# DOBÓR ŚREDNIC I SYMULACJA SIECI WODOCIĄGOWYCH

# Opis programu WODA

Teresa Niederlińska

Spis treści

1	Przeznaczenie i krótka charakterystyka programu WODA	5
	1.1 Obliczenia symulacyjne	. 5
	1.1.1 Istota symulacji	. 5
	1.1.2 Jakie dane należy zgromadzić?	. 5
	1.1.3 Co może znajdować się w odcinku?	. 5
	1 1 4 Co trzeba wnisywać do tabel opisujących sięć	6
	1 1 5 Formy wyników	. 0
	1.1.9 Tohny Wynkow	. 0
	1.2 Dobbi steame	. , 7
	1.5 Rozwiązy wane zagadnień nietypowych	· /
	1.4 Symulacja awami i pozatów	. 0 Q
	1.5 Dwa sposoby deklatowalila tozototow	. 0
	1.0 Folowiływanie izędnych nini cisnich w łożnych warunkach płacy siech	. 0
	1.7 Zakies uziaiania i ograniczenia prograniu	. 9
	1.8 Integracija z programem PROFIL KOORD INA TOR TITINY Epi-Graf.	. 9
2	Matada ahliazań	11
4	2.1 Obliggania strat giúniania y odginkach siggi	11
	2.1 Obliczanie strat cismenia w odcinkach siech	. 11
	2.2 Urządzenie oraz opory miejscowe w odcinku	. 12
		. 12
	2.4 Obliczanie strumieni w odcinkach sieci	. 13
	2.5 Algorytm doboru srednic.	. 14
	2.5.1 Wykonanie planu rozpływów.	. 14
	2.5.2 Dobor średnic	. 14
	2.5.3 Ręczna korekta dobranych średnic	. 15
•	<b>.</b>	
3	Instrukcja obsługi	17
		. I/
	3.2 Przebieg pracy na kolejnych zakładkach.	. 1/
	3.2.1 Strona tytułowa	. 17
	3.2.2 Katalog rur	. 18
	3.2.3 Katalog pomp	. 19
	3.2.4 Dane cz.I	. 21
	3.2.5 Tabela opisu sieci	. 22
	3.2.6 Moja trasa	. 30
	3.2.7 Obliczenia	. 31
	3.3 Przeglądanie i drukowanie wyników	. 33
	3.3.1 Rozkład ciśnienia, prędkości i strumienia w sieci	. 33
	3.3.2 Rzędne linii ciśnień	. 34
	3.3.3 Przeglądanie i wydruk wyników w postaci cyfrowej	. 35
	3.4 Menu	. 36
	3.4.1 Menu Plik	. 36
	3.4.2 Menu Edycja	. 37
	3.4.3 Menu Szukaj	. 37
	3.4.3 Menu Narzedzia	. 37
4	Przykłady obliczeń	39
Ŀ	iteratura	41

## Rozdział 1

## Przeznaczenie i krótka charakterystyka programu WODA

Program WODA znajduje zastosowanie przy analizie pracy istniejących sieci wodociągowych oraz przy projektowaniu nowych sieci.

## 1.1 Obliczenia symulacyjne

#### 1.1.1 Istota symulacji

Obliczenia symulacyjne dotyczą hydrauliki sieci w stanie ustalonym. Polegają one na obliczeniu strumieni we wszystkich odcinkach i ciśnień we wszystkich węzłach sieci przy zadanych poborach (inna nazwa 'rozbiory'), zadanych poziomach wody w zbiornikach i zadanych charakterystykach pomp i nastawach zaworów.

W cyklicznie zmieniających się warunkach pracy sieci wyżej wymieniony zadany komplet informacji odpowiada jednej chwili czasu (na przykład szczyt obciążenia) i dla tej chwili czasu otrzymujemy wyniki obliczeń symulacyjnych. Wybór następnej chwili wymaga podania nowego kompletu w/w danych. Program wyposażony jest w edytory ułatwiające tę zmianę.

#### 1.1.2 Jakie dane należy zgromadzić ?

Sieć należy opisać jako połączenia dwóch typów elementów: węzłów i odcinków. <u>Węzły</u> dzielą się na węzły źródłowe i węzły sieci.

- Węzły źródłowe reprezentują zbiorniki i dla nich trzeba podać poziomy zwierciadeł czyli rzędne lustra wody.
- Węzły sieci nie reprezentują żadnego elementu hydraulicznego. Są one punktami łączenia strumieni, rozgałęzienia strumieni lub punktami końcowymi. Dla węzłów sieci można podać pobory wody (zwane w programie rozbiorami węzłowymi).

<u>Odcinki</u> reprezentują elementy hydrauliczne, z których podstawowym i obowiązkowo obecnym elementem jest rura o stałej średnicy i chropowatości. Odcinki mają zaznaczony kierunek przepływu wody, czyli są skierowane od węzła początkowego do węzła końcowego. Na odcinku może występować pobór wody rozłożony równomiernie na całej jego długości (zwany w programie rozbiorem odcinkowym).

#### 1.1.3 Co może znajdować się w odcinku?

W szereg z rurą w jednym odcinku może być połączona pompa lub zespół pomp o znanej wypadkowej charakterystyce przepływu H = f(G) gdzie H-wysokość podnoszenia, G-strumień. Zespół pomp o znanej charakterystyce wypadkowej traktowany jest jako jedna

całość i w programie określany jest słowem 'pompa'. Jeżeli chcemy, aby pompa była w odcinku elementem dominującym, to odcinek ten powinien obejmować odpowiednio krótki fragment rury. Pompa może służyć do reprezentowania zaworu redukującego ciśnienie o zadaną stałą wartość jeżeli jako wysokość podnoszenia zadeklarujemy ujemną liczbę.

W szereg z rurą mogą wystąpić opory miejscowe (również połączone szeregowo). Ze względu na sposób definiowania oporów miejscowych dzielimy je na:

- opisane geometrycznie,
- opisane charakterystyką przepływu  $\Delta p = R \cdot G^2$  (gdzie  $\Delta p$  jest stratą ciśnienia, a R opomością hydrauliczną).

Opory miejscowe opisane charakterystyką przepływu nazywają się w programie 'urządzeniami'.

Dla oporów miejscowych opisanych geometrycznie program oblicza współczynnik strat Z według wzorów zebranych w normie PN-76/M-34034. Liczba takich oporów w odcinku jest dowolna.

Dla 'urządzeń', czyli oporów miejscowych opisanych charakterystyką przepływu, trzeba podać współrzędne jednego punktu na charakterystyce ( $\Delta p, G$ ). W odcinku może wystąpić tylko jedno 'urządzenie'. 'Urządzenie' może służyć do reprezentowania zaworu regulacyjnego, dla którego tak można dobrać charakterystykę metodą prób i błędów, aby uzyskać pożądany efekt regulacji.

#### 1.1.4 Co trzeba wpisywać do tabel opisujących sieć ?

Połączenia wszystkich węzłów i odcinków układają się w graf zorientowany, który może być zilustrowany za pomocą ideowego schematu sieci z zaznaczonymi strzałkami na każdym odcinku. Użytkownik opisuje ten graf poprzez wypełnianie odpowiednich tabel. Wpisuje się tam:

- dla każdego odcinka numer i nazwę odcinka, nazwę węzła początkowego i końcowego zgodnie z przypuszczalnym lub planowanym kierunkiem przepływu wody, średnicę, długość, chropowatość, rozbiór odcinkowy, dane geometryczne dla oporów miejscowych, punkty lub jeden punkt na charakterystyce pompy i jeden punkt na charakterystyce 'urządzenia',
- dla każdego węzła rzędną terenu i współrzędne (X,Y) na płaszczyźnie schematu oraz, jak już wspomniano, dla węzłów źródłowych podaje się rzędne zwierciadeł, a dla węzłów sieci rozbiory węzłowe.

Większość z wyżej wymienionych parametrów jest opcjonalna, albo wypełniana automatycznie wartościami domyślnymi, które można dowolnie edytować.

#### 1.1.5 Formy wyników

Wyniki obliczeń symulacyjnych są dostępne w kilku formach:

- jako tabela liczb przedstawiających strumienie, prędkości i ciśnienia,
- jako zestaw wykresów linii ciśnień na tle linii terenu (zestaw obejmuje całą sieć podzieloną na fragmenty zwane trasami),

• jako schemat sieci, na którym wybrany parametr przedstawiono kolorami. Są trzy parametry do wyboru: ciśnienie, prędkość liniową i strumienie. Wartości liczbowe ciśnień w węzłach, strumieni w odcinkach i dobranych średnic program może ponanosić na schemat.

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

## 1.2 Dobór średnic

Jeżeli w opisie sieci podano średnice równe zero, to jako pierwszą czynność program dokonuje doboru średnic. Następnie, przyjmując dobrane średnice jako zadane, program przystępuje do obliczeń symulacyjnych. Średnice dobierane są z katalogu rur utworzonego przez użytkownika (program nie dysponuje gotowymi katalogami rur). Katalog rur powinien zawierać tylko akceptowane przez projektanta i inwestora typy rur. Jeżeli na przykład przepisy przeciwpożarowe nie dopuszczają zbyt małych średnic, to takie rury nie powinny się znajdować w katalogu.

Proces doboru średnic odbywa się w dwóch etapach. Pierwszym etapem jest wykonanie planu rozpływów czyli obliczenie planowanych strumieni dla każdego odcinka. Tu program bazuje na kierunkach zadanych przez projektanta. Poprzez nadawanie kierunków odcinkom projektant decyduje o roli odcinków w sieci (magistrala główna, magistrala boczna, rurociąg doprowadzający o znaczeniu lokalnym).

Wartości liczbowe planowanych strumieni obliczane są algorytmem bazującym na I prawie Kirhhoffa.

O nadawaniu kierunków odcinkom patrz rozdział 2.5.1 Wykonanie planu rozpływów na str.13.

Bardzo ważną sprawą przy doborze średnic jest zadeklarowanie prawidłowych kierunków wody w projektowanych odcinkach.

Po obliczeniu planowanych strumieni program przystępuje do właściwego doboru według jednego z dwóch kryteriów jakie użytkownik ma do wyboru: kryterium straty ciśnienia lub kryterium prędkości liniowej. Opis tych kryteriów znajduje się w rozdziale **2.5.2 Dobór średnic** na str. 13.

## 1.3 Rozwiązywanie zagadnień nietypowych

- Jeżeli dla danego źródła chcemy zadać jego maksymalną wydajność to można to źródło potraktować jako odbiorcę z ujemnym rozbiorem i na wynik otrzymamy ciśnienie, przy którym zadany strumień zostanie wprowadzony do sieci.
- Jeżeli dla dowolnego węzła sieci (nie koniecznie źródła) chcemy zadać ciśnienie, to potraktujemy ten węzeł jako źródło, zadeklarujemy mu wymagane ciśnienie, a na wynik otrzymamy wartość i kierunek strumienia dopływającego do tego węzła.

