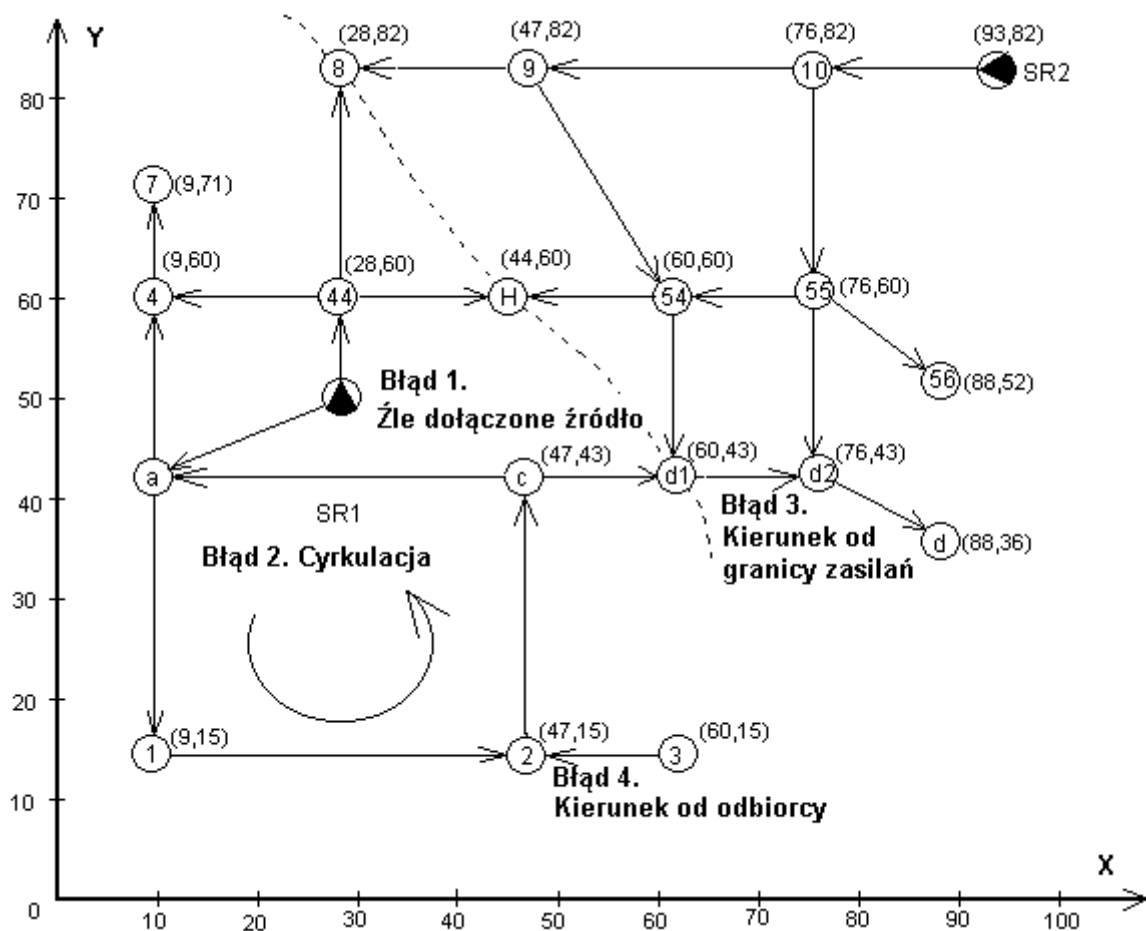
Rys. 2. Schemat sieci przygotowany do wprowadzania danych do programu

Schemat sieci widoczny na rys. 2. jest przygotowany poprawnie, ponieważ spełnia następujące warunki:

- każde źródło ma swój własny odcinek łączący go z siecią,
- strzałki wskazują kierunki od źródeł do odbiorców,
- wyznaczono granicę stref zasilania i strzałki skierowano do wyznaczonej granicy,
- w żadnym oczku gaz nie cyrkuluje,
- wrysowano układ współrzędnych i naniesiono współrzędne węzłów na schemat.

Poniżej (rys.3) przedstawiony jest ten sam schemat, w którym popełniono 4 następujące błędy:

1. źródło SR1 nie posiada jednego własnego odcinka,
2. w oczku a-1-2-c-a strzałki „powodują” cyrkulację gazu,
3. odcinek d1-d2 ma niewłaściwy kierunek (od granicy stref w stronę źródła),
4. odcinek 3-2 ma niewłaściwy kierunek (od odbiorcy do źródła).



Rys.3 Ilustracja czterech błędów

3.3.2 Wypełnianie pól edycji na zakładce Obiekt

Zakładka Obiekt jest tematycznie podzielona na 3 grupy.

W pierwszej grupie znajduje się 8 pól edycji przeznaczonych do wprowadzenia danych ogólnych:

1. *Obiekt* - pole przeznaczone na dowolny tekst, który pojawi się na wszystkich wydrukach. Jeżeli liczymy kilka wariantów tego samego zagadnienia, to dużym ułatwieniem w porównywaniu wyników będzie uzupełnianie tekstu za każdym razem o numer lub opis wariantu.
2. *Wybór jednostki dla ciśnień* - wszystkie ciśnienia w danych interpretowane są jako wielkości podane w jednostce wybranej, oraz wszystkie ciśnienia w wynikach przeliczane są na tę jednostkę. Uwaga: zmiana jednostki po wpisaniu wartości ciśnień nie spowoduje przeliczenia tych wartości.
3. *Najmniejsze dopuszczalne nadciśnienie w sieci* - ta wielkość odgrywa rolę przy doborze średnic, oraz rysowana jest na wykresach przedstawiających profile ciśnień.
4. *Temperatura gazu* - jednakowa dla całej sieci.

5. *Gęstość względna gazu* - jest stosunkiem gęstości gazu do gęstości powietrza w warunkach normalnych.
6. *Ciepło spalania* - charakteryzuje właściwości gazu.
7. *Domyślna chropowatość* – liczba wpisana w tym polu będzie pojawiać się w każdym nowo tworzonym wierszu *tabeli opisu sieci* w kolumnie chropowatość. Tam będzie można ją korygować indywidualnie dla każdego odcinka.
Wielkość chropowatości należy przyjmować w zależności od materiału rur zgodnie z literaturą lub informacją od producenta (np. stal – 0.1, PE – 0.05, PVC – 0.025).
8. *Domyślna długość zastępująca opory miejscowe* – jest to procent długości odcinka, o który zostanie ta długość powiększona przy obliczaniu strat ciśnienia.
Liczba wpisana w tym polu będzie pojawiać się w każdym nowo tworzonym wierszu *tabeli opisu sieci* w kolumnie %L. Podobnie jak chropowatość można ją dla poszczególnych odcinków korygować.

Druga grupa o nazwie *Obliczanie zapotrzebowania na gaz* może być pominięta przez tych użytkowników, którzy podają pobory gazu tylko w postaci jawnej. Jeżeli liczby odbiorców są równe zero, to ustawienia w tej grupie nie mają na nic wpływu. W przeciwnym razie należy postąpić zgodnie z instrukcją wyświetlaną po kliknięciu znaku zapytania lub zgodnie z omówieniem na stronie 11.

Trzecią grupę zakładki **Obiekt** stanowi tabelka *Lokalizacje i ciśnienia źródeł* dotycząca węzłów źródłowych. Węzły źródłowe tym się charakteryzują, że nigdy nie są węzłami końcowymi, toteż nie ma możliwości opisanie ich w *tabeli opisu sieci*. Mają więc własną tabelę, do której oprócz nazwy węzła trzeba wpisać ciśnienie gazu. Pozostałe trzy kolumny wypełniane są domyślnie zerami, co oznacza, że można ich nie wypełniać. Jeżeli jednak chcemy uzyskać schemat sieci, to należy wypełnić kolumny X i Y. Rzędna terenu będzie potrzebna tylko w przypadku, gdy chcemy uwzględnić wpływ różnicy terenu na straty ciśnienia.

Tabela *Lokalizacje i ciśnienia źródeł* jest jedną z trzech tabel, które obsługuje się w jednakowy sposób (pozostałe tablele to *tabela opisu sieci* i *katalog rur*). Wypełnianie tabeli polega na wpisywaniu danych do poszczególnych pól tabeli przesuując się z pola do pola za pomocą klawisza **Tab** lub **Shift-Tab**. Pusta tabela ma jeden pusty wiersz do wypełnienia. Każdy następny wiersz trzeba utworzyć poprzez kliknięcie w przycisk **na koniec** lub w przycisk **między**. Przyciski te służą do utworzenia nowego pustego wiersza na końcu tabeli lub między już istniejącymi wierszami (nad wierszem zaznaczonym). Można też używać klawiszy skrótu *Alt+k* lub *Alt+m*. Zamiast przycisku **na koniec** można nacisnąć klawisz **Enter**.

3.3.3 Wypełnianie tabeli opisu sieci

Każdy wiersz **tabeli opisu sieci** przeznaczony jest do opisu jednego odcinka sieci oraz jego węzła końcowego. Ponieważ każdy węzeł sieci przynajmniej raz dla jakiegoś odcinka jest węzłem końcowym - można mieć pewność, że jeżeli opiszemy wszystkie odcinki wraz z ich węzłami końcowymi, to tylko węzły źródłowe nie zostaną w tej tabeli opisane. Węzły źródłowe mają własną tabelę na zakładce **Obiekt**.

Wypełnianie tabeli polega na wpisywaniu danych do poszczególnych pól tabeli przesuując się z pola do pola za pomocą klawisza **Tab** lub **Shift-Tab**.

Komórka aktywna (czyli taka, do której właśnie można coś wpisać) zaznaczona jest kropkowanym prostokątem. Wiersz zawierający aktywną komórkę zaznaczony jest gwiazdką na lewym marginesie. Wiersz z gwiazdką nazwijmy wierszem *zaznaczonym*.

Pusta tabela posiada jeden pusty wiersz do wypełnienia. Aby wypełnić następny wiersz trzeba najpierw utworzyć pusty wiersz za pomocą jednego z dwóch przycisków. Przycisk z podkreśloną literką **k** tworzy pusty wiersz na **końcu** tabeli. Przycisk z podkreśloną literką **m** tworzy pusty wiersz **między** już istniejącymi wierszami, konkretnie nad wierszem zaznaczonym. Do tworzenia pustych wierszy można również użyć klawisza **Enter**.

Na pasku narzędziowym znajduje się 13 przycisków obsługujących edycję tabeli. Rolę każdego przycisku można przeczytać na „chmurce”, która pojawi się, gdy strzałkę kursora umieścimy nad przyciskiem i odczekamy 1 sekundę.

Na dole pod tabelą znajduje się wiersz, w którym pojawia się krótki opis kolumny wskazanej strzałką kursora.

Oprócz przycisków tabelę obsługuje Menu/Szukaj, Menu/Narzędzia i Menu/Opcje. Opisowi menu poświęcony jest rozdział 3.5.

Opis przycisków umieszczonych na pasku narzędziowym



Przyciski przemieszczania się po tabeli

Pierwsze cztery przyciski służą do przemieszczania się do skrajnych pozycji tabeli. Oprócz tego klawiszami PgDn i PgUp można się przemieszczać o stronę w dół i w górę.



Przyciski tworzenia nowych wierszy

Dwa kolejne przyciski z podkreśloną literką **k** i **m** służą do tworzenia nowego pustego wiersza. Wiersz taki pojawi się odpowiednio na końcu tabeli lub między już istniejącymi wierszami. Kliknięcie przycisku k można zastąpić naciśnięciem klawisza ENTER.



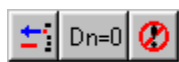
Przyciski manipulowania odcinkami

Kliknięcie w pierwszy przycisk spowoduje tymczasowe usunięcie zaznaczonego wiersza. Wiersz ten nie znika z tabeli, lecz zostaje przekreślony. Przekreślony wiersz nie bierze udziału w obliczeniach i nie pojawi się w wydrukach. Ponowne kliknięcie przywraca wiersz do obliczeń (przekreślenie znika).

Drugi przycisk służy do zmiany kierunku w zaznaczonym odcinku. Nazwy węzłów zamieniają się miejscami. Węzeł, który był węzłem początkowym staje się końcowym. Program przegląda całą tabelę w poszukiwaniu innego wiersza, w którym nowy końcowy węzeł również występuje jako końcowy. Jeżeli znajdzie, to dane dla tego węzła zostaną przepisane, toteż operacja zmiany kierunku nie wymaga od użytkownika żadnych

dodatkowych działań. Jeżeli program nie znajdzie danych dla nowego węzła końcowego, to użytkownik jest proszony (specjalnym komunikatem) o uzupełnienie tych danych.

Trzeci przycisk służy do zmiany kierunku we wszystkich odcinkach, w których ostatnio wykonane obliczenia wykazały ujemne strumienie.



Przyciski kasujące

Pierwszy z nich służy do bezpowrotnego usunięcia zaznaczonego wiersza z tabeli.

Drugi ($Dn=0$) służy do wpisania zer do całej kolumny oznaczonej nagłówkiem Dn . Zabieg taki jest konieczny gdy chcemy sprowokować program do doboru średnic. Zdarza się bowiem, że po dobraniu średnic zmieniamy jakieś dane w opisie całej sieci i chcemy, aby program ponownie średnice dobrał. Tymczasem póki w kolumnie Dn figurują jakieś wartości różne od zera (z poprzedniego doboru) czynność doboru jest omijana.

Trzeci przycisk kasuje całą tabelę.

Wszystkie trzy kasujące przyciski przed zadziałaniem wyświetlają ostrzeżenie i czekają na potwierdzenie.



Przyciski informacyjne

Przycisk z ikoną przedstawiającą zawór daje szybki podgląd ile i jakie opory miejscowe zostały zadeklarowane w zaznaczonym odcinku. Tę samą informację można uzyskać uruchamiając edytor oporów miejscowych.

Ostatni przycisk ($Q1=?$) wyświetla tabelę zużycia gazu GZ50 przez jednego odbiorcę w zależności od typu zabudowy (przepisaną z literatury [4]). Nie przewidziano automatycznego przenoszenia zawartych w niej liczb do danych ani do obliczeń. Usługa ta ma charakter tylko orientacyjny. Przewiduje się zmianę umieszczonych tu liczb w miarę zmian zachodzących na rynku urządzeń gazowych i zmian w zwyczajach i preferencjach odbiorców gazu.

Przeznaczenie kolumn tabeli

Tabela Opisu Sieci posiada 19 kolumn. Chyba nigdy się nie zdarzy, żeby trzeba było wypełniać wszystkie kolumny. Minimalna liczba kolumn do wypełnienia to 6. Zbędne kolumny należy ukryć. W tym celu trzeba skorzystać z menu **Opcje/Ukrywanie kolumn** i zaznaczyć te opcje programu, których nie będzie się używać. Ukryte kolumny nie znikają z tabeli, a jedynie zostają zwężone do minimalnej szerokości. Wypełniane są zerami lub wartościami domyślnymi. Uwaga! Przechodząc klawiszem TAB do kolejnych kolumn nie omijamy ukrytych kolumn.

Nagłówki 19 kolumn przedstawione są poniżej:

Nr odcinka	Nazwa odcinka	Węzeł początkowy	Węzeł końcowy	Dn	Długość odcir L [m]	%L za opory [%]
*						0

Liczba odb. komunalnych	Q1-cele komunalne nm3/h	Liczba odb. ogrzewających	Q1-ogrzewanie nm3/h	Handel-usługi?
0	0	0	0	brak

Pobór odcinka nm3/h	Pobór węzłowy nm3/h	X	Y	Rzędna terenu [m]	Chropowatość mm	Opory miejscowe
0	0	0	0	0	0.1	0 szt

Przy tworzeniu nowego pustego wiersza program wpisuje do większości kolumn zera aby umożliwić użytkownikowi skoncentrowanie się tylko na wartościach niezerowych.

Nr odcinka jest unikalną liczbą naturalną w zakresie od 1 do 9999. Kolejność nie jest wymagana. Nie przewidziano w programie automatycznego nadawania numerów.

Nazwa odcinka dowolna nazwa (krótka!) np. nazwa ulicy. Można nie wypełniać.

Węzeł początkowy nazwa węzła, od którego zaczyna się odcinek (do 16 znaków).

Węzeł końcowy nazwa węzła kończącego odcinek (do 16 znaków).

Bardzo istotną sprawą dla poprawnego działania programu jest konsekwentne trzymanie się zaznaczonych na schemacie sieci kierunków i takie wypełnienie kolumn dla węzłów, żeby grot strzałki wskazywał na węzeł końcowy.

Średnica nominalna Dn jest nazwą rury (do 16 znaków). Jeżeli ma być dobrana wpisać 0.

Istnieje w programie pewna dowolność w wypełnianiu kolumny Dn, powodująca zarówno ułatwienia, jak też niebezpieczeństwo popełnienia błędu. Dn pomyślana jest jako nazwa handlowa rury w przypadku projektowania nowych sieci, lub jako dowolna nazwa identyfikująca typ rury w przypadku istniejących sieci. Program natomiast potrzebuje do obliczeń średnicy wewnętrznej Dw. O tym, jaka średnica wewnętrzna przyporządkowana jest danej średnicy nominalnej program usiłuje dowiedzieć się z katalogu rur obecnego podczas obliczeń na zakładce **Katalog rur**. Aby umożliwić programowi ściągnięcie potrzebnej informacji z katalogu rur każda średnica Dn występująca w tabeli opisu sieci musi zostać opisana w katalogu rur.

Gdyby w katalogu rur program nie odnalazł szukanej nazwy Dn, (na przykład tabela katalogu rur jest pusta) a nazwa Dn może być zamieniona na liczbę, to program przyjmie, że średnica wewnętrzna równa jest nominalnej. Rozwiązanie takie przyjęto w tym celu, aby można było w tabeli opisu sieci w kolumnie Dn wpisać gotową średnicę wewnętrzną i nie wypełniać katalogu rur.

Jest to uproszczenie dla tych użytkowników, którzy wykonują symulację istniejącej sieci i dysponują tylko średnicami wewnętrznymi. W ich przypadku może tabela katalogu rur pozostawać pusta.

Z kolei dla użytkowników, którzy nie zamierzają korzystać z tego uproszczenia wnosi ono niebezpieczeństwo, że gdy przez zapomnienie nie wczytamy katalogu rur, lub nie umieścimy jakiejś rury w katalogu rur, średnica nominalna zostanie potraktowana jako wewnętrzna i obliczenia zostaną wykonane na nieprawidłowej średnicy. Program ostrzega przed taką sytuacją odpowiednim komunikatem.

Pojęcie średnicy nominalnej występuje w katalogach producentów rur stalowych. Każda rura stalowa ma swoją średnicę nominalną. Rury z tworzyw sztucznych identyfikowane są poprzez swoje średnice zewnętrzne i grubości ścianki. Dlatego wielu użytkowników ma w tym przypadku problem jaką wartość wpisać do kolumny Dn. Otóż do kolumny Dn najlepiej wpisać średnicę zewnętrzną (w literaturze [3] występuje nawet określenie dla rur z tworzyw sztucznych „nominalna średnica zewnętrzna”). Gdyby w sieci występowały dwa typy rur o tej samej średnicy zewnętrznej lecz różniące się grubością ścianki (np. 110x6.3 i 110x10.0), wtedy należy wprowadzić dla Dn dodatkowy identyfikator (np. 110a i 110b), a w katalogu rur oba typy muszą zostać opisane.

Przykład:

W tabeli opisu sieci deklarujemy Dn=110. Równocześnie do katalogu rur wpisujemy Dn=110, Dzew=110, Gru=6.3. Program pobierze z katalogu Dzew i Gru i obliczy Dw = 97.4. Wyniki symulacji będą prawidłowe. Gdybyśmy nie wypełnili katalogu rur to program przyjmie Dw=110. W wynikach symulacji otrzymamy za małe straty ciśnienia. Prawidłowe wyniki otrzymamy również jeżeli katalog rur pozostawimy pusty i sami obliczymy średnicę wewnętrzną i w tabeli opisu sieci w kolumnie Dn wpiszemy liczbę 97.4. Postępowanie takie ma wadę: w wydrukach rura figuruje jako Dn=97.4, co bardzo utrudni zamawianie takiej rury w sklepach, hurtowniach lub u producenta.

Długość odcinka L [m] Należy podać rzeczywistą długość drogi jaką gaz pokonuje od jednego węzła do drugiego.

%L za opory [%]

Procent L za opory to liczba, o którą program powiększy długość odcinka z tytułu oporów miejscowych:

$$L_z = L \cdot \left(1 + \frac{\%L}{100}\right)$$

gdzie L_z jest zastępczą długością wstawianą do wzoru (9).

Na ogół przyjmuje się %L=10%. Domyślnie wpisywana jest tu wielkość, którą zadeklarowaliśmy uprzednio na zakładce **Obiekt**. Indywidualnie dla poszczególnych odcinków można tę liczbę dowolnie zmieniać. Kolumnę %L można wskazać do zasunięcia (menu Opcje/Ukrywanie kolumn) jeżeli w całej sieci liczba ta ma być jednakowa.

Kolejnymi kolumnami jest grupa 5 kolumn przeznaczona dla trzeciego lub czwartego sposobu deklarowania poborów gazu z sieci, który został omówiony w rozdziałach 2.1.1 i 2.1.2. Tam też wyjaśnione jest znaczenie nagłówków. Są to kolumny:

Liczba odb. komunalny	Q1-cele kol nm3/h	Liczba odb. ogrzewając	Q1-ogrzew nm3/h	Handel-usługi?
0	0	0	0	brak

dla sposobu zliczania „**Komunalni i ogrzewający**”

Liczba odbi W-1	Liczba odbi W-2	Liczba odbi W-3	Liczba odbi W-4	Handel-usługi?
0	0	0	0	brak

dla sposobu zliczania „**Taryfy W-1, W-2, W-3 i W-4**”.