## 1.4 Symulacja awarii i pożarów

Za pomocą programu WODA można symulować różne stany awaryjne lub zwiększone pobory wody do gaszenia pożarów.

Program jest wyposażony w mechanizm do tymczasowego usuwania odcinków z obliczeń i przywracania ich z powrotem. Może to mieć zastosowanie przy symulowaniu pracy sieci przy pozakręcanych niektórych przewodach na przykład z powodu awarii lub prac modernizacyjnych.

Można też symulować awarię, która polega na swobodnym wypływie wody przez pęknięcie lub nieszczelność. Taka symulacja pozwoli określić na ile można obniżyć ciśnienie zasilania aby ograniczyć awaryjny wypływ umożliwiając jednocześnie mieszkańcom pobór wody choćby tylko na poziomie hydrantów.

Sposób wprowadzenia swobodnego wypływu do opisu sieci omówiono w rozdziale *Przyklady obliczeń*.

Symulacja pożaru polega na zadaniu podwyższonego rozbioru węzłowego w wybranym węźle lub kilku węzłach równocześnie. O wielkości rozbiorów pożarowych decyduje użytkownik, gdyż program nie dysponuje żadnymi danymi na ten temat.

## 1.5 Dwa sposoby deklarowania rozbiorów

Rozbiory odcinkowy i węzłowy mogą być deklarowane dwoma sposobami:

- 1. poprzez wpisanie sumy rozbiorów dołączonych do opisywanego odcinka czy węzła.
- poprzez uruchomienie edytora przyłączy umożliwiającego opisanie każdego odbiorcy i wpisanie jego poborów na podstawie ewidencji sprzedaży wody. Liczba odbiorców wody przypadająca na jeden odcinek lub węzeł jest dowolna.

#### 1.6 Porównywanie rzędnych linii ciśnień w różnych warunkach pracy sieci

Choć jedno obliczenie dotyczy tylko jednego momentu opisanego jednym kompletem rozbiorów, pomp i poziomów zwierciadeł w zbiornikach, to program ma możliwość zapamiętania dwóch poprzednio wykonanych obliczeń w celu naniesienia ich na jeden wspólny komplet wykresów linii ciśnień. Uzyskujemy na jednym wykresie dwie lub nawet trzy linie ciśnień dla różnych momentów jak szczyt, noc i stan pośredni (patrz załączony wydruk na końcu opisu).

Ta opcja programu ma swoje ograniczenia:

- kolejne obliczenia symulacyjne mogą różnić się tylko mnożnikiem wszystkich rozbiorów oraz uprzednio wpisanymi charakterystykami pomp (w odcinku przewidziane jest miejsce na wpisanie trzech pomp, które program pobiera kolejno do obliczeń). Rzędne zwierciadeł w zbiornikach można zmieniać manipulując charakterystykami pomp. Pozostałe dane muszą pozostawać nie zmieniane.
- liczba porównywanych symulacji nie może być większa od 3.
- porównywanie realizowane jest tylko na wykresach linii ciśnień. Inne formy wyników (schemat sieci i tabela wyników) przedstawiają zawsze wyniki ostatniego wariantu.

## 1.7 Zakres działania i ograniczenia programu

- Program nie ma ograniczeń co do budowy sieci, użytych materiałów czy konfiguracji połączeń. Przy dużych liczbach odcinków, węzłów, oczek i źródeł zasilania teoretycznie może wystąpić wzrost czasu obliczeń. Największe dotychczas rozwiązywane przykłady posiadały kilkaset odcinków i węzłów, kilkanaście źródeł i do 100 oczek.
- Program nie dysponuje elementami typu zawór zwrotny, zawór ograniczający ciśnienie do lub o zadaną wartość, zawór ograniczający strumień do zadanej wartości, ani zawór regulacyjny.
  - Zawór zwrotny można zastąpić czasowym wycofaniem odcinka.
  - Zawór ograniczający ciśnienie o zadaną wartość można zastąpić pompą, dla której należy zadać jeden punkt na charakterystyce, a wysokość podnoszenia dla tego punktu ma być wartością ujemną.
  - Reduktor ograniczający ciśnienie do zadanej wartości dzieli sieć na dwie osobne części. Należy najpierw wykonać obliczenia dla części o niższym ciśnieniu traktując reduktor jako źródło o ciśnieniu na wylocie reduktora. Następnie można wykonać obliczenie dla części o wyższym ciśnieniu traktując reduktor jako końcowy węzeł, dla którego wpiszemy rozbiór równy obliczonemu obciążeniu.
  - Zawór regulacyjny można zastąpić "urządzeniem" podając  $\Delta p = 1$ , a G=Kv, gdzie Kv jest współczynnikiem przepływu zaworu.
- Przewidziano możliwość wykonywania obliczeń dla innego płynu nieściśliwego, dla którego należy podać gęstość i lepkość. Również można wykonywać obliczenia dla ciepłej wody podając jej temperaturę.

## 1.8 Integracja z programem PROFIL KOORDYNATOR firmy Epi-Graf

Program WODA odczytuje dane sporządzone za pomocą programu PROFIL KOORDYNATOR. Dane te zawierają współrzędne każdego węzła, rzędne terenu, długości odcinków i średnice.

Należy te dane uzupełnić o ciśnienia w źródłach i rozbiory wody. Więcej szczegółów w pomocy.

#### **Rozdział 2**

#### Metoda obliczeń

#### 2.1 Obliczanie strat ciśnienia w odcinkach sieci

Strata ciśnienia  $\Delta p_i$  w *i*-tym odcinku sieci obliczana jest wzorem:

$$\Delta p_i = R_i \cdot G_i^2 \tag{1}$$

gdzie  $R_i$  jest opornością hydrauliczną *i* -tego odcinka i obliczana jest wzorem:

$$R = \frac{\lambda_f \cdot L_s}{2F^2 \cdot D \cdot \rho} + R_{pompy} + R_{urzadzenia}$$
(2)

Znaczenie symboli:

 $\lambda_f$  - współczynnik tarcia [-]

*L*, - długość obliczeniowa odcinka [m]

$$L_s = L + L_z \tag{3}$$

*L* - długość rzeczywista odcinka

 $L_z$  - długość zastępująca opory miejscowe (podana lub obliczona ze wzoru 4)

$$L_z = \frac{D}{\lambda_f} \cdot Z \tag{4}$$

Z - współczynnik strat dla oporów miejscowych [-]

Współczynnik tarcia  $\lambda_f$  przy przepływach burzliwych obliczany jest wg wzoru Colebrooka-White'a, a przy przepływach uwarstwionych wg wzoru Hagena-Poliseuille'a.

#### 2.2 'Urządzenie' oraz opory miejscowe w odcinku

W każdym odcinku może znajdować się jedno 'urządzenie' szeregowo połączone z pozostałymi elementami, dla którego należy podać współrzędne dowolnego punktu na jego charakterystyce  $\Delta p = R \cdot G^2$ . Współrzędnymi są: spadek ciśnienia na 'urządzeniu' oraz wywołujący go strumień. Program wyliczy oporność hydrauliczną 'urządzenia' wg wzoru (5). Oporność ta stanie się składnikiem całkowitej oporności hydraulicznej odcinka (wzór 2).

$$R_{urzadzenia} = \Delta p / G^2 \tag{5}$$

'Urządzenie' jest szczególnie przydatne, gdy trzeba dobrać metodą prób i błędów oporność odcinka, wymuszając w ten sposób wymagany strumień lub wymaganą stratę ciśnienia.

W każdym odcinku może znajdować się dowolna liczba szeregowo połączonych oporów miejscowych opisanych geometrycznie. Umieszczenie tego typu oporów w odcinku polega na wybraniu odpowiedniego typu z menu i podaniu dla niego wymaganych rozmiarów geometrycznych. Dla wprowadzonych oporów program obliczy współczynnik strat Z wg wzorów zgromadzonych w normie PN-76/M-34034. Dla oporów nie uwzględnionych w menu trzeba podać wartość współczynnika strat Z w pozycji 'INNY'.

Opory miejscowe można również uwzględnić metodą szacunkową nie wyszczególniając ich w odcinkach. Podaje się w tym celu procent długości rzeczywistej odcinków zastępujący opory miejscowe. Wielkość ta obowiązuje dla całej sieci. Domyślnie ustawiona jest na zero.

Do wprowadzania danych dla 'urządzenia' i oporów miejscowych służy specjalny edytor uruchamiany kliknięciem w kolumnie *Opory* głównej tabeli opisu sieci.

Do wprowadzenia procentu długości służy specjalne pole edycyjne zlokalizowane w sąsiedztwie przycisku uruchamiającego obliczenia.

#### 2.3 Pompa w odcinku

W każdym odcinku sieci może znajdować się pompa lub zespół pomp o zadanej charakterystyce przepływu szeregowo połączona z pozostałymi elementami odcinka. Zespół pomp o zadanej charakterystyce wypadkowej traktowany jest jak pojedyncza pompa. Charakterystyki, które podaje się w postaci współrzędnych kilku punktów, są w programie aproksymowane równaniem kwadratowym typu:

$$H_{pompy} = H_0 - R_{pompy} \cdot G^2 \tag{6}$$

gdzie:

 $H_{pompy}$  - wysokość podnoszenia pompy G - strumień  $H_0, R_{pompy}$  - współczynniki aproksymacji

Współczynniki aproksymacji  $H_0$  i  $R_{pompy}$  obliczane są metodą najmniejszych kwadratów. Dla typowych charakterystyk współczynniki te uzyskują interpretację fizykalną:

 $H_0$  - teoretyczna wysokość podnoszenia bez obciążenia, która wystąpi w równaniach opisujących sieć (wzór 8) jako składnik siły motorycznej,

 $R_{pompy}$  - oporność wewnętrzna pompy, która zostanie dodana do całkowitej oporności odcinka (wzór 2).

Pompa będzie posiadać płaską charakterystykę, czyli stałą wysokość podnoszenia w całym zakresie strumieni, jeżeli użytkownik poda tylko jeden punkt na charakterystyce (wysokość podnoszenia przy dowolnym strumieniu). Można podać ujemną wysokość w celu symulacji redukcji ciśnienia o zadaną wartość.

#### 2.4 Obliczanie strumieni w odcinkach sieci

Rozkład strumieni i ciśnień w sieci rurociągowej kształtuje się zgodnie z równaniami pierwszego i drugiego prawa Kirchhoffa. I prawo Kirchhoffa mówi, że suma strumieni dopływających do węzła (z uwzględnieniem znaku) jest równa zero.

$$\sum_{i} G_{i} = 0 \qquad \text{dla każdego węzła sieci} \qquad (7)$$

II prawo Kirchhoffa mówi, że suma strat ciśnienia w odcinkach tworzących oczko sieci (zwane również pierścieniem) równa jest różnicy ciśnień działającej w oczku jako siła motoryczna.

$$\sum_{i} \Delta p_{i} = -\Delta P \quad \text{dla każdego oczka} \tag{8}$$

Indeks *i* oznacza kolejny odcinek w oczku.

Przez różnicę ciśnień będącą siłą motoryczną  $\Delta P$  rozumie się tę różnicę ciśnień, którą użytkownik wprowadził w danych poprzez podanie ciśnień dla co najmniej dwóch węzłów, lub/i poprzez zgłoszenie obecności pompy w odcinku współtworzącym oczko.

Przez oczko sieci (inna nazwa 'pierścień') rozumie się zarówno widoczny na schemacie sieci ciąg odcinków połączonych w zamknięty obwód (dla takiego oczka, jeżeli nie występuje w nim pompa to  $\Delta P=0$ ), jak również ciąg odcinków łączących dwa węzły źródłowe lub ogólnie dwa węzły o zadanych ciśnieniach.

Równania 7, 8 oraz 1 stanowią układ równań z niewiadomymi strumieniami w odcinkach  $G_i$ . Do rozwiązania tego układu równań zastosowano metodę Ilina-Kalinkina. W metodzie tej strumienie  $G_i$  podlegają iteracyjnemu przybliżaniu przy jednoczesnej kontroli stopnia spełnienia II prawa Kirchhiffa dla wszystkich oczek. Po osiągnięciu wymaganej dokładności proces iteracyjny zostaje uznany za zakończony. Dla nowego wektora  $G_i$  oblicza się nowe oporności hydrauliczne  $R_i$ , dla których następuje ponowne sprawdzenie spełnienia równań 8. Jeżeli zachodzi potrzeba, to cykl iteracyjny zostaje powtórzony.

## 2.5 Algorytm doboru średnic

#### 2.5.1 Wykonanie planu rozpływów

Aby dobrać średnice trzeba znać strumienie i dlatego pierwszą czynnością programu jest obliczenie planowanych strumieni we wszystkich odcinkach sieci. Obliczenie planowanych strumieni (czyli wykonanie tzw. planu rozpływów) bazuje na interpretacji sieci jako drzewa lub jako kilku drzew, których korzeniami są źródła wody.

Plan rozpływów i następnie dobór średnic jest zgodny z ideą tkwiącą w nadanych przez projektanta kierunkach. Kierunki te jednoznacznie definiują role odcinków: mianowicie wynika z nich, które trasy będą spełniały rolę głównych magistral, które drugorzędnych magistral, a które będą rurociągami rozdzielczymi. Innymi słowy projektant nadając kierunki decyduje o działaniu sieci. W przypadku zasilania sieci z kilku źródeł groty strzałek powinny wskazać jaki obszar ma być zasilany z poszczególnych źródeł. Projektant znając maksymalną wydajność danego źródła jest w stanie wyznaczyć właściwy dla niego obszar, wytyczyć granicę zasilań i skierować do niej groty strzałek.

W celu obliczenia planowanych strumieni program "rozrywa" wszystkie oczka sieci w miejscach zerowych wynikających z zadanych kierunków, czyli w węzłach, w których spotykają się groty strzałek. Następnie program sumuje rozbiory wody wychodząc od węzłów najbardziej oddalonych od źródeł i przesuwając się pod prąd, w kierunku źródeł. Po napotkaniu węzła, w którym łączą się strumienie z kilku odcinków (czyli w miejscu "rozerwania" oczka) program rozdziela na te odcinki sumę strumieni dopływających według następującej zasady:

Jeżeli węzeł ten nie leży na granicy zasilań, to odcinek stanowiący krótsze połączenie ze źródłem dostanie odpowiednio większy strumień tranzytowy.

Jeżeli węzeł ten leży na granicy zasilań i zadeklarowano dla niego rozbiór węzłowy, lub spełnia rolę węzła tranzytowego, to program część wody tranzytowej pobierze z jednego źródła, a część z drugiego. Bardziej obciążone będzie źródło bliższe.

Uzyskany plan rozpływów spełnia I prawo Kirchhoffa.

Plan rozpływów wykonywany jest również wtedy, gdy średnice są narzucone. Służy on programowi do dalszych obliczeń iteracyjnych jako wartość startowa.

## 2.5.2 Dobór średnic

Gdy planowane strumienie dla każdego odcinka sieci są znane, program przystępuje do dobrania średnic z katalogu rur. Użytkownik może wybrać jedno z dwóch kryteriów doboru. Domyślnie aktywne jest kryterium jednostkowej straty ciśnienia. W myśl tego kryterium nachylenie linii ciśnień nie powinno przekraczać nachylenia dopuszczalnego, natomiast powinno być najbardziej do niego zbliżone. Wielkości dopuszczalne w funkcji strumienia dla terenu płaskiego określa poniższa tabelka (literatura [4]):

Strumień dm <sup>3</sup> /sek	Spadek linii ciśnień ‰
0.1 - 72	10
72 - 480	5
480 - 4000	3.5

Drugie alternatywne kryterium, to kryterium prędkości liniowej. Po zaznaczeniu tego kryterium program tak dobierze średnice, aby prędkość liniowa była zbliżona do prędkości zadanej. Jako domyślną program przyjmuje zadaną prędkość 1 m/s dla wszystkich odcinków. Prędkość tę można zmienić indywidualnie dla każdego odcinka wpisując nową wartość do

kolumny średnic Dn za kreską ułamkową (ukośnikiem). Jeżeli dla przykładu w kolumnie Dn wpiszemy 0/1.5, to 0 – oznacza, że program ma dobrać średnicę, 1.5 – oznacza, że prędkość w odcinku ma być najbardziej zbliżona do wartości 1.5 m/s. Jeżeli natomiast w kolumnie Dn wpiszemy samo zero bez ukośnika i liczby za ukośnikiem, to program przyjmie domyślną prędkość 1 m/s.

Dobór średnicy najlepiej spełniającej zadane kryterium odbywa się metodą kolejnych przeliczeń dla wszystkich średnic z katalogu rur.

## 2.5.3 Ręczna korekta dobranych średnic

Po dobraniu średnic program nie zatrzymując się przystępuje do obliczeń symulacyjnych "pozwalając" strumieniowi na swobodny wybór drogi przepływu zgodnie z prawami Kirchhoffa (wszystkie "rozerwane" oczka sieci zostają z powrotem "połączone"). Po zakończeniu obliczeń projektant może oglądnąć w tabeli opisu sieci dobrane średnice, które teraz zastępują uprzednio wpisane zera w kolumnie Dn. Również w tej samej tabeli można oglądnąć pozostałe wyniki symulacji w tym prędkości liniowe i jednostkowe straty ciśnienia. Znaki przy strumieniach wskażą na ile udało się zachować charakter sieci nadany przez projektanta poprzez zaplanowanie kierunków. Ujemny strumień oznacza bowiem, że kierunek przepływu jest przeciwny do zaplanowanego.

Na wykresach linii ciśnień można sprawdzić, czy dobrane średnice dają właściwe spadki ciśnień, czy nie tworzą się wąskie gardła i czy linie ciśnień nie zbliżają się zbytnio do linii terenu. Jeżeli zostaną stwierdzone nieprawidłowości, to można zastosować inne kryterium doboru średnic, lub po prostu w nieprawidłowych odcinkach zmienić średnice na kolejne większe lub mniejsze.

Nawet w przypadku doboru średnic poprawnego w sensie hydraulicznym, mogą zaistnieć powody do zmiany średnic w niektórych odcinkach, czy to ze względu na przepisy P-POŻ, czy w celu zwiększenia niezawodności układu, lub z innych przyczyn.

Jedną z przyczyn zmiany średnic może być dążenie do zapewnienia dostaw wody podczas awarii. Zdolność dostarczenia wody wszystkim użytkownikom podczas awarii można badać wycofując czasowo z obliczeń pewne odcinki i w ten sposób symulując zakręcenie tych odcinków. Można na przykład "zakręcić" strategiczny przewód i po wykonaniu obliczeń oglądnąć efekty na wykresach. Gdyby efekty były nie do przyjęcia, to można kazać programowi ponownie dobrać średnice dla całej sieci lecz w warunkach awarii. W tym celu trzeba ponownie wyzerować średnice, do czego przewidziany jest specjalny przycisk. Porównanie średnic dobranych przed awarią z średnicami dobranymi po awarii ułatwi podjęcie decyzji, w którym odcinku zwiększyć średnice.

## **Rozdział 3**

## Instrukcja obsługi

## 3.1 Instalowanie programu

Program dostarczany jest 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 8 plików:

- 1. WODA.exe program właściwy
- 2. WODAhelp.chm teksty pomocy
- 3. Przykład1.wod najprostszy przykład danych (strefowy system zaopatrzenia)
- 4. Przykład2.wod drugi przykład danych (dobór średnic dla osiedla Murator)
- 5. Przykład2.rur katalog rur do przykładu 2
- 6. Przykład3.dan trzeci przykład danych (symulacja miasta Głogówek)
- 7. Przykład3.rur katalog rur do przykładu 3
- 8. Katalog.pmp przykład katalogu pomp

## 3.2 Przebieg pracy na kolejnych zakładkach.

Po uruchomieniu widzimy w oknie programu siedem zakładek. Aktywną zakładką jest "Strona tytułowa"

## 3.2.1 Strona tytułowa

Zakładka **Strona tytułowa** zawiera nazwę legalnego użytkownika i zastępuje umowę licencyjną. Użytkownik posiadający program z nazwą swojej instytucji uprawniony jest do bezpłatnych porad i wyjaśnień udzielanych przez telefon (0-32) 232-26-43 (Teresa Niederlińska, Gliwice), uprawniony jest do otrzymania bezpłatnej wersji poprawionego programu w przypadku, gdyby w programie został znaleziony błąd, oraz uprawniony jest 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. Gdy przewodnik jest włączony, to przy każdej zmianie zakładki wyświetli się odpowiednie okno pomocy.

🞇 Program WODA wersja 11.0 dla WIND	00WS 95/98/2000/XP	_ 🗆 ×
<u>Plik</u> P <u>o</u> moc		
Strona tytułowa Katalog rur Katalog pomp	Dane cz.I   Tabela opisu sieci   Moja trasa   Obliczenia	
	WODA Dobór średnic i symulacja sieci wodociągowych Licencję użytkowania posiada: Biuro Projektów Budownictwa Komunalnego Katowice	
	Moniec pracy	
Copyright (C) 2000-20	05 T.Niederlińska Gliwice, tel. (0-32) 232-26-43	

## 3.2.2 Katalog rur

Zakładka Katalog rur służy do utworzenia i edycji katalogu rur.

Katalog rur potrzebny będzie tylko w dwóch przypadkach:

- gdy program ma dobrać średnice,
- gdy średnice nominalne różnią się od średnic wewnętrznych.