Pobór odcinkowy

pobór gazu równomiernie rozłożony wzdłuż odcinka.

Po uaktywnieniu komórki w tej kolumnie pojawia się wielokropki (mały przycisk z trzema kropkami). Obecność wielokropka można zignorować i wpisać właściwą liczbę poboru odcinkowego. Kliknięcie wielokropka spowoduje uruchomienie edytora przyłączy. Edytor ten pozwala na opisanie wszystkich odbiorców przyłączonych do danego odcinka. Można tu wpisać nazwy ulic, numery domów i mieszkań, nazwisko i/lub numer licznika. Główną informacją, jaką się tu wpisuje dla każdego odbiorcy jest ilość zużytego gazu w dowolnym okresie czasu oraz mnożnik służący do przeliczenia zużytego gazu na jednostkę m³/h.

Cztery kolejne kolumny są opisem węzła końcowego:

Pobór węzłowy nm3/h	X	Y	Rzędna terenu [m]
0	0	0	0

Pobór węzłowy

pobór gazu skupiony w węźle końcowym odcinka. Analogicznie jak w kolumnie *Pobór odcinkowy*, można tu wpisać liczbę przedstawiającą pobór węzłowy, lub skorzystać z edytora przyłączy.

X, Y

współrzędne węzła końcowego na płaszczyźnie schematu.

Rzędna terenu

rzędna terenu węzła końcowego odcinka. Deklarujemy ją w sytuacji, gdy chcemy uwzględnić różnicę poziomów przy liczeniu strat ciśnienia. Potrzeba taka może wystąpić przy niskich ciśnieniach i dużych różnicach poziomu. Drugim powodem deklarowania rzędnych terenu jest korzystanie z opcji obliczania długości odcinków na podstawie współrzędnych X,Y i rzędnej terenu (menu Narzędzia/Obliczanie długości odcinków).

Każdą z tej grupy kolumn, jeżeli tylko nie będą potrzebne, można wskazać do ukrycia (menu Opcje/Ukrywanie kolumn). Zaleca się jednak nie rezygnować z podawania współrzędnych X,Y ponieważ oznaczałoby to rezygnację z bardzo komunikatywnego prezentowania wyników symulacji na schemacie sieci. Opis przygotowywania współrzędnych znajduje się w rozdziale 3.3.1.

Chropowatość

Jest to ważna pozycja zależna od materiału rur. Należy przyjmować zgodnie z literaturą lub informacją od producenta (np. stal – 0.1, PE –

0.05, PVC – 0.025). Przed rozpoczęciem wypełniania Tabeli Opisu Sieci należy zadeklarować chropowatość domyślną, która będzie następnie umieszczana automatycznie w każdym nowym wierszu tabeli. Dla poszczególnych odcinków można ją zmieniać. Jeżeli w całej sieci chropowatość jest jednakowa, to można kolumnę chropowatości wskazać do ukrycia (menu Opcje/Ukrywanie kolumn).

Opory miejscowe

Po kliknięciu w kolumnie Opory miejscowe pojawi się wielokropek czyli mały przycisk z trzema kropkami. Kolejne kliknięcie w ten przycisk spowoduje otwarcie edytora oporów miejscowych. Jeżeli nie planujemy wyszczególniać oporów miejscowych w żadnym odcinku, to kolumnę tę należy wskazać do ukrycia (menu Opcje/Ukrywanie kolumn).



Edytor oporów miejscowych

Po pojawieniu się edytora oporów miejscowych, należy wybrać z zestawu te opory, które znajdują się w odcinku i wypełnić przewidziane dla nich dane. W tym momencie następuje zmiana koloru planszy, na której znajduje się dany opór. Oznacza to, że wpisane dane zostały przyjęte i są prawidłowe. W celu wycofania danego oporu z odcinka wystarczy wyzerować jedną z danych. Kolor planszy wraca do poprzedniego.

Nie należy się sugerować napisem $Z=0$ lub $Z=<\text{nieaktualna liczba z poprzednich obliczeń}>$. Symbol Z oznacza współczynnik strat dla jednej sztuki danego oporu i zostanie obliczony dopiero podczas obliczeń symulacyjnych. W celu zapoznania się z aktualną wartością Z trzeba po obliczeniach ponownie uruchomić edytor oporów. Łatwiejszym sposobem jest jednak kliknięcie w przycisk z ikoną przedstawiającą zawór na pasku narzędziowym.

Trójniki dobierane są poprzez kliknięcie odpowiedniego schematycznego obrazka, w którym czerwona strzałka oznacza aktualny odcinek. Kliknięcie w planszę obok obrazków spowoduje wycofanie zaznaczonego trójnika.

3.3.4 Deklarowanie specjalnej trasy na zakładce Moja trasa

Zakładka **Moja trasa** służy do opisanie własnej trasy, dla której chcemy uzyskać wykres linii ciśnień. Trasę tę opisują kolejne nazwy węzłów. Trasa może być dowolnie długa i skierowana w dowolną stronę.

Zakładki **Moja trasa** można nie wypełniać, i proponuje się nie wypełniać jej przy pierwszej próbie obliczeń. Program bowiem sam dzieli całą sieć na trasy i sporządza dla nich wykresy niezależnie, czy **Moja trasa** jest wypełniona czy nie. Może się okazać, że wykresy te całkowicie wystarczają.

Jeżeli jednak podczas przeglądania profilów linii ciśnień stwierdzimy, że trasy, które nam wytyczył sam program nie są satysfakcjonujące, można przystąpić do wypełnienia zakładki **Moja trasa**. Praca ta polega na wpisywaniu kolejnych węzłów do czerwonego okienka i naciskaniu klawisza ENTER, lub klikaniu w strzałkę. Wykres dla tak zdefiniowanej trasy pojawi się jako pierwszy w spisie wykresów dla wszystkich tras.

Podczas zapisu danych na dysk spis węzłów **Mojej trasy** znajdzie się w tym samym wspólnym pliku z danymi na dysku.

3.3.5 Tworzenie katalogu rur

Zakładka **Katalog rur** służy do utworzenia katalogu rur. Katalog rur jest tabelką z trzema kolumnami: średnica nominalna Dn, Średnica zewnętrzna Dzew, Grubość ściany Gr.

Po uruchomieniu programu katalog rur jest pusty. Można go wypełnić dowolnymi rurami. Program nie dysponuje żadnymi gotowymi katalogami.

Kiedy katalog rur ma być obecny podczas obliczeń, a kiedy ma pozostawać pusty?

Katalog rur **ma być obecny** podczas obliczeń w dwóch przypadkach:

- gdy program ma dobrać średnice,
- gdy średnice nominalne wpisane do kolumny Dn tabeli opisu sieci różnią się od średnic wewnętrznych.

Katalog rur **ma podczas obliczeń pozostawać pusty** gdy do kolumny Dn tabeli opisu sieci zostały wpisane średnice wewnętrzne.

Podczas doboru średnic katalog rur spełnia rolę zestawu rur, z którego programowi wolno wybierać. Projektant decyduje jakie rury użyje (z jakich materiałów) i jakie średnice mogą pojawić się w projekcie i tylko te rury ma wpisać do katalogu. Program nie posiada żadnych innych kryteriów poza stratami ciśnienia, którymi mógłby się kierować podczas doboru.

Przy obliczeniach symulacyjnych program sięga do katalogu rur w celu pobrania danych do obliczenia średnicy wewnętrznej. Jeżeli katalog jest pusty, lub w katalogu nie ma odpowiedniej średnicy nominalnej, to program zakłada, że średnica wewnętrzna jest równa nominalnej.

Wypełnianie tabeli katalogu rur polega na wpisywaniu danych do poszczególnych pól tabelki przesuając się z pola do pola za pomocą klawisza **Tab** lub **Shift-Tab**. Pusta tabelka posiada jeden pusty wiersz do wypełnienia. Aby wypełnić następny wiersz trzeba najpierw utworzyć pusty wiersz za pomocą jednego z dwóch przycisków. Przycisk z podkreśloną literką **k** tworzy pusty wiersz na *końcu* tabeli. Przycisk z podkreśloną literką **m** tworzy pusty wiersz *między* już istniejącymi wierszami, konkretnie nad wierszem zaznaczonym. Można też korzystać z klawisza Enter.

Średnica nominalna może zawierać do 16 znaków alfanumerycznych.

3.4 Zakładka Obliczenia

Gdy główne dane i katalog rur są gotowe można przystąpić do wykonania obliczeń. Przycisk rozpoczynający obliczenia znajduje się w środkowej części zakładki **Obliczenia**.

W wersji dla KSG znajduje się tu również mechanizm wyboru metody obliczeń strat ciśnienia. Domyślnie wybrana jest metoda dokładna.

Część górna zakładki służy do przeglądania, sprawdzania i drukowania danych.

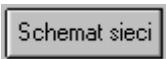
Znajduje się tu raport, czyli zestawienie parametrów sieci, jaka została zidentyfikowana przez program na podstawie danych. Raport ułatwia wykrycie ewentualnych błędów merytorycznych w danych.

W przypadku, gdy program natrafi na trudności w interpretacji danych zgromadzonych w tabeli opisu sieci, pojawia się tu dodatkowe pole z wpisanymi uwagami lub informacjami o przedsięwzięciach programu w celu uporządkowania nieprawidłowości. Duża sieć chaotycznie opisana może być przyczyną długiego czasu (dochodzącego nawet do 1 minuty), jaki program potrzebuje na wykonanie tej czynności.

W części środkowej użytkownik może wybrać metodę obliczania strat ciśnienia oraz wpisać różny od 1 mnożnik poborów jawnych.


Część dolna zakładki dotyczy wyników, toteż póki nie zostaną wykonane obliczenia część ta jest nieaktywna. Znajduje się tu miejsce na komunikaty o przebiegu obliczeń, oraz znajdują się trzy przyciski realizujące różne formy prezentacji wyników. Jeżeli obliczenia przebiegły prawidłowo to pojawia się tu informacja, że wyniki w postaci liczbowej można przeglądać w tabeli opisu sieci. Jeżeli obliczenia nie zostały zakończone, to pojawia się tu informacja o przyczynie.

Opis przycisków rozmieszczonych na zakładce Obliczenia



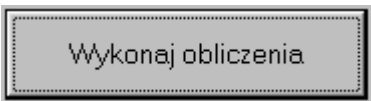
Schemat sieci

Wyświetla na ekranie i drukuje czarno-biały schemat sieci gotowy lub na etapie opracowywania (pod warunkiem, że wypełnione zostały kolumny współrzędnych X, Y dla węzłów). Schemat sieci dobrze nadaje się do prezentacji i drukowania końcowych wyników w przypadku, gdy nie dysponujemy monitorem kolorowym i drukarką kolorową.