W przeciwnym razie katalog rur może podczas obliczeń pozostawać pusty.

Ponieważ program wymaga, aby dla każdego odcinka podać średnicę nominalną (lub zero), katalog rur służy programowi do 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 przesuwając 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 klawisza **Enter** lub 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.

2	🐺 Program WODA wersja 11.0 dla WINDOWS 95/98/2000/XP 📃 🗵 🔀								
P	ik P <u>o</u> moc								
S	trona tytułowa	a Katalog rur	Katalog por	Dane cz.I Tał	ela opisu sieci 🛘 Moj	ja trasa 🛛 Obliczenia 🗎			
	Dn	Dzew [mm]	gru (mm)	_					
×	25	25.00	1.50						
	32	32.00	1.80						
Г	40	40.00	2.00	<u></u>	Wstaw nowy wiers	z na <u>k</u> oniec tabeli			
Г	50	50.00	2.40	<b>-</b>	Wstaw nowy wiers	z <u>m</u> iędzy wiersze			
	63	63.00	3.00	±5	Kasuj wskazany wi	ersz			
	90	90.00	4.30						
F	110	110.00	5.30	Dn - śr	ednica nominalna (na	azwa o długości do 4	znaków)		
F	160	160.00	7.70	Dzew	średnica zewnętrzni ubość ściany rury	a			
F	225	225.00	10.80	9.0 9					
F	280	280.00	13.40						
F	315	315.00	15.00	Lewy	nargines tabeli sruzy a 'ciaonii i upuść'.	do przemieszczania (	wierszy		
F					f f3. if , sharp .				

Średnica nominalna może zawierać znaki alfanumeryczne np. 100a, 100b. W sumie liczba znaków nie może przekroczyć 16.

Katalog rur można archiwować w niezależnym pliku. Proponuje się, aby w nazwie tego pliku, która jest dowolna, wystąpiło rozszerzenie \*.rur, na przykład: katalog.rur albo PE.rur albo STALOWE.rur i tp. Rozszerzenie takie ułatwi wyszukiwanie odpowiedniego pliku przy odczycie.

Do zapisu i odczytu katalogu rur do/z pliku służy menu Plik.

Menu **Plik** oferuje obsługę zapisu i odczytu na każdym etapie pracy i niezależnie która zakładka jest aktualnie aktywna.

Przy odczycie tabela katalogu rur wypełnia się odczytanymi danymi umożliwiając ewentualną edycję.

## 3.2.3 Katalog pomp

Zakładka Katalog pomp służy do utworzenia i edycji katalogu pomp.

Katalog pomp będzie potrzebny gdy planujemy umieszczać pompy w niektórych odcinkach sieci lub wymieniać umieszczone na inne. Wtedy trzeba będzie wskazać odpowiednią pompę z katalogu, której wszystkie dane zostaną przepisane do odcinka. Katalog przestaje być potrzebny, gdy pompy zostały wprowadzone i nie planuje się dokonywania zmian w tym temacie. W obliczeniach symulacyjnych katalog pomp nie bierze udziału.

	Program WODA wers	sja 11.0 dla	WINDOWS 95	/98/2000/XP			_ 🗆 ×
<u>P</u> lik	P <u>o</u> moc						
Stro	ona tytułowa 🛛 Katalog i	rur Katalog p	omp Dane cz.l	Tabela opisu sieci	Moja trasa	Obliczenia	
	DANE POMPY			1	_	Katalog	_
	Typ lub nazwa:	3xOS-250/1			3) 2)	(OS-250/1 (OS-200/1	
	Jednostka strumienia:	1/s 💌	]		10 2*	00PJM250 37KW 100PJM250 37KW 250 J5KW	,
	Charakterystyka:	Q [l/s]	H [m]	-	2*	125PJM250 45KW	/
		340.00	56.40		re	duktor	
		360.00	54.70				
		380.00	52.80				
		400.00	50.60				
						Usuń z katalogu	
							_
						Wykres	

Tworzenie katalogu pomp polega na wprowadzeniu do katalogu kompletu danych o pompie, a mianowicie nazwy, jednostki dla strumienia i współrzędnych kilku punktów (co najmniej 1 punkt) na charakterystyce przepływu. Jednostka dla strumienia w charakterystyce pompy jest niezależna od wyboru jednostki dla innych pomp i niezależna od jednostki wybranej dla rozbiorów i strumieni w sieci.

Jeżeli wprowadzimy tylko jeden punkt na charakterystyce i taką pompę następnie umieścimy w odcinku, to uzyskamy w tym miejscu skok ciśnienia o wartość zadeklarowanej wysokości podnoszenia H[m] nie zależnie od wielkości strumienia w odcinku. Jeżeli zadeklarujemy wysokość podnoszenia jako ujemną wartość, to skok nastąpi w kierunku obniżenia ciśnienia.

Do wprowadzenia danych z klawiatury służy pole o nazwie DANE POMPY. Po wypełnieniu rozmieszczonych tu pozycji (nie trzeba wypełniać wszystkich wierszy w tabelce charakterystyki) kliknięcie w strzałkę spowoduje wpisanie tych danych do katalogu.

Ponowne kliknęcie w strzałkę spowoduje zdublowanie danych pompy w katalogu. Dlatego przewidziano możliwość usunięcia niepotrzebnej pozycji w katalogu.

Pole o nazwie DANE POMPY służy również do wyświetlania danych o pompie znajdującej się w katalogu. Aby podglądnąć zawartość katalogu odnośnie konkretnej pompy trzeba ją zaznaczyć w spisie pomp.

Charakterystykę zaznaczonej pompy można też oglądnąć na wykresie. Wykres pokazuje efekt aproksymacji dokonanej przez program. Gdyby podane punkty zbyt odbiegały od krzywej aproksymującej można spróbować wprowadzić dodatkowe punkty. Duże odchyłki mogą być spowodowane pomyłką użytkownika.

Pod nazwą 'pompa' rozumie się zarówno pojedynczą pompę jak też zespół pomp. Dla zespołu pomp trzeba podać współrzędne charakterystyki wypadkowej.

Jeżeli przewidujemy wariantowanie obliczeń dla różnych kombinacji współpracujących ze sobą pomp, to przed przystąpienie do obliczeń trzeba wprowadzić do katalogu wszystkie kombinacje, jakie wystąpią w wariantach. O tym, w jaki sposób wprowadza się pompę z katalogu pomp do konkretnego odcinka, będzie mowa w rozdziale 3.2.5.

Katalog pomp można archiwować w niezależnym pliku. Proponuje się, aby w nazwie tego pliku, która jest dowolna, wystąpiło rozszerzenie \*.pmp, na przykład: katalog.pmp. Rozszerzenie takie ułatwi wyszukiwanie odpowiedniego pliku przy odczycie.

Do zapisu i odczytu katalogu pomp do/z pliku służy menu Plik.

Odczyt katalogu pomp z pliku działa na zasadzie 'append', czyli dopisuje odczytane pozycje katalogu nie kasując zastanych.

WODA 13.2			
<u>Plik</u> P <u>o</u> moc			
Strona tytułowa   Katalog rur   Katalog	pomp Dane cz.I	Tabela opisu sieci	Moja trasa   Obliczenia
Obiekt Obliczenie Jednostka dla strumieni Najczęściej występująca chropowatoś Długość zastępująca opory miejscowe	É [mm] [%]	m3/h 💌 0.1	Rodzaj płynu         Image: WODA       Image: Im
Nazwa Rzędna lustra Rzędna węzła H[m] T[m]	a tereni x	Y	tina koniec <mark>≠</mark> imiędzy tiKasuj
	0	0	Rzędna lustra [m] - rzędna lustra wody lub rzędna linii ciśnienia licząc od punktu odniesienia (np. poziomu morza). Rzędna terenu [m] - w węźle źródłowym. X , Y - współrzędne węzła na schemacie

## 3.2.4 Dane cz.I

Zakładka **Dane cz.I** służy do edycji pierwszej partii danych opisujących analizowaną sieć (przez słowo "edycja" rozumiemy zarówno wprowadzanie nowych danych z klawiatury jak i poprawę lub tylko przeglądanie danych odczytanych z pliku).

Zakładka ta dzieli się na część górną i dolną. W części górnej wpisujemy pojedyncze informacje takie jak:

- tytuł wariantu (w polach Obiekt i Obliczenie), który pojawi się w każdym wydruku,
- wybór jednostki dla strumieni (rozbiory i strumienie w odcinkach),

- najczęściej występująca chropowatość, która stanie się chropowatością domyślną dla każdego odcinka sieci,
- procent, o który każdy odcinek ma być w obliczeniach "przedłużony",
- rodzaj płynącego medium, który domyślnie nastawiony jest na wodę o temperaturze 10°C,
- wybór kryterium doboru średnic, jeżeli mają być dobierane.

Część dolna zawiera tabelę przeznaczoną do opisania tych węzłów, dla których ciśnienie wody jest zadane. Przede wszystkim są to węzły źródłowe, czyli zbiorniki lub studnie, z których pobierana jest woda i zbiorniki wyrównawcze, które mogą dawać lub pobierać wodę. Dla tych węzłów trzeba podać ciśnienie równe rzędnej lustra (zwierciadła), rzędną terenu, i współrzędne X, Y. W tabeli źródeł musi być opisany co najmniej jeden węzeł.

Program dopuszcza aby węzłem, dla którego chcemy zadać ciśnienie mógł być dowolny węzeł. Program mianowicie może odpowiedzieć na pytanie jaki będzie strumień, gdy ciśnienie w jakimś miejscu będzie miało zadaną wartość, lub jakie ma być ciśnienie w źródle aby zapewnić w jakimś miejscu zadane ciśnienie.

W sytuacji, gdy jeszcze pompa nie została dobrana można w kolumnie **Rzędna lustra** wpisać rzędną ciśnienia na tłoczeniu (jak w przykładzie 2).

Rzędna terenu i rzędna lustra (lub rzędna ciśnienia) mają być podawane w metrach licząc od wspólnego poziomu odniesienia. Poziomem odniesienia może być dowolnie obrany poziom zerowy (jak w przykładzie 1). Najczęściej przyjmuje się poziom morza.

Szczegółowe wyjaśnienie na temat współrzędnych X i Y znajduje się w następnym podrozdziale.

Sposób obsługi tabeli źródeł jest podobny do obsługi tabeli katalogu rur i został omówiony w rozdziale 3.2.2.

Zapis zawartości zakładki **Dane cz.I** na dysk nastąpi do wspólnego pliku razem z danymi znajdującymi się na następnych zakładkach. Czynność ta omówiona jest w następnym podrozdziale.

## 3.2.5 Tabela opisu sieci

Zakładka **Tabela opisu sieci** zawiera jedną wielką tabelę gromadzącą pozostałe dane o sieci (oraz wyniki obliczeń). Każdy wiersz tabeli przeznaczony jest do opisu jednego odcinka sieci oraz jego węzła końcowego.

Przed przystąpieniem do wypełniania tabeli należy wykonać pewne czynności przygotowawcze:

- narysować ideowy schemat sieci. Ma się on składać z dwóch typów elementów: z węzłów i z odcinków. Rolą węzłów jest reprezentowanie zbiorników (tzw. węzły źródłowe), oraz reprezentowanie punktów połączeń i rozgałęzień (tzw. węzły sieci). Rolą odcinków jest reprezentowanie rury i innych szeregowo połączonych elementów hydraulicznych jak pompy i opory miejscowe.
- na każdym odcinku należy zaznaczyć strzałką kierunek strumienia.
- zadecydować jaki przyjmiemy układ współrzędnych X i Y na płaszczyźnie schematu.

Plik Edycja Szukaj Narzedzia Pomoc									
Strona tytułowa   Katalog rur   Katalog pomp   Dane cz.1   Tabela opisu sieci   Moja trasa   Obliczenia									
♦ ♦ <b>→</b> ‡i k ≠i m	21 \$ 8 50 510	n=0 😮 🖪 Ѐ							
Nr Nazwa Węzeł odcinka odcinka początkowy	Węzeł końcowy Dn	Długość odcink R. odcinkowy L[m] m3/h	R. węzłowy w Rzędna ten m3/h T[m]	enu x	Y Chropowatoś mm	ć Opory miejscowe	Pompa		
*		0	0 0	0	0 0.1	0 szt	-		

#### Nadawanie kierunków odcinkom

Przez nadanie kierunku definiujemy jednoznacznie, który węzeł jest dla danego odcinka początkowym, a który końcowym. Jeżeli mają być dobierane średnice, to zaznaczone kierunki mają być zgodne z pożądanymi kierunkami i stanowią one informację o podstawowym znaczeniu. Program tak dobierze średnice, aby zadane kierunki faktycznie zostały zachowane w pracy sieci. Dla innych kierunków dobór średnic wypadnie inaczej. Temat ten został szczegółowo omówiony w rozdziale 2.5.1.

Gdy średnic nie trzeba dobierać to zaznaczone kierunki nie są aż tak ważną informacją i może się zdarzyć odwrotne zastrzałkowanie w miejscach niepewnych. Konsekwencją nieodgadnięcia kierunku będzie tylko pojawienie się ujemnego strumienia w wynikach symulacji. Nadanie odwrotnego kierunku w miejscach oczywistych zakłóca działanie programu.

Zaleca się rozpocząć strzałkowanie odcinków (a potem opisywanie w tabeli) od źródła i podążać główną trasą (na przykład magistralą) w kierunku najdalszego odbiorcy. Następnie zaleca się opisywać kolejne trasy wychodząc od punktu odgałęzienia od już opisanej trasy. Jeżeli mamy większą od 1 liczbę źródeł, to należy obrać jedno źródło jako główne, najlepiej takie, które w przypadku wariantowania zawsze będzie pracować (nie będzie wyłączane) i od niego rozpocząć pracę.

Czasem pytamy jakie ciśnienie ma mieć źródło o zadanej wydajności. Takie źródło należy potraktować jako węzeł końcowy o zadanym ujemnym rozbiorze węzłowym równym na moduł wydajności. Grot strzałki ma być skierowany do tego węzła, tak jak do wszystkich

węzłów końcowych wbrew zasadzie strzałkowania zgodnie z naturalnym kierunkiem (jedyny wyjątek). Z tabeli źródeł rozpatrywany węzeł należy usunąć.

#### Układ współrzędnych X, Y

Jako współrzędne X i Y (liczby całkowite), które lokalizują dany węzeł na schemacie sieci, można dla każdego węzła podawać zero, ale oznacza to rezygnację z dość atrakcyjnej opcji programu jaką jest generowanie schematu sieci z naniesionymi wynikami symulacji. Jest to też rezygnacja z możliwości optycznego sprawdzania czy nie ma pomyłki w danych poprzez oglądanie schematu tworzonego na bieżąco podczas wpisywania danych.

Jeżeli nie chcemy z tych opcji zrezygnować, to przed przystąpieniem do wypełniania, należy zadecydować w jakich jednostkach najwygodniej będzie podawać te współrzędne. Współrzędna X ma wzrastać w kierunku od lewego brzegu do prawego, a współrzędna Y ma wzrastać w kierunku od dołu do góry. Program nie wymaga dokładności w odzwierciedlaniu schematu ani przestrzegania długości odcinków (długości niezależnie podaje się w postaci liczb), byleby elementy sieci zbyt na siebie nie nachodziły.

Jeżeli dysponujemy planem miasta z naniesionym schematem sieci, to będzie najwygodniej wykorzystać obecną na każdym planie podziałkę, przypisując odstępowi między sąsiednimi liniami liczbę 10 lub 100 lub odległość w metrach, jeśli jest znana, lub jakąkolwiek inną liczbę (w zależności jak dokładnie chcemy odzwierciedlić schemat). Początek układu (współrzędne 0,0) najlepiej usytuować w lewym dolnym rogu mapy.

Jeżeli dysponujemy mapą geodezyjną, która ma naniesione współrzędne w metrach, a początek układu współrzędnych znajduje się na przecięciu Greenwich z Równikiem, to najlepiej operować tymi współrzędnymi przesuwając jedynie początek układu współrzędnych bliżej naszej mapy o okrągłą liczbę metrów (czyli pominąć cyfry nie zmieniające się).

#### Obsługa tabeli

Kolumny tabeli mają nastawialne szerokości. Oznacza to, że można najechać kursorem na granicę między kolumnami (tylko w nagłówku tabeli!) i przesunąć ją w prawo lub w lewo. Cecha ta umożliwia przeczytanie całego tekstu umieszczonego w nagłówku i objaśniającego przeznaczenie każdej kolumny i jednostkę, w której trzeba podawać wartości. Cecha ta pozwala dostosować szerokości kolumn do aktualnych potrzeb.

Wypełnianie tabeli polega na wpisywaniu danych do poszczególnych pól tabeli przesuwając sią 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 jest wierszem "zaznaczonym".

Pusta tabela posiada jeden pusty wiersz do wypełnienia. Aby wypełnić następny wiersz trzeba najpierw utworzyć pusty wiersz za pomocą klawisza **Enter** lub jednego z dwóch przycisków umieszczonych na pasku narzędziowym. Przycisk z podkreśloną literką <u>k</u> tworzy pusty wiersz na **końcu** tabeli. Przycisk z podkreśloną literką <u>m</u> tworzy pusty wiersz **między** już istniejącymi wierszami, konkretnie nad wierszem zaznaczonym.

#### Opis przycisków na pasku narzędziowym



Na pasku narzędziowym znajduje się 14 przycisków. Rolę każdego przycisku można przeczytać na "chmurce", która pojawi się gdy strzałkę kursora umieścimy nad przyciskiem i chwilkę odczekamy.



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

<u>‡</u> k **≓** m

Dwa kolejne przyciski (*wstawiając*e) z podkreśloną literką  $\underline{\mathbf{k}}$  i  $\underline{\mathbf{m}}$  zostały omówione powyżej.

Służą one do tworzenia nowego pustego wiersza tabeli.

Kolejne trzy przyciski (*manipulacyjne*) służą odpowiednio do tymczasowego usunięcia wiersza z możliwością przywrócenia go z powrotem, do zmiany kierunku w zaznaczonym odcinku, oraz do zmiany kierunków we wszystkich odcinkach, dla których ostatnie obliczenie wykazało ujemne strumienie.

> Przy zmianie kierunku nazwy węzłów zamieniają się miejscami i dane dla nowego węzła końcowego (który przed chwilą był węzłem początkowym) wpisywane są automatycznie na miejsce poprzednich, lub program prosi o wpisanie ich.

**<u>ti</u>** Dn=0 **(()** Grupa trzech przycisków są przyciskami *kasującymi*. Po kliknięciu w każdy z nich program prosi o potwierdzenie.

Pierwszy z tej grupy kasuje bezpowrotnie zaznaczony wiersz.

Przycisk **Dn=0** powoduje wyzerowanie wszystkich **projektowanych** średnic, co znajduje zastosowanie przy wielowariantowym doborze średnic.

W przypadku, gdy część odcinków ma **istniejące** średnice, trzeba poinformować program, których średnic nie należy zerować. Robi się to za pomocą litery **i** dodanej na początek nazwy Dn (np. i120, i250). Takie same nazwy Dn zaczynające się od **i** muszą wystąpić w katalogu rur **oprócz** nazw Dn bez litery i (np.120, 250).

Trzeci przycisk kasuje całą tabelę.

Ostatnie dwa przyciski są przyciskami *podglądu* i nie wprowadzają żadnych zmian. Pierwszy z nich pokazuje listę oporów miejscowych wprowadzonych do zaznaczonego odcinka. Drugi

wyświetla charakterystykę pompy jeżeli jest w odcinku. Po dokonaniu obliczeń na charakterystyce zaznaczony jest punkt pracy (pod warunkiem, że nie usytuował się poza charakterystyką).



#### Znaczenie kolumn tabeli

Nr odcinka Nazwa odcinka Węzeł początkowy Węzeł końcowy Dn	numer odcinka (dowolna liczba naturalna w zakresie 1-9999) dowolny tekst np. nazwa ulicy (można nie wypełniać) nazwa węzła początkowego dla odcinka (do 16 znaków) nazwa węzła końcowego dla odcinka (do 16 znaków) średnica nominalna (nazwa do 16 znaków). Jeżeli ma być dobrana uminać 0. Jażeli jeko luwterium doberu uukrane prodkość liniowa te
	wpisać 0. Jezen jako kryterium doboru wybrano prędkość innową to po cyfrze 0 można wpisać ukośnik i pożądaną dla tego odcinka prędkość liniową w m/s np. 0/2.5. Więcej na ten temat w Roz. 2.5. Jeżeli średnica zawiera znak alfanumeryczny (np. 100z) to musi wystąpić w katalogu rur. Jeżeli nie posiada znaku alfanumerycznego to nie musi występować w katalogu rur, ale wtedy będzie traktowana jako średnica wewnetrzna
L [m]	długość odcinka [m]. Należy podać rzeczywistą długość drogi jaką woda pokonuje od jednego węzła do drugiego.
	obliczania długości odcinków ( <b>Menu/Narzędzia/Obliczanie długości</b> odcinka) na podstawie współrzędnych X i Y oraz rzędnej terenu. Będąc w tym trybie należy najpierw wpisać współrzędne X i Y jako geodezyjne oraz wpisać rzędne terenu, a następnie uaktywniać kolejno komórki w kolumnie L[m] powodując w ten sposób pojawianie się obliczonych długości. Obliczone długości są długościami odcinków prostych. Jeżeli odcinek przedstawia linię krzywą, to jego rzeczywista długość jest większa od obliczonej. Domyślnie program nie pracuje w tym trybie.
R. odcinkowy	rozbiór odcinkowy w wybranej jednostce. Po uaktywnieniu komórki w tej kolumnie pojawia się wielokropek, którego obecność można zignorować i wpisać obok właściwą liczbę. Alternatywą jest kliknięcie wielokropka. Zostanie uruchomiony edytor przyłączy umożliwiający wpisywanie rozbiorów przypadających na poszczególnych odbiorców zgodnie z danymi zawartymi w ewidencji sprzedaży.
R. węzłowy	rozbiór węzłowy w wybranej jednostce dla węzła końcowego. Identyczny edytor przyłączy jak dla rozbioru odcinkowego można zignorować lub uruchomić dla węzła.
Teren [m]	rzędna terenu dla węzła końcowego.
Х, Ү	współrzędne węzła końcowego na płaszczyźnie schematu
Chrop [mm]	chropowatość wewnętrznej ściany rury. Przyjmuje domyślną wartość zadeklarowaną przez użytkownika na zakładce Dane cz.I, którą tu można zmienić.
Opory miejscowe	wejście do edytora oporów miejscowych i 'urządzenia' (kliknąć wielokropek).
Pompa	wejście do katalogu pomp w celu wstawienia pompy. Po kliknięciu wielokropka otworzy się mechanizm pozwalający na przekopiowanie pompy z katalogu pomp do odcinka. Można poprzestać na jednej pompie, ale można wprowadzić do odcinka dwie lub trzy pompy w celu wariantowania (patrz str. 8 i str.28).