Roboczy wydruk danych...

Umożliwia wydrukowanie nawet nie kompletnych danych.



Wykonaj obliczenia

Inicjuje obliczenia wg schematu blokowego na rys. 1. Jeżeli wystąpiły w danych błędy formalne przycisk jest nieaktywny.

Po poprawnym wykonaniu obliczeń uaktywnia następujące przyciski:

Rozkłady na schemacie

Wyświetla na ekranie schemat sieci (pod warunkiem, że wypełnione zostały kolumny współrzędnych X, Y dla węzłów). Schemat rysowany jest kolorami reprezentującymi wartości wybranego parametru: ciśnienia, prędkości lub strumienia.

Rzędne linii ciśnień

Po kliknięciu w ten przycisk ukazuje się okno obsługujące przeglądanie i drukowanie wykresów linii ciśnień wzdłuż wytyczonych tras. Po lewej stronie okna zamieszczony jest spis wszystkich tras. Po prawej stronie okna, obok spisu, przedstawiony jest wykres dla pierwszej trasy.

Na osi poziomej odkładane są długości odcinków, a na osi pionowej ciśnienia.

Można przeglądać po kolei wszystkie wykresy lub zaznaczyć niektóre i przeglądać tylko zaznaczone.

Na wszystkich wykresach oprócz linii ciśnienia gazu (niebieska) rysowana jest pozioma linia przedstawiająca minimalne dopuszczalne ciśnienie w sieci P_{min} (czerwona). Jeżeli linia ciśnienia przebiega poniżej czerwonej linii, to oznacza, że w tych partiach sieci jest za niskie ciśnienie.

Pod osią poziomą, w miejscach gdzie kończy się kolejny odcinek a zaczyna następny wpisana jest nazwa węzła, chyba że brak miejsca na to nie pozwala. Wykresy zawsze zaczynają się od lewego brzegu rysunku i przebiegają w kierunku prawego brzegu, nie zależnie w jakim kierunku dana trasa skierowana jest w rzeczywistości. Fakt ten wymaga od oglądającego pewnej wyobraźni w przypadkach, gdy trasa w rzeczywistości biegnie w przeciwnym kierunku, lub nie stanowi linii prostej lecz przebiega na przykład łukami.

Na jednym wykresie oprócz głównej trasy rysowane są linie dla odgałęzień jednoodcinkowych, jeżeli takie są. Nazwa węzła kończącego takie odgałęzienie wpisywana jest trochę poniżej linii wpisywania nazw węzłów dla głównej trasy.

Wydruk tabeli wyników...

Przycisk o tym tytule prowadzi do drukowania wyników poprzez dwa kolejne okienka dialogowe. Na pierwszym można ustawić opcje drukowanej tabeli wyników lub polecić wydrukowanie zestawienia rur, a na drugim okienku dialogowym wybrać drukarkę lub ustawić jej parametry jeśli zachodzi taka potrzeba.

3.5 Menu

W oknie programu zawsze widoczne i dostępne są dwie pozycje menu: Plik i Pomoc. Gdy aktywna jest zakładka Tabela Opisu Sieci w menu występują dodatkowo pozycje Narzędzia i Opcje.

Menu Plik

Menu Plik służy do zapisu i odczytu głównych danych oraz katalogu rur na dysk. Nazwy plików, do których wpisujemy główne dane i katalog rur są dowolne. Jeżeli podana nazwa pliku do zapisu nie posiada rozszerzenia, to program uzupełni ją o rozszerzenie .gaz dla głównych danych i .rur dla katalogu rur. Rozszerzenia te ułatwiają czynność odczytu.

Pozycja Import danych z PROFIL służy do odczytu danych wygenerowanych uprzednio przez program PROFIL-KOORDYNATOR firmy Epi-Graf. Są to następujące dane: nazwy węzłów początkowego i końcowego dla odcinków, długości odcinków, średnice, rzędne terenu i współrzędne węzłów końcowych. Użytkownik musi uzupełnić te dane o pobory gazu i ciśnienia w węzłach źródłowych. Więcej szczegółów można znaleźć w temacie pomocy „Integracja z programem PROFIL-KOORDYNATOR”.

Pozycje Zapis i Odczyt do / z plików .XML umożliwia tworzenie danych na zewnątrz programu GASNET i wykorzystanie wyników w innych programach.

Menu Szukaj

Menu Szukaj służy do odszukiwania węzła w kolumnie węzłów końcowych lub początkowych. Nazwę szukanego węzła wpisuje się w pole edycji, które ukazuje się po uruchomieniu szukania.

Menu Narzędzia

Menu Narzędzia zawiera dwa narzędzia, które mogą być przydatne w specyficznych sytuacjach.

Narzędzie **Obliczanie długości odcinków** służy do przestawienia programu w tryb obliczania długości odcinków na podstawie współrzędnych X , Y oraz rzędnych terenu węzłów początkowego i końcowego każdego odcinka. Będąc w tym trybie program oblicza długość po każdym uaktywnieniu komórki w kolumnie długości i obliczoną wartość wpisuje do tej komórki. Przy korzystaniu z tego narzędzia współrzędne muszą być podawane w metrach, a ich wartości odczytywane z map. Wszystkie odcinki muszą być w rzeczywistości liniami prostymi.

Domyślnie po uruchomieniu programu tryb ten jest wyłączony. Długości odcinków trzeba wpisywać z klawiatury do kolumny L[m] i nie mają one związku z deklarowanymi współrzędnymi, toteż układ współrzędnych może być przyjęty w dowolny sposób i podziałki na osiach mogą być dowolne.

Narzędzie **Obliczanie poborów mikrorejonu** ma zastosowanie tylko dla sieci w osiedlach mieszkaniowych charakteryzujących się równomiernym rozkładem poborów. Aby skorzystać

z tego narzędzia trzeba znać zapotrzebowanie na gaz dla całego mikrorejonu. Program rozkłada całkowite zapotrzebowanie na poszczególne odcinki proporcjonalnie do ich długości. Na czas działania narzędzia można deklorować odpowiednio zmodyfikowane długości w tych odcinkach, o których wiadomo, że nie stosują się do równomiernego rozkładu.

Narzędzie to może znaleźć zastosowanie podczas wstępnych prac projektowych.

Menu Opcje

Menu Opcje posiada tylko jedną pozycję **Ukrywanie kolumn**. Ukrywanie zbędnych kolumn jest koniecznością ze względu na bardzo rozbudowaną tabelę opisu sieci (19 kolumn z danymi, a gdy dołączą się wyniki obliczeń 26 kolumn). Po kliknięciu w **Ukrywanie kolumn** pojawi się okno dialogowe, na którym zaznaczamy z jakich możliwości programu NIE będziemy korzystać, co wiąże się z nie wykorzystywaniem niektórych kolumn. Informacja o zbędnych kolumnach pamiętana jest razem z głównymi danymi.

Ukryte kolumny nie znikają, tylko ich szerokość zostaje ustawiona na minimalną wielkość. Podczas przemieszczania się po kolumnach za pomocą klawisza TAB, lub Shift-TAB kolumny te nie są omijane.

Ukrywanie zbędnych kolumn jest szczególnie ważne ze względu na wydruk tabeli danych i wyników, która ma zmieścić się na szerokości strony A4. Wskazane do ukrycia kolumny nie będą drukowane.

Rozdział 4

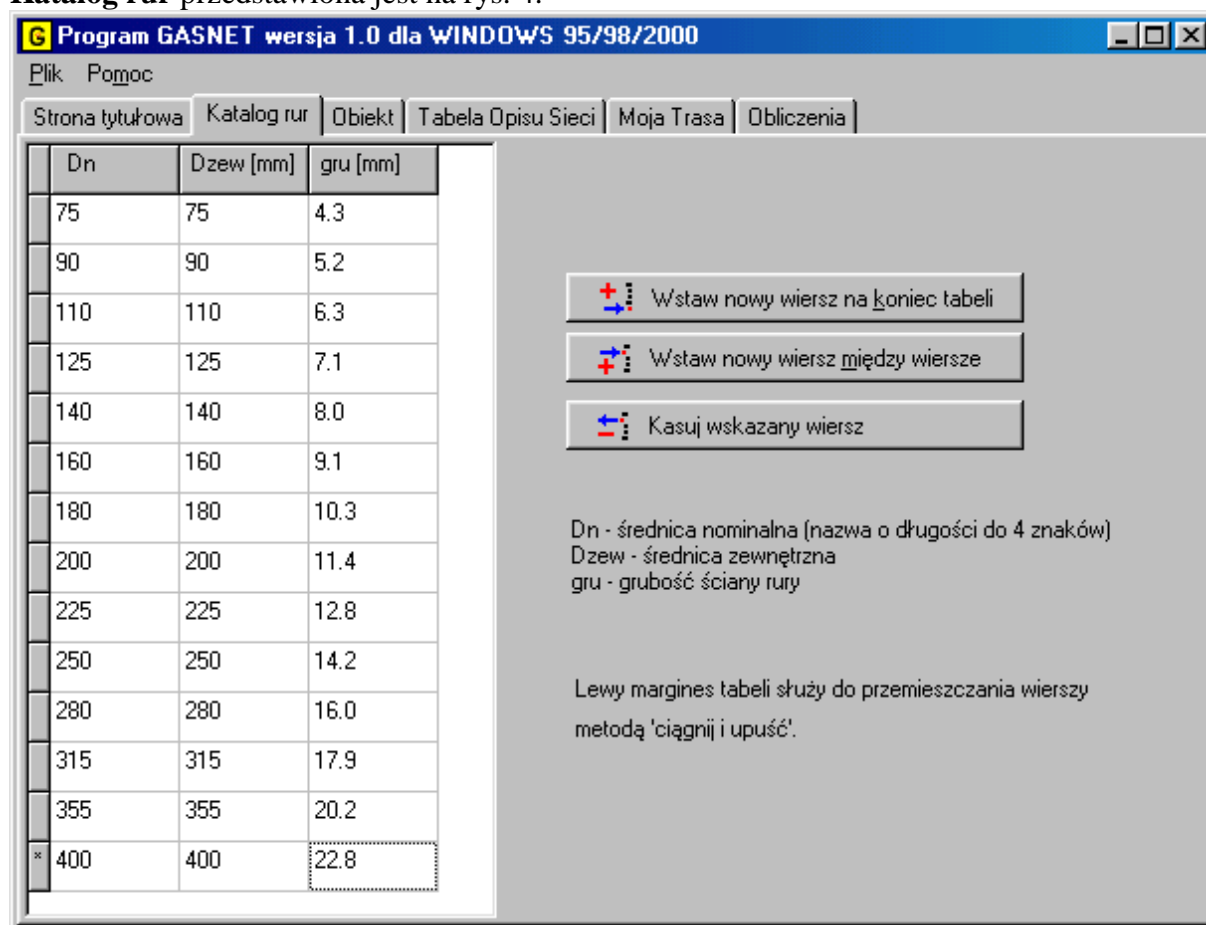
Przykład obliczeń

Dany jest schemat sieci gazowej niskiego ciśnienia obsługującej osiedle mieszkaniowe (rys 2). Sieć zasilana jest z dwóch stacji redukcyjnych SR1 i SR2. Ciśnienia w stacjach zakłada się po 25 hPa. Całkowita liczba odbiorców gazu wynosi 2054. Każdy odbiorca zużywa 4 nm³/h gazu na cele komunalne i 2 nm³/h na ogrzewanie pomieszczeń. Przyłącza rozmieszczone są równomiernie wzdłuż odcinków za wyjątkiem dwóch odcinków SR1-b i SR2-10, które nie mają przyłączy. Liczby odbiorców w poszczególnych odcinkach są znane. Wytyczono granicę stref zasilania przy założeniu, że do strefy zasilania SR1 należy 1147 odbiorców, a do strefy zasilania SR2 należy 907 odbiorców. Naniesiono na schemat kierunki strumieni od źródeł do granicy stref zasilania.