Kolumny Opory miejscowe i Pompa są kolumnami specjalnymi. Nie należy do nich niczego wpisywać, lecz uruchomić odpowiedni edytor lub okno dialogowe klikając wielokropek.

#### Edytor oporów miejscowych i 'urządzenia'

Po kliknięciu wielokropka w kolumnie **Opory miejscowe** pojawi się edytor oporów miejscowych. Należy wybrać z zestawu te opory, które znajdują się w odcinku i wypełnić przewidziane dla nich dane. Powinna w tym momencie nastąpić zmiana koloru planszy, na której znajduje się dany opór. Oznacza to, że wpisane dane zostały przyjęte i są prawidłowe.



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

Na samym końcu zestawienia oporów znajduje się 'urządzenie' odróżnione od pozostałych oporów kolorem planszy. Dla 'urządzenia' należy wpisać wielkości znamionowe: stratę ciśnienia i strumień, który ją spowoduje (Patrz rozdziały 1.1.3 i 2.2). Dla strumienia można dowolnie wybrać jednostkę. Po wyjściu z edytora oporów miejscowych w komórce tabeli wyświetla się liczba wpisanych oporów.

🗮 Wprowadzanie pompy z ka	atalogu pomp do odcinka: 1 Strzelców By 🗙
Pierwszy w	variant obliczeń
Katalog pomp: 3x0 S-250/1 2x0 S-200/1 100PJM250 37KW 2* 100PJM250 37KW 125PJM250 45KW 2* 125PJM250 45KW reduktor	Wstaw pompę do odcinka Usuń pompę z odcinka Do drugiego wariantu Wróć
Nie ma pompy w odcinku.	

Okno dialogowe 'Wprowadzanie pompy z katalogu pomp'

Po kliknięciu wielokropka w kolumnie **Pompa** pojawi się okno dialogowe pozwalające na wprowadzenie pompy do odcinka. Konieczne jest uprzednie wczytanie katalogu pomp z pliku (**Menu/Plik/ Wczytywanie katalogu pomp**), lub utworzenie katalogu pomp z klawiatury na zakładce **Katalog pomp** (katalog pomp może zawierać tylko jedną pompę lub dowolną liczbę pomp). Jeżeli tej koniecznej czynności nie wykonamy, to nasze okno dialogowe w miejscu przewidzianym na wyświetlenie spisu wszystkich pomp w katalogu wyświetli pusty prostokąt.

W spisie pomp zaznaczamy właściwą pompę i klikamy **Wstaw pompę do odcinka.** Wybrana pompa wraz ze wszystkimi danymi zostanie wprowadzona do odcinka. Wychodzimy z okna dialogowego z powrotem na zakładkę Tabela opisu sieci. Nazwa wybranej pompy powinna figurować w kolumnie Pompa. Aby sprawdzić, czy o właściwą pompę chodzi, można kliknąć przycisk na pasku narzędziowym oznaczony wykresem, aby oglądnąć wykres charakterystyki.

Istnieje możliwość wprowadzenia dwóch lub trzech pomp do odcinka. Druga i trzecia pompa będzie uwzględniona dopiero w drugim i w trzecim wariancie obliczeń. Będzie o tym mowa w rozdziale 3.2.7 Zakładka Obliczenia.

Jeżeli nie planujemy wykonywać wariantów z udziałem różnych pomp zamykamy okno dialogowe oznaczone podtytułem "Pierwszy wariant obliczeń".

#### Edytor przyłączy

Po uaktywnieniu komórki w kolumnie **Rozbiór odcinkowy** lub **Rozbiór węzłowy** i kliknięciu wielokropka pojawia się pierwsze okno edytora przyłączy. Jest to tabela, do której można wpisać dowolną liczbę przyłączy. Dla każdego przyłącza wpisujemy nazwę (np. nazwa ulicy), rozbiór i mnożnik przeliczający wpisany rozbiór z jednostki stosowanej w systemie ewidencji do jednostki stosowanej w programie.

Ponieważ każde przyłącze może być rozgałęzione, a te rozgałęzienia również mogą być rozgałęzione (przewidziano 4 poziomy rozgałęzień) – zamiast wpisywać wartość rozbioru będącą sumą rozgałęzień, można kliknąć kolejny wielokropek i w ten sposób uruchomić analogiczny edytor rozgałęzień, aż dotrzemy do końcowego odbiorcy zaopatrzonego w licznik wody.

N P	rzyłącza do odcinka: 2 Strzelców Byt. ( – 4			
±.	lk 茾 i m 🛨 i 🕐			
Lp	Nazwa przyłącza	Strumień	Mnożnik	Wistawisume do odcinka
1	Pszczyńska	1.56	1	
2	Arkońska	0.87	1	<u>A</u> nuluj zmiany
3	Lutycka		1	Suma strumieni 1/s: 2.43 Pomoc

Maksymalnie możemy uruchomić w ten sposób 4 edytory dla 4 poziomów rozgałęzień i do ostatniego wpisujemy rozbiory odbiorców. Program sumuje wszystkie rozbiory i po wyjściu z edytorów w komórce tabeli opisu sieci znajdzie się suma wyrażona w właściwej jednostce.

#### Oglądanie wyników obliczeń w tabeli opisu sieci

Po dokonaniu obliczeń tabela opisu sieci zostanie poszerzona i oprócz kolumn z danymi będzie posiadać dodatkowe kolumny z wynikami.

Są to następujące kolumny:

	5
Strumień	<ul> <li>strumień w odcinku w wybranej jednostce</li> </ul>
Prędkość[m/s]	- prędkość liniowa
i [‰]	- jednostkowa strata ciśnienia (nachylenie linii ciśnień)
H końc [m]	<ul> <li>rzędna linii ciśnienia w węźle końcowym odcinka</li> </ul>
H-T pocz[m]	- ciśnienie nad terenem w węźle początkowym odcinka
H-T końc[m]	<ul> <li>ciśnienie nad terenem w węźle końcowym odcinka</li> </ul>
Nr odcinka	- powtórzona pierwsza kolumna dla lepszej orientacji

	Progra	m W(	)DA v	versja 11	.0 dla	WIND	OWS 95/	98/2000	/XP				_ [	X
_⊑⊪ St	rona tuti	ukowa	iarzęcz Kata	ia r <u>o</u> mo Iografi Ki	c atalog n	omoli	Dane cz L	Tabela op	isu sieci 🗎	Moia trasa	Dbliczen	ial		
		. 1	- 1	با المالون		- 1	л. со осл	ا د ا			1	∾ı ≖lı⊾l		
Ļ	′ <b>†</b>	<u>←</u>	<u>&gt;</u>	<b>-</b>	<u>⊾</u> ∓	<u>.</u> D	2		<u></u> }	Dn=U 🐼		凹戸		
	Rzędna T[m]	×	Y	Chropowa mm	Opory miejsc	Pompa	Strumień I/s	Prędkość m/s	i ‰	H końc. m	H-T pocz. m	H-T końc. m	Nr odcinka	
Г	219.40	1050	2280	0.01	0 szt Z	-	0.18	0.01	0.00	270.05	50.55	50.65	1	
×	219.50	1020	2150	0.01	0 szt Z	-	0.98	0.07	0.07	270.05	54.86	50.55	2	
П	215.20	990	2050	0.01	0 szt Z	-	1.34	0.10	0.12	270.06	53.93	54.86	5	
Π	216.15	940	1880	0.01	0 szt Z	-	4.84	0.36	1.15	270.08	54.51	53.93	8	
	215.65	925	1820	0.01	0 szt Z	-	1.27	0.09	0.11	270.16	55.07	54.51	12	
Π	215.10	905	1740	0.01	0 szt Z	-	3.64	0.27	0.69	270.17	55.10	55.07	13	
	215.20	860	1570	0.01	0 szt Z	-	7.51	0.56	2.51	270.30	58.62	55.10	19	
Π	212.15	802	1390	0.01	0 szt Z	-	10.54	0.78	4.62	270.77	59.56	58.62	23	
	211.40	800	1350	1.5	0 szt Z	-	-2.25	0.18	0.59	270.96	55.90	59.56	26	
Π	215.00	810	1250	1.5	0 szt Z	-	-2.11	0.17	0.52	270.90	52.76	55.90	27	
	218.00	960	1050	1.5	0 szt Z	-	-1.31	0.11	0.21	270.76	41.48	52.76	28	
	229.20	1325	900	1.5	0 szt Z	-	-1.81	0.15	0.39	270.68	40.12	41.48	29	
	230.50	1480	880	1.5	0 szt Z	-	12.82	0.41	1.51	270.62	37.19	40.12	48	
	234.00	1860	850	1.5	0 szt Z	-	21.25	0.68	4.10	271.19	36.72	37.19	49	<b>T</b>
E														
Str	ata ciśn	ienia p	rzypad	lająca na 1	000 m[r	mH207	1000m]							

Jeżeli średnice miały być dobierane, to po obliczeniach będzie można je oglądnąć w kolumnie **Dn.** 

## 3.2.6 Moja trasa

Zakładka **Moja trasa** służy do opisania własnej trasy, dla której chcemy uzyskać wykres linii ciśnień. Trasę tę opisują kolejne nazwy węzłów. "Moja trasa" może rozpoczynać się od dowolnego węzła i kończyć na dowolnym węźle i 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. Szczególnie, gdy stosujemy się do zaleceń co do kolejności opisywania odcinków zawartych w poprzednim podrozdziale. Wtedy trasy utworzone przez program są długie i dzięki temu bardziej obrazowe.