Należy dobrać średnice dla rur polietylenowych typu SDR 17.6.

Zadanie wykonano dwoma metodami: podając dla każdego odcinka liczby odbiorców i podając dla każdego odcinka pobory odcinkowe.

Na wstępie utworzono katalog rur umieszczając w nim tylko te rury polietylenowe typu SDR 17.6, które aprobuje inwestor. Katalog ten zapamiętano w pliku SDR17.rur. Zakładka **Katalog rur** przedstawiona jest na rys. 4.



The screenshot shows the 'Katalog rur' (Pipe Catalog) window in the GASNET software. The window title is 'Program GASNET wersja 1.0 dla WINDOWS 95/98/2000'. The menu bar includes 'Plik' and 'Pomoc'. The main menu has 'Strona tytułowa', 'Katalog rur', 'Obiekt', 'Tabela Opisu Sieci', 'Moja Trasa', and 'Obliczenia'. The 'Katalog rur' tab is active, displaying a table with three columns: 'Dn', 'Dzew [mm]', and 'gru [mm]'. The table lists various pipe sizes from 75 to 400 mm. The last row (400 mm) is marked with an asterisk. To the right of the table are three buttons: 'Wstaw nowy wiersz na koniec tabeli', 'Wstaw nowy wiersz między wiersze', and 'Kasuj wskazany wiersz'. Below these buttons, there is explanatory text: 'Dn - średnica nominalna (nazwa o długości do 4 znaków)', 'Dzew - średnica zewnętrzna', 'gru - grubość ściany rury', and 'Lewy margines tabeli służy do przemieszczania wierszy metodą 'ciągnij i upuść'.'

Dn	Dzew [mm]	gru [mm]
75	75	4.3
90	90	5.2
110	110	6.3
125	125	7.1
140	140	8.0
160	160	9.1
180	180	10.3
200	200	11.4
225	225	12.8
250	250	14.2
280	280	16.0
315	315	17.9
355	355	20.2
* 400	400	22.8

Rys. 4. Katalog rur gotowy do doboru średnic.

Główne dane przygotowano w dwóch wersjach w celu wykonania zadania dwoma metodami.

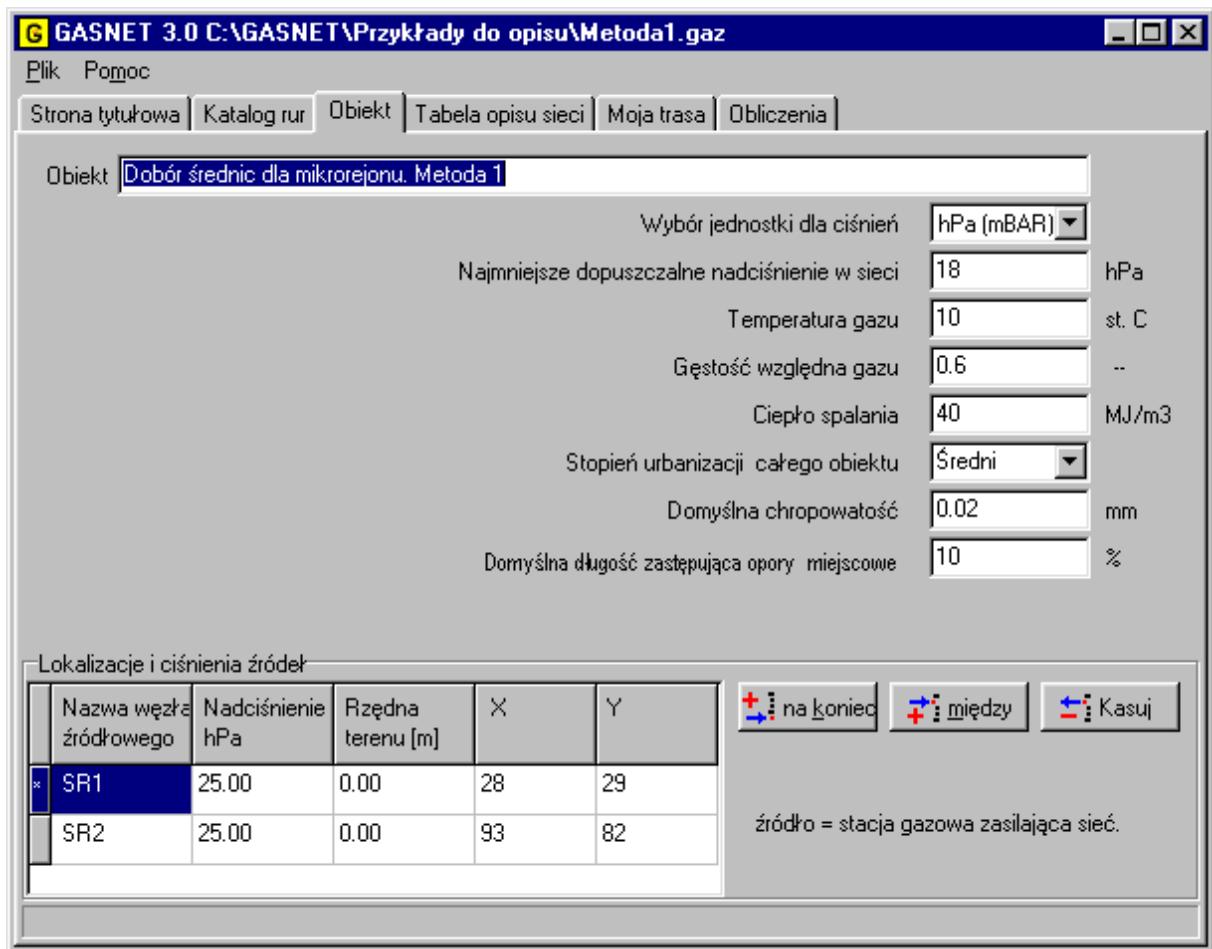
Metoda 1: równomierny rozkład odbiorców.

Do Tabeli opisu sieci wpisano liczby odbiorców w każdym odcinku oraz zużycia gazu Q1 przypadające na jednego odbiorcę. Kolumny poborów odcinkowych i węzłowych pozostają wyzerowane i zostały wskazane do ukrycia (rys. 5).

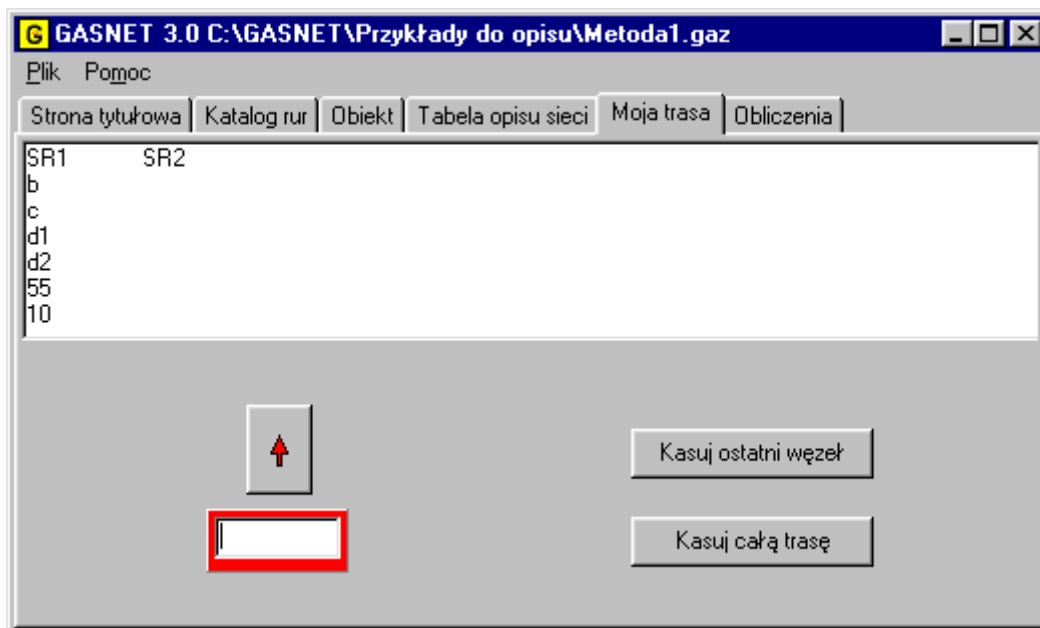
Nr odcinka	Węzeł początkowy	Węzeł końcowy	Dn	Długość odcinka L [m]	Liczba odb. komunalnych	Q1-cele komunalne nm3/h	Liczba odb. ogrzewających	Q1-ogrzew. nm3/h	Handel-usługi?	X	Y
1	SR1	b	0	280	0	0	0	0	brak	28	43
2	b	44	0	340	75	4	75	2	brak	28	60
3	44	8	0	440	97	4	97	2	brak	28	82
4	44	4	0	380	84	4	84	2	brak	9	60
5	4	7	0	220	48	4	48	2	brak	9	71
6	44	H	0	320	70	4	70	2	brak	44	60
7	b	a	0	380	84	4	84	2	brak	9	43
8	a	4	0	340	75	4	75	2	brak	9	60
9	a	1	0	560	124	4	124	2	brak	9	15
10	1	2	0	760	168	4	168	2	brak	47	15
11	2	3	0	260	57	4	57	2	brak	60	15
12	b	c	0	380	84	4	84	2	brak	47	43
13	c	2	0	560	124	4	124	2	brak	47	15
14	c	d1	0	260	57	4	57	2	brak	60	43
15	SR2	10	0	340	0	4	0	2	brak	76	82
16	10	9	0	580	128	4	128	2	brak	47	82
17	9	8	0	380	84	4	84	2	brak	28	82
18	9	54	0	511	113	4	113	2	brak	60	60
19	10	55	0	440	97	4	97	2	brak	76	60
20	55	54	0	320	70	4	70	2	brak	60	60
21	54	H	0	320	70	4	70	2	brak	44	60
22	54	d1	0	340	75	4	75	2	brak	60	43
23	55	d2	0	340	75	4	75	2	brak	76	43
24	d2	d1	0	320	70	4	70	2	brak	60	43
25	d2	d	0	278	61	4	61	2	brak	88	36
26	55	56	0	290	64	4	64	2	brak	88	52

Rys. 5. Tabela opisu sieci wypełniona dla metody 1.

Zakładki **Obiekt** i **Moja trasa** zostały wypełnione jednakowo dla obu metod (rys 6 i 7).



Rys. 6. Dane umieszczone na zakładce **Obiekt**.



Rys. 7. **Moja Trasa** opisuje trasę SR1-b-c-d1-d2-55-10- SR2.

Wyniki uzyskane metodą 1 (w postaci graficznej) można oglądać na rys. 9 i 11. Na schemacie sieci widać, że najniższe ciśnienie występuje w węźle 3. Tuż przed tym węzłem ciśnienie nieznacznie spada poniżej dopuszczalnego minimum.

Na wykresach linii ciśnień, które ilustrują zmiany ciśnienia w całej sieci, pierwszym wykresem jest zdefiniowana na rys. 7 „Moja Trasa” (pozostałe trasy wytyczył sam program). Widać na niej, że najniższe ciśnienie na tej trasie występuje w węźle d1, czyli na granicy stref zasilania. Ostatni wykres w pierwszej szpalcie przedstawiający trasę a-3 pokazuje jak linia ciśnienia przecina poziomą linię dopuszczalnego P_{min} .

Metoda 2: równomierny rozkład poborów.

Z wyników uzyskanych metodą 1 odczytujemy obciążenia obu źródeł i wyznaczamy ich sumę. Suma po zaokrągleniu wynosi $1624 \text{ nm}^3/\text{h}$. Suma ta posłuży do obliczenia poborów odcinkowych mikrorejonu za pomocą narzędzia znajdującego się w menu. Zanim skorzysta się z tego narzędzia trzeba dla dwóch odcinków nie mających przyłączy wpisać długość równą zero. Następnie wybieramy opcję *Narzędzia/Obliczanie poborów mikrorejonu* i po pojawieniu się okienka dialogowego do pola edycji wpisujemy liczbę 1624. Po kliknięciu w przycisk *Oblicz pobory* program rozdziela sumę na poszczególne odcinki proporcjonalnie do ich długości i wpisuje do odpowiedniej kolumny w tabeli opisu sieci. Następnie należy z powrotem wpisać rzeczywiste długości dla dwóch odcinków w miejsce poprzednio wpisanych zer. Dane gotowe do obliczeń przedstawia rys.8. W tej metodzie kolumny przeznaczone do deklarowania liczb odbiorców pozostają wyzerowane i zostały wskazane do ukrycia.

Wyniki uzyskane metodą 2 naniesione na schemat sieci przedstawia rys. 10.

Porównanie wyników uzyskanych dwoma metodami.

Analizując wyniki można stwierdzić, że choć rozkłady ciśnień w sieci uzyskane dwoma metodami są zbliżone, to występują duże różnice w rozłożeniu strumieni w sieci i w konsekwencji w dobranych średnicach.

Metoda 2 zakłada równomierny rozkład poborów w sieci, toteż pobory w danym odcinku zależą tylko od jego długości, natomiast metoda 1 uzależnia wielkości poborów w danym odcinku od miejsca tego odcinka na drodze od końcowego odbiorcy do źródła. Za sprawą współczynnika jednoczesności pobory gazu obliczone metodą 1 nie rozkładają się równomiernie w całej sieci lecz ich wielkość uzależniona jest od odległości od źródła. Czym dalej od źródła, a bliżej od końcowego odbiorcy lub granicy stref zasilania tym obliczone pobory są większe. Dlatego średnice dobrane metodą 1 są większe na obrzeżach sieci i w pobliżu granic stref zasilania niż w metodzie 2.

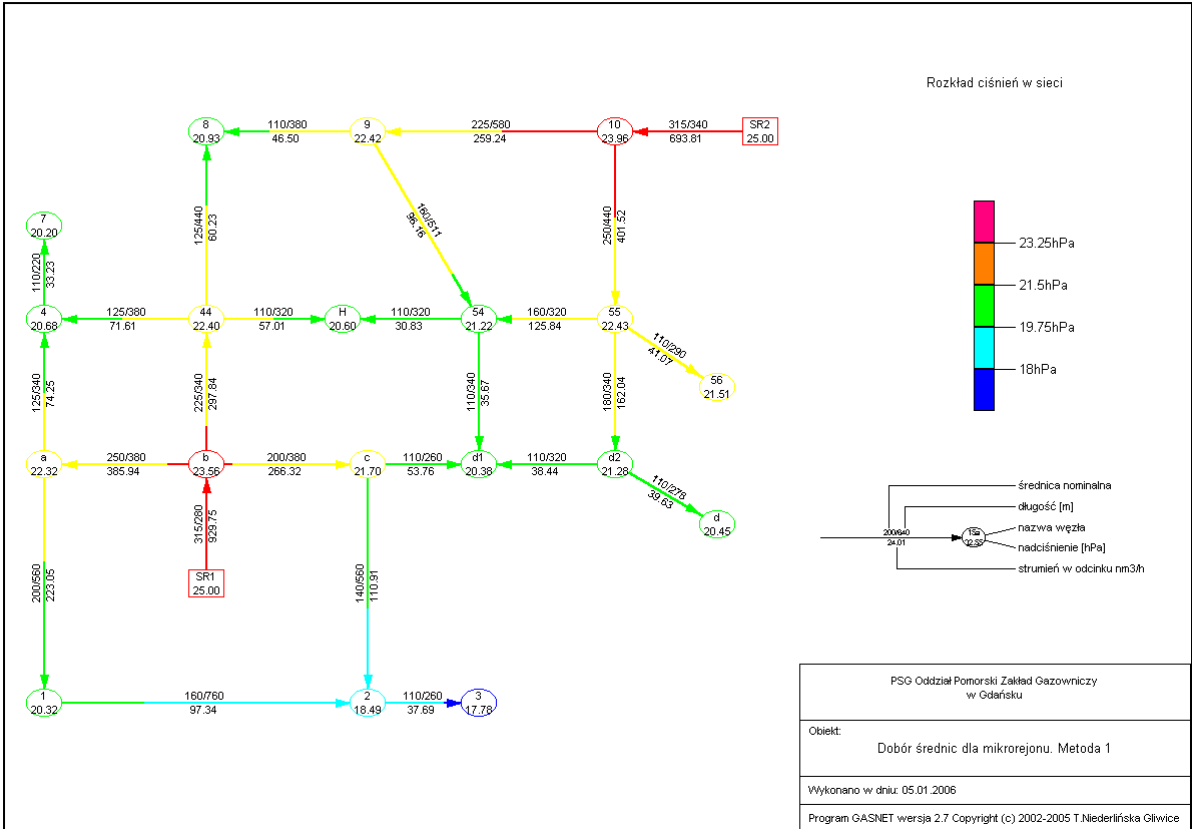
Symulacja pracy sieci ze średnicami z metody 2 i poborami z metody 1.

Aby sprawdzić jak przedstawi się rozkład ciśnień w przypadku, gdy zadane będą średnice dobrane metodą 2 (małe średnice), natomiast pobory będą obliczone metodą 1 (duże pobory na obrzeżach), wykonano odpowiednią symulację. Wyniki w postaci rozkładu ciśnień w sieci

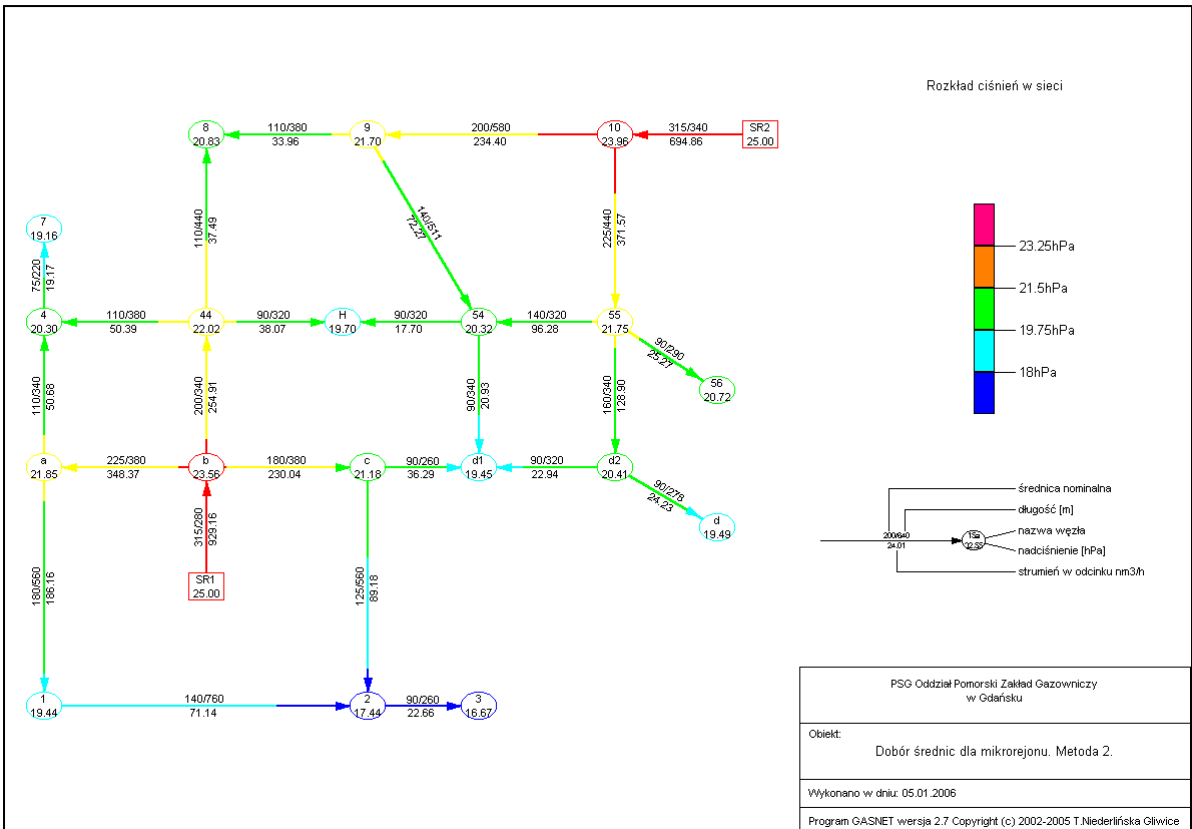
i w postaci wykresów linii ciśnień załączone są na rys 12, 13 i 14. W najgorszym węźle (węzeł 3) ciśnienie spada do 13 hPa. Linie ciśnień w wielu miejscach przecinają poziomą linię minimalnego dopuszczalnego ciśnienia P_{min} .