Jeżeli jednak 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 z zakładki **Moja trasa** znajdzie się w tym samym wspólnym pliku z danymi na dysku.

## 3.2.7 Obliczenia

Zakładka Obliczenia dzieli się na trzy części: górną, środkową i dolną.

👿 WODA	13.2 - C:\W	VODA\DCU\J	as_o popra	wa - stan a	ktualny rozbio	or 377.wod		
<u>P</u> lik P <u>o</u> moo	:							
Strona tyt	:ułowa   Kata	ilog rur   Kata	ilog pomp   [	Dane cz.I   T	abela opisu sieci	Moja trasa	Obliczenia	
Raport	z wstępne	j analizy dai	nych					
	Liczba źródeł 2	Liczba odcinków 419	Liczba węzłów 356	Liczba oczek 47	Suma rozbiorów 377.495 [m3/h]		Schema Roboczy wydruk	at
-Oblicze	nia							
Mnoż	nik rozbioróv mnożyć rozbi	v dla kolejnyc iory odcinkov	:h wariantów /e i węzłowe	= 1	(1)	Wykon: Drugi wa	aj obliczenia	niebieski 💌 żółty 💌
C	mnożyć tylkc	) rozbiory odd	inkowe			Trzeci wa	riant obliczeń	czarny 💌
-Raport Koni Wyn	z przebieg ec obliczeń iki można o	u obliczeń i oglądnąć w 1	wyniki ſabeli Opisu	Sieci		Wystąpiło ujem Wystąpiło ujem	ne ciśnienie ne ciśnienie	
	Rozkłady		Rzędne linii	ciśnień	Wydruk	tabeli wynikó	w Ко	niec pracy

#### Część górna: Raport z wstępnej analizy danych

Część górna służy do sprawdzenia jak program interpretuje sieć opisaną na stronach **Dane** cz.I i **Tabela Opisu Sieci**. Gdyby podczas wpisywania danych wystąpił błąd nie zauważony ani przez program (program wykrywa tylko błędy formalne) ani przez użytkownika, to jest szansa wykrycia go teraz podczas sprawdzania liczb wyświetlonych w tabelce umieszczonej w górnej części zakładki i podczas przeglądania schematu. Schemat tworzony jest sukcesywnie podczas opisywania sieci (pod warunkiem, że podawane są niezerowe współrzędne X i Y).

Na dowolnym etapie sporządzania danych można również skorzystać z przycisku **Roboczy** wydruk danych.

Bezpośrednio pod tabelką zawierającą liczby charakteryzujące sieć mogą pojawić się komunikaty o problemach podczas odczytywania i interpretacji sieci.

#### Część środkowa: Obliczenia

Część środkowa jest ściśle związana z samą czynnością wykonywania obliczeń. Znajdują się tu trzy przyciski:

Wykonaj obliczenia

Drugi wariant obliczeń

Trzeci wariant obliczeń

Użycie drugiego i trzeciego przycisku jest opcjonalne i służy do uzyskania trzech wariantów symulacji opisanych w rozdz. 1.6 na str. 6.

Przycisk **Wykonaj obliczenia** staje się aktywny gdy program stwierdzi, że nie ma błędów formalnych w danych. Zanim klikniemy w ten przycisk można zadać programowi polecenie przemnożenia wszystkich rozbiorów lub tylko rozbiorów odcinkowych przez współczynnik zwany *mnożnikiem rozbiorów*.

Czynność przemnażania odbywa się podczas obliczeń symulacyjnych i nie powoduje zmian w danych. W tabeli opisu sieci pozostaną te same rozbiory, które zostały wpisane pierwotnie.

Po wykonaniu pierwszego wariantu obliczeń uaktywnia się kolejny przycisk **Drugi wariant obliczeń**. Zanim klikniemy w ten przycisk można zadać inny mnożnik rozbiorów niż był przy pierwszym wariancie.

Po wykonaniu drugiego wariantu obliczeń uaktywnia się ostatni przycisk **Trzeci wariant obliczeń**. Jeżeli zechcemy wykonać obliczenia dla trzeciego wariantu, możemy najpierw zadać trzecią wartość mnożnika rozbiorów.

Możliwość wykonania trzech wariantów obliczeń dla trzech różnych obciążeń sieci została zrealizowana w celu uzyskania wspólnych wykresów linii ciśnień dla tych wariantów. Wykresy te dostępne są pod przyciskiem **Rzędne linii ciśnień** umieszczonym na samym dole zakładki. Wykresy te są jedyną formą wyników, w której zawarte są wyniki wszystkich wariantów na raz. Pozostałe formy wyników prezentują wyniki ostatnio wykonanego wariantu.

Przy omawianiu wariantowania trzeba wspomnieć, choć nie ma to związku z zakładką **Obliczenia**, że warianty mogą różnić się <u>tylko</u> dwoma parametrami:

- 1. mnożnikiem rozbiorów,
- 2. charakterystykami pomp.

Aby kolejne warianty (dwa lub trzy warianty, bo tylko tyle przewidziano) różniły się charakterystykami pomp trzeba wprowadzić do odcinka dwie lub trzy pompy (trzy zespoły pomp o wypadkowych charakterystykach) z przeznaczeniem dla trzech wariantów. Czynność tę należy wykonać przed rozpoczęciem obliczeń.

Kolejny wariant weźmie do obliczeń kolejną pompę.

Każda próba edycji danych wykonana między wariantami spowoduje zniknięcie wyników już policzonych poprzednich wariantów.

#### Część dolna czyli dostęp do wyników

Po wykonaniu każdego wariantu obliczeń uaktywnia się trzecia – dolna część zakładki **Obliczenia** przeznaczona do przeglądania i drukowania wyników w różnych formach.

Znajduje się tu pole, w którym mogą pojawić się komunikaty z przebiegu obliczeń. Na samym dole znajdują się trzy przyciski prowadzące do przeglądania i drukowania wyników w formach graficznych i cyfrowej.

Rozkłady

Rzędne linii ciśnień

Wydruk tabeli wyników

## 3.3 Przeglądanie i drukowanie wyników

#### 3.3.1 Rozkład ciśnienia, prędkości liniowej i strumienia w sieci



Przycisk **Rozkłady** wyświetla na ekranie schemat sieci (pod warunkiem, że wypełnione zostały kolumny współrzędnych X, Y dla węzłów). Schemat rysowany jest kolorami reprezentującymi wybrany parametr, którym może być ciśnienie nad terenem, prędkość liniowa lub strumienie w odcinkach. Skalę parametru można edytować zgodnie z potrzebą.

Na schemacie zawsze są zaznaczone węzły źródłowe w postaci małych prostokątów z nazwą węzła w środku. Opisy pozostałych węzłów oraz odcinków można włączyć lub wyłączyć w zależności od potrzeby.

Można powiększyć rozmiar schematu dwukrotnie i trzykrotnie i poruszać się po powiększonym schemacie za pomocą suwaków. Można również wskazać kursorem fragment w postaci prostokąta do powiększenia, ponieważ kursor stale jest w trybie "lasso".

Przycisk Drukuj wydrukuje schemat w aktualnych ustawieniach tak jak jest widoczny na ekranie.



## 3.3.2 Rzędne linii ciśnień

Po kliknięciu przycisku **Rzędne linii ciśnień** ukazuje się okno, w którym zamieszczony jest spis wszystkich tras, dla których można oglądać wykres linii ciśnienia na tle linii terenu. Bezpośrednio po włączeniu zaznaczona jest pierwsza trasa i jej wykres jest przedstawiony

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

Do drukowania trzeba zaznaczyć, które wykresy mają być drukowane i zadecydować jak mają być rozmieszczone na arkuszu.

Wykres trasy przedstawia linię rzędnej ciśnienia (linia niebieska) i linię rzędnej terenu (zielona) wzdłuż rurociągu. Odległość w pionie między tymi liniami jest ciśnieniem u odbiorcy (zwane w programie ciśnieniem nad terenem). 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 krętymi uliczkami.

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.

#### 3.3.3 Przeglądanie i wydruk wyników w postaci cyfrowej

Przycisk **Wydruk wyników** otwiera okno dialogowe **Co drukować?**, na którym można ustawić opcje drukowanej tabeli danych i wyników zaznaczając odpowiednie prostokąty.

Przyciski realizują następujące opcje:

- wydruk tabeli danych i wyników,
- zapis danych i wyników do pliku tekstowego w celu ewentualnego wykorzystania i dalszej obróbki w arkuszu kalkulacyjnym,
- drukowanie zestawienia rur.



Aby przeglądnąć na ekranie wyniki w postaci cyfrowej trzeba cofnąć się do zakładki **Tabela opisu sieci**, która po dokonaniu obliczeń zostaje poszerzona i oprócz kolumn z danymi posiada teraz dodatkowe kolumny z wynikami. Szczegóły na str.25 i 26.

Jeżeli średnice były dobierane, to można je oglądnąć w kolumnie **Dn.** 

# 3.4 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 3 pozycje: Edycja, Szukaj i Narzędzia.

## 3.4.1 Menu Plik



Menu Plik służy do odczytu katalogu rur, katalogu pomp oraz danych z plików tekstowych. Pozycje **Odczyt danych z pliku (\*.wod)** oraz **Dołączanie danych z pliku (\*.wod)** służą do odczytu danych uprzednio zapisanych na dysk przez program WODA. Dołączanie danych pozwala na łączenie danych opisujących różne części tej samej sieci (na przykład gdy dane przygotowywane są przez zespół osób) w jedną całość.

Pozycja **Import danych z PROFIL** (\*.**pro**) służy do odczytu danych przygotowanych i zapisanych w tekstowym pliku (\*.pro) przez program PROFIL KOORDYNATOR firmy Epi-Graf z Gliwic. Dane te zawierają średnice, długości odcinków, rzędne terenu, współrzędne X i Y. Trzeba je uzupełnić ręcznie o rozbiory i ciśnienia w źródłach. Szczegóły opisane są w Pomocy rozdział Integracja z programem PROFIL.

Menu Plik służy również do zapisu danych i katalogów do plików tekstowych.

Nazwy plików są dowolne. Jeżeli podana nazwa pliku do zapisu nie posiada rozszerzenia, to program uzupełni ją o rozszerzenie .wod dla danych, .rur dla katalogu rur, i .pmp dla katalogu pomp. Rozszerzenia te ułatwiają czynność odczytu.

Odczytane dane z pliku (\*.wod) pojawiają się na zakładkach:

- 1. Dane cz.I,
- 2. Tabela opisu sieci wraz z informacją zapisaną w edytorze oporów miejscowych i edytorze przyłączy,
- 3. Moja trasa jeżeli nie jest pusta,

4. z zakładki Obliczenia zapisywany jest mnożnik rozbiorów.