Nr odcinka	Węzeł początkowy	Węzeł końcowy	Dn	Długość odcinka L [m]	Pobór odcinka nm ³ /h	X	Y
1	SR1	b	0	280	0	28	43
2	b	44	0	340	59.25	28	60
3	44	8	0	440	76.68	28	82
4	44	4	0	380	66.22	9	60
5	4	7	0	220	38.34	9	71
6	44	H	0	320	55.77	44	60
7	b	a	0	380	66.22	9	43
8	a	4	0	340	59.25	9	60
9	a	1	0	560	97.59	9	15
10	1	2	0	760	132.44	47	15
11	2	3	0	260	45.31	60	15
12	b	c	0	380	66.22	47	43
13	c	2	0	560	97.59	47	15
14	c	d1	0	260	45.31	60	43
15	SR2	10	0	340	0	76	82
16	10	9	0	580	101.08	47	82
17	9	8	0	380	66.22	28	82
18	9	54	0	511	89.05	60	60
19	10	55	0	440	76.68	76	60
20	55	54	0	320	55.77	60	60
21	54	H	0	320	55.77	44	60
22	54	d1	0	340	59.25	60	43
23	55	d2	0	340	59.25	76	43
24	d2	d1	0	320	55.77	60	43
25	d2	d	0	278	48.45	88	36
26	55	56	0	290	50.54	88	52

Rys. 8. Wypełniona Tabela Opisu Sieci dla metody 2.



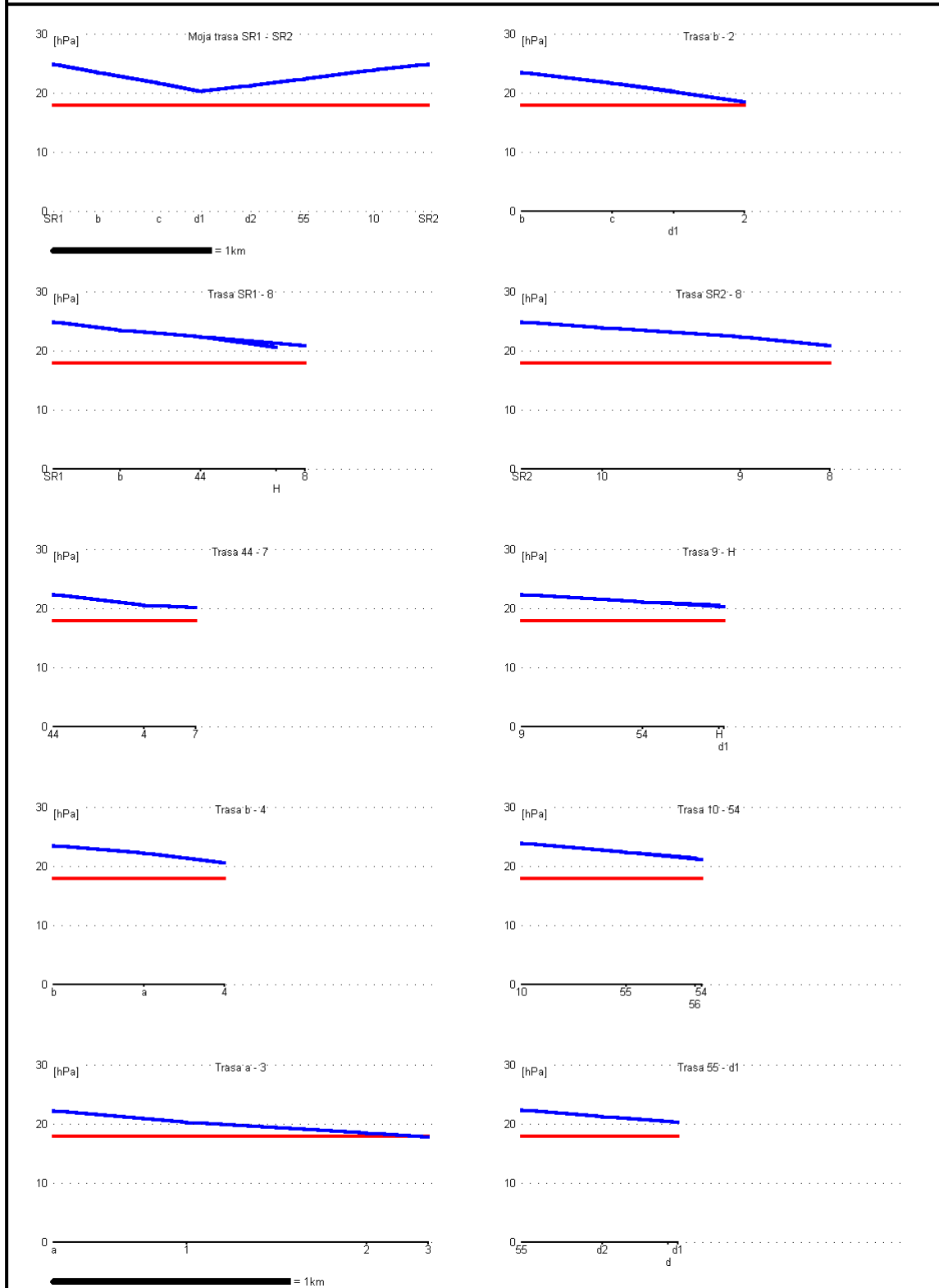
Rys. 9 Wydruk rozkładu ciśnień uzyskanych metodą 1



Rys. 10 Wydruk rozkładu ciśnień uzyskanych metodą 2

Dobór średnic dla mikrorejonu. Metoda 1 / Linie ciśnień i linia Pmin

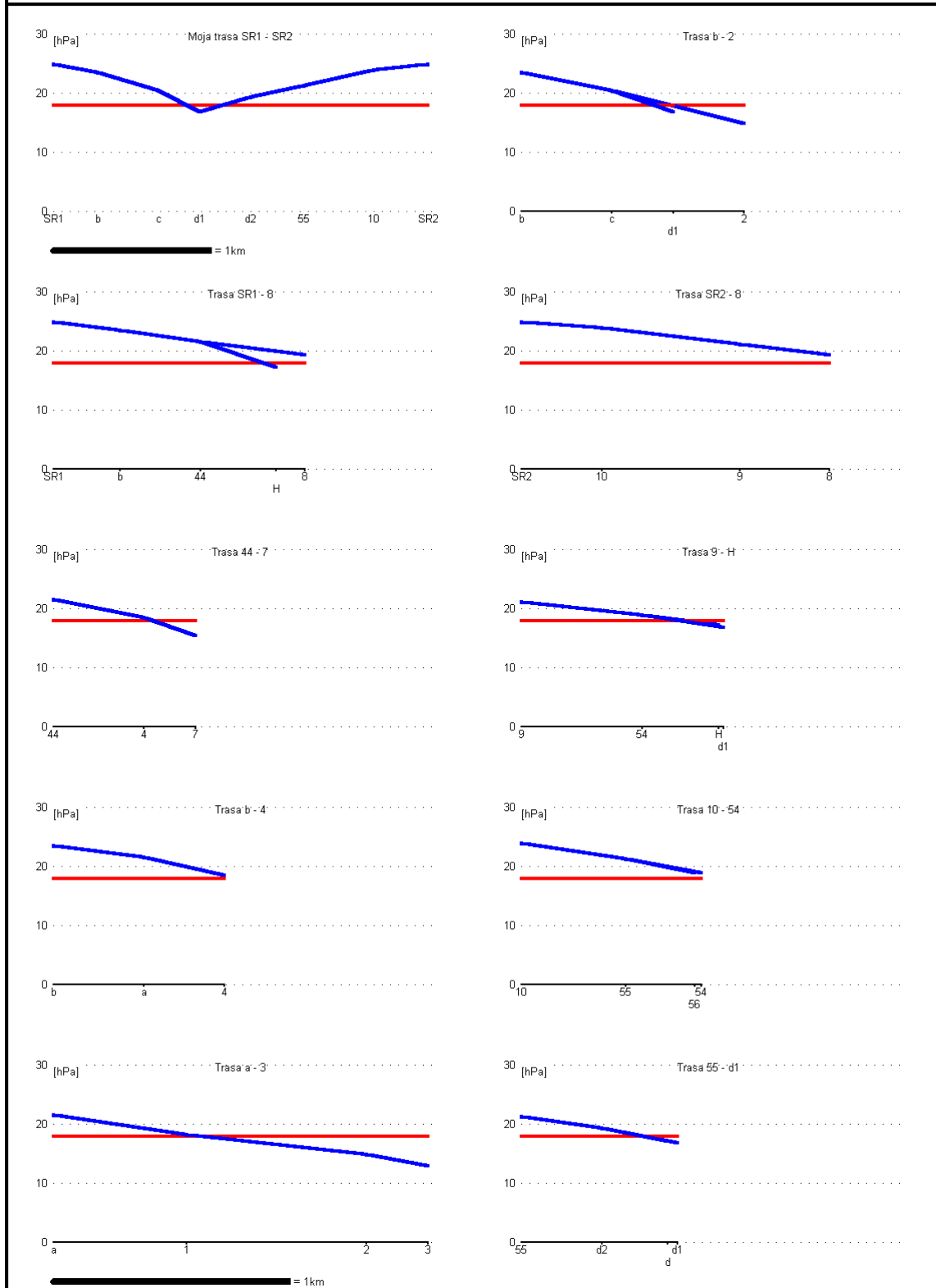
Program GASNET wersja 2.7. Copyright (c) 2002-2005 T.Niederleńska Gilwice



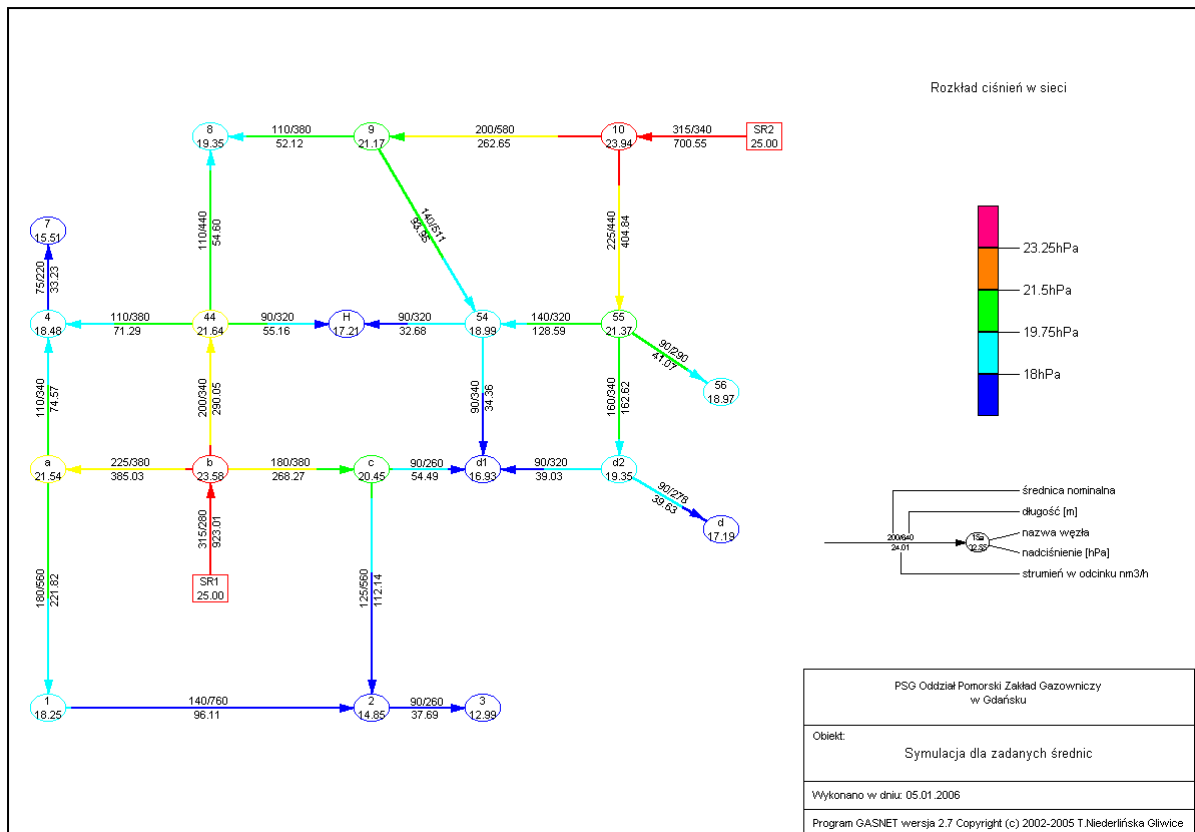
Rys. 11 Wydruk linii ciśnień uzyskanych metodą 1

Symulacja dla zadanych średnic / Linie ciśnień i linia Pmin

Program GASNET wersja 2.7. Copyright (c) 2002-2005 T.Niederlińska Gliwice



Rys. 12 Wyniki symulacji dla zadanych średnic



Rys. 13 Wyniki symulacji dla zadanych średnic

Symulacja dla zadanych średnic / Dane i wyniki symulacji
Program GASNET wersja 3.0, Copyright (c) 2002-2006 T.Niederlińska Gliwice

dane z pliku: C:\GASNET\Przykłady do opisu\Symulacja.gaz
 Najmniejsze dopuszczalne naciśnienie w sieci = 18 hPa
 Temperatura gazu = 10 st.C
 Gęstość względna gazu = 0.6
 Ciepło spalania = 40 MJ/m³

Parametry źródeł gazu				
Odc	Pocz	Naciśn. P hPa	Obciążenie Q nm ³ /h	(x,y)
1	SR1	25.0	923.0	(28, 29)
15	SR2	25.0	700.6	(83, 82)

Uwaga!

Wystąpiło ciśnienie mniejsze od dopuszczalnego.
 Wystąpiło ciśnienie mniejsze od dopuszczalnego.
 Wystąpiło ciśnienie mniejsze od dopuszczalnego.
 Wystąpiło ciśnienie mniejsze od dopuszczalnego.
 Wystąpiło ciśnienie mniejsze od dopuszczalnego.
 Wystąpiło ciśnienie mniejsze od dopuszczalnego.
 Wystąpiło ciśnienie mniejsze od dopuszczalnego.
 Wystąpiło ciśnienie mniejsze od dopuszczalnego.
 Wystąpiło ciśnienie mniejsze od dopuszczalnego.

Suma poborów = 1623.6 nm³/h

DANE dla odcinków											dla węzłów "Końc"		WYNIKI						
Odc	Pocz - Końc	Dn	Dw	L	Chrop	Liczba odbior. komun.	Q1 nm ³ /h	Liczba odbior. ogrzew.	Q1 nm ³ /h	Handel Usługi	Pobór odcink. nm ³ /h	Pobór węzłowy nm ³ /h	(x,y)	Q nm ³ /h	V Pocz m/s	V Końc m/s	P Pocz hPa	P Końc hPa	Delta P hPa
1	SR1- b	315	279.2	280+10%	0.02	0	0	0	0	brak	0	0	(28, 43)	923.0	4.3	4.3	25.00	23.58	1.42
2	b- 44	200	177.2	340+10%	0.02	75	4	75	2	brak	0	0	(28, 60)	290.1	3.4	3.4	23.58	21.64	1.94
3	44- 8	110	97.4	440+10%	0.02	97	4	97	2	brak	0	0	(28, 82)	54.60	2.1	2.1	21.64	19.35	2.29
4	44- 4	110	97.4	380+10%	0.02	84	4	84	2	brak	0	0	(9, 60)	71.29	2.7	2.7	21.64	18.48	3.16
5	4- 7	75	66.4	220+10%	0.02	48	4	48	2	brak	0	0	(9, 71)	33.23	2.7	2.8	18.48	15.51	2.98
6	44- H	90	79.6	320+10%	0.02	70	4	70	2	brak	0	0	(44, 60)	55.16	3.2	3.2	21.64	17.71	4.43
7	b- a	225	199.4	380+10%	0.02	84	4	84	2	brak	0	0	(9, 43)	385.0	3.5	3.5	23.58	21.64	2.04
8	a- 4	110	97.4	340+10%	0.02	75	4	75	2	brak	0	0	(9, 60)	74.57	2.9	2.9	21.64	18.48	3.06
9	a- 1	180	159.4	560+10%	0.02	124	4	124	2	brak	0	0	(9, 15)	221.8	3.2	3.2	21.64	18.25	3.29
10	1- 2	140	124	760+10%	0.02	168	4	168	2	brak	0	0	(47, 15)	96.11	2.3	2.3	18.25	14.85	3.40
11	2- 3	90	79.6	260+10%	0.02	57	4	57	2	brak	0	0	(60, 15)	37.69	2.2	2.2	14.85	12.99	1.86
12	b- c	180	159.4	380+10%	0.02	84	4	84	2	brak	0	0	(47, 43)	268.3	3.8	3.8	23.58	20.45	3.13
13	c- 2	125	110.8	560+10%	0.02	124	4	124	2	brak	0	0	(47, 15)	112.1	3.3	3.3	20.45	14.85	5.60
14	c- d1	90	79.6	260+10%	0.02	57	4	57	2	brak	0	0	(60, 43)	54.49	3.1	3.1	20.45	16.93	3.52
15	SR2- 10	315	279.2	340+10%	0.02	0	4	0	2	brak	0	0	(78, 82)	700.6	3.3	3.3	25.00	23.94	1.06
16	10- 9	200	177.2	580+10%	0.02	128	4	128	2	brak	0	0	(47, 82)	262.6	3.0	3.0	23.94	17.11	2.77
17	9- 8	110	97.4	380+10%	0.02	84	4	84	2	brak	0	0	(28, 82)	52.12	2.0	2.0	21.17	19.35	1.83
18	9- 54	140	124	511+10%	0.02	113	4	113	2	brak	0	0	(60, 60)	93.95	2.2	2.2	21.17	16.99	2.19
19	10- 55	225	199.4	440+10%	0.02	97	4	97	2	brak	0	0	(78, 60)	404.8	3.7	3.7	23.94	21.37	2.58
20	55- 54	140	124	320+10%	0.02	70	4	70	2	brak	0	0	(60, 60)	128.6	3.0	3.0	21.37	18.99	2.38
21	54- H	90	79.6	320+10%	0.02	70	4	70	2	brak	0	0	(44, 60)	32.68	1.9	1.9	18.99	17.21	1.78
22	54- d1	90	79.6	340+10%	0.02	75	4	75	2	brak	0	0	(60, 43)	34.36	2.0	2.0	18.99	16.93	2.06
23	55- d2	160	141.8	340+10%	0.02	75	4	75	2	brak	0	0	(78, 43)	162.6	2.9	2.9	21.37	19.35	2.02
24	d2- d1	90	79.6	320+10%	0.02	70	4	70	2	brak	0	0	(60, 43)	39.03	2.2	2.3	19.35	16.93	2.42
25	d2- d	90	79.6	278+10%	0.02	61	4	61	2	brak	0	0	(88, 36)	39.63	2.3	2.3	19.35	17.19	2.16
26	55- 56	90	79.6	290+10%	0.02	64	4	64	2	brak	0	0	(88, 52)	41.07	2.4	2.4	21.37	19.35	2.39

Rys. 14 Wyniki symulacji dla zadanych średnic

Symulacja dla zadanych średnic / Zestawienie rur
 Program GASNET wersja 2.7, Copyright (c) 2002-2005 T. Niederlińska Gliwice

Dn	Dw[mm]	Odc.	Pocz - Konc	L[m]
110	97.4	3	44 - 8	440.0
		4	44 - 4	380.0
		8	a - 4	340.0
		17	9 - 8	380.0
		Razem		1540.0
125	110.8	13	c - 2	560.0
		Razem		560.0
140	124.0	10	1 - 2	760.0
		18	9 - 54	511.0
		20	55 - 54	320.0
		Razem		1591.0
160	141.8	23	55 - d2	340.0
		Razem		340.0
180	159.4	9	a - 1	560.0
		12	b - c	380.0
		Razem		940.0
200	177.2	2	b - 44	340.0
		16	10 - 9	580.0
		Razem		920.0
225	199.4	7	b - a	380.0
		19	10 - 55	440.0
		Razem		820.0
315	279.2	1	SR1 - b	280.0
		15	SR2 - 10	340.0
		Razem		620.0
75	66.4	5	4 - 7	220.0
		Razem		220.0
90	79.6	6	44 - H	320.0
		11	2 - 3	260.0
		14	c - d1	260.0
		21	54 - H	320.0
		22	54 - d1	340.0
		24	d2 - d1	320.0
		25	d2 - d	278.0
		26	55 - 56	290.0
		Razem		2388.0
		Sumaryczna długość sieci [m]		
Pojemność sieci [m3]				= 159.11

s

Rys. 15 Zestawienie rur

Literatura

- [1] PN-76/M-34034. Rurociągi. Zasady obliczeń strat ciśnienia.
- [2] PN-ISO 12213-3. Gaz ziemny. Obliczanie współczynnika ściśliwości – Obliczanie z wykorzystaniem właściwości fizycznych.
- [3] Konrad Bąkowski. Sieci i instalacje gazowe. WNT Warszawa 2007.
- [4] Ryszard Zajda. Schematy Obliczeniowe Gazociągów. Centrum Szkolenia Gazownictwa. Warszawa 2001.
- [5] J.Ciesielski, C.Grabarczyk, E.Szymaczek. *Obliczanie wielopięściennych sieci wodociągowych metodą Ilina-Kalinkina z zastosowaniem EMC*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna. Nr 7 Tom LI.