## 3.4.2 Menu Edycja

Dwie pozycje w menu Edycja służą do kopiowania jednego wiersza tabeli do lokalnego schowka (nie systemowy lecz wewnętrzny programu) i wpisania zawartości do nowego wiersza. Po dokonaniu tej czynności należy nowemu wierszowi nadać nowy numer. Opcja taka może być przydatna podczas opisywania sieci, w której występują grupy identycznych odcinków. Przypadki takie mają miejsce w sieciach ciepłowniczych, dla których opisuje się odcinki na zasilaniu i na powrocie.

## 3.4.3 Menu Szukaj

Menu Szukaj służy do odszukiwania węzłów w tabeli opisu sieci. Bardzo przydatne przy dużych liczbach odcinków. Kierunek poszukiwania od wiersza zaznaczonego w dół.

## 3.4.4 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 wodę dla całego mikrorejonu. Program rozkłada całkowite zapotrzebowanie na poszczególne odcinki proporcjonalnie do ich długości. Na czas działania narzędzia można deklarować odpowiednio zmodyfikowane długości w tych odcinkach, o których wiadomo, że nie stosują się do równomiernego rozkładu, ale trzeba pamiętać wrócić do poprzednich długości przed obliczeniami.

## Rozdział 4

## Przykłady obliczeń

Program dostarczany jest z plikami zawierającymi dane dla trzech przykładów obliczeń.

#### Przykład z pliku Przykład1.wod

Po wczytaniu danych z pliku Przykład1.wod zakładki **Dane cz.I** i **Tabela Opisu Sieci** wypełniają się odczytanymi danymi. Sieć w tym przykładzie składa się z dwóch stref zasilania połączonych szeregowo. Pierwszą strefę zasila pompownia, która zakodowana została jako węzeł źródłowy P1 reprezentujący zbiornik na ssaniu pomp oraz odcinek 1 od węzła P1 do węzła 1, w którym umieszczono zespół pompowy oraz 'urządzenie'. 'Urządzenie' reprezentuje tu opory po stronie ssania. Węzeł 1 reprezentuje punkt po stronie tłoczenia.

W pierwszej strefie oprócz pompowni znajduje się zbiornik wyrównawczy reprezentowany przez węzeł Z1.

W odcinku 13 umieszczono pompownię strefową podnoszącą ciśnienie dla drugiej strefy. Druga strefa również posiada swój zbiornik wyrównawczy reprezentowany przez węzeł Z2.

Jako poziom odniesienia, od którego liczy się poziomy wody w zbiornikach, rzędną terenu oraz ciśnienia wody we wszystkich węzłach sieci przyjęto najniższy punkt w całym systemie. Jest nim poziom wody w zbiorniku na ssaniu pompowni I strefy. (Jest to prawidłowe podejście, choć wygodniej jest jako punkt odniesienia przyjmować poziom morza.)

Charakterystyki pomp zostały wraz z danymi wczytane do programu i dopóki nie ma potrzeby dokonywania zmian dopóty katalog pomp nie jest potrzebny i zakładka **Katalog pomp** może pozostać pusta. Aby oglądnąć charakterystyki pomp na wykresach trzeba na zakładce **Tabela opisu sieci** zaznaczyć wiersze 1, a następnie 13 i nacisnąć ostatni przycisk na pasku narzędziowym.

Średnice nominalne Dn we wszystkich odcinkach są narzucone i równe są średnicom wewnętrznym, toteż katalog rur dla tego przykładu nie jest potrzebny i zakładka **Katalog rur** pozostanie pusta.

Zakładka Moja trasa w tym przykładzie również pozostaje nie wypełniona.

Po otwarciu zakładki **Obliczenia** i naciśnięciu przycisku **Wykonaj obliczenia** można przystąpić do przeglądania i drukowania wyników. Do niniejszego opisu załaczono wydruk tabeli wyników.

#### Przykład z pliku Przykład2.wod

Przykład ilustruje dobór średnic dla projektowanej dzielnicy. Wszystkie średnice nominalne Dn w danych są równe zeru. Konieczne jest zatem wczytanie katalogu rur, z którego program będzie dobierał odpowiednie średnice. Katalog rur dla przykładu 2 znajduje się w pliku Przykład2.rur. Można dla ćwiczenia, zamiast wczytywać z pliku, wpisać własny katalog rur z klawiatury.

Sieć w tym przykładzie zasilana jest z jednego źródła. W przyszłości będzie to stacja uzdatniania wraz z pompownią, ale na obecnym etapie projektowania (pompa nie została jeszcze dobrana) założono ciśnienie wody na wejściu do sieci równe 40 m nad terenem. Ponieważ rzędna terenu w miejscu przeznaczonym na budowę stacji uzdatniania wynosi 172 m nad p.m., to rzędną lustra wody czyli ciśnienie źródła obliczono jako 172+40=212 m.

Zakładki Katalog pomp i Moja trasa będą w tym przykładzie nie wykorzystane.

Do niniejszego opisu dołączono schemat sieci z naniesionymi dobranymi średnicami, wykres linii ciśnienia dla jednej trasy dla trzech różnych obciążeń sieci, oraz zestawienie rur.

#### Przykład z pliku Przykład3.wod

Symulację sieci wodociągowej miasta Głogówek wykonano w celu rozpatrzenia możliwości poprawy pracy samej sieci oraz w celu przeanalizowania sposobu podłączenia nowych odbiorców jakimi są dwie sąsiednie wsie. Na potrzeby symulacji uprzednio wykonano pomiary stanu wewnętrznych powierzchni rur o różnym wieku, bowiem sieć wodociągowa w Głogówku składa się z odcinków stosunkowo nowych, ale też bardzo starych.

Rezultaty tych pomiarów pozwoliły na utworzenie katalogu starych rur dla Głogówka, w którym rury charakteryzujące się dużymi zarostami otrzymały odpowiednio duże grubości ścian. Katalog ten znajduje się w pliku Przykład3.rur i jego wczytanie jest konieczne do wykonania obliczeń. Po wczytaniu będzie go można przeglądnąć na zakładce **Katalog rur**.

Przykład Głogówka ilustruje wykorzystanie możliwości zadeklarowania własnej trasy, wzdłuż której chcemy obserwować wykres linii ciśnienia. Na str.26 przedstawiono ekran z otwartą zakładką **Moja trasa**, która po odczytaniu danych z pliku Przykład3.wod zapełniła się ciągiem węzłów. Węzły te opisują trasę rozpoczynającą się w pompowni (węzeł 1) i przechodzącą przez całe miasto na drugi jego koniec do węzła 74.

Po wykonaniu obliczeń i naciśnięciu klawisza *Rzędne linii ciśnień* wykres dla tej trasy ukaże się jako pierwszy. Następne wykresy będą dotyczyły tras wytyczonych przez program.

#### Symulacja awarii

Aby zaobserwować jak wpłynie awaria polegająca na swobodnym wypływie wody przez otwór na rozkład ciśnień w sieci wprowadzimy taki otwór w węźle 34 (centrum). W tym celu wpiszemy do tabeli opisu sieci nowy odcinek zaczynający się w węźle 34, a kończący w nowym węźle o nazwie awa. Odcinkowi nadamy długość 0.01 m i średnicę odpowiadającą przypuszczalnemu otworowi awaryjnemu (na przykład 100 mm). W edytorze oporów miejscowych dla nowego odcinka pod pozycją INNY wstawimy wartość współczynnika strat Z=1. Wartość ta odpowiada swobodnemu wypływowi z rury. Rozbiory odcinkowy i węzłowy mają być zerowe. Nowy węzeł awa umieścimy w tabeli źródeł i zadamy ciśnienie równe rzędnej terenu. A więc węzeł awa wystąpi podwójnie jako źródłowy i jako węzeł sieci. Na wynik otrzymamy strumień przepływający przez nowy odcinek oraz rozkład ciśnień w sieci w stanie awarii.

## Literatura

- [1] PN-76/M-34034. Rurociągi. Zasady obliczeń strat ciśnienia.
- [2] E.W. Mielcarzewicz. *Obliczanie systemów zaopatrzenia w wodę*. Arkady 1977.
- [3] T. Gabryszewski. Wodociągi. Arkady. 1983.
- [4] B. Łyp. Wybrane problemy wodociągów i kanalizacji w przestrzennym planowaniu zagospodarowania miast. COIB. Warszawa 1992.
- [5] J.Ciesielski, C.Grabarczyk, E.Szymaczek. *Obliczanie wielopierścieniowych sieci wodociągowych metodą Ilina-Kalinkina z zastosowaniem EMC*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna. Nr 7 Tom LI.
- [6] B. Ulanicki. *Metody modelowania i optymalizacji do symulacji, sterowania i projektowania sieci dystrybucji wody*. Rozprawy naukowe Nr 20 Białystok 1993

Biuro Studiów, Projektów i Realizacji ENERGOPROJEKT-KATOWICE SA

#### Strefowy system zaopatrzenia w wode / Dane i wyniki symulacji

dane z pliku: C:\WODA\DCU\Przyklad1.wod Gestosc wody =999.8 [kg/m\*3] Lepkosc wody =1.75E-3 [Pa\*s]

	DANE	dla wezlów po	czatkowych "Po	ocz"
Odc	Pocz	Rzedna lustra H [m]	Rzedna terenu T [m]	(x,y)
1	P1	0.0	10.0	(70,350)
11	Z1	47.0	17.0	(220,550)
21	Z2	65.0	35.0	(800,550)

Suma rozbiorów =550 l/s

			MINE	uid ouci	IIIKOW,				dla v	veziow i	NONC .	Se manure au		VV 1	ININI			
Odc	P	ocz - Kon	c Dn	Dw	L	Suma Z	Chrop	Rozbiór	Rozbiór	Rzedna		G	v	i	Delta	н	H-T	н
				mm	m	-	mm	odcink. I/s	wezłowy I/s	terenu T [m]	(×,y)	l/s	m/s	‰	H m	Konc m	Konc m	pmp m
1	pompownia I	P1- 1	500	500	275	0	+∪ 1.5	0	15	13.0	(150,350)	364.98	1.86	9.30	3.76	50.4	37.4	54.2
pory	miejscowe v	w odcinku	1:															
U	RZADZENIE,	DeltaP [m	]=9 pr	zy strum	iieniu [l/s	s] = 100	0											
omp	a w odcinku	1:																
G	[/s]=340		F	l[m]=56.	4													
-	360			54.	7													
	380			52.	8													
	400			50.	6													
2	Dworcowa	1-2	500	500	1070	0	1.5	0	45	10.0	(150,820)	176.60	0.90	2.20	2.35	48.0	38.0	
3	Dluga	2-3	400	400	964	0	1.5	0	70	20.0	(300,820)	131.60	1.05	3.96	3.82	44.2	24.2	
4	Krucza	3-4	400	400	1090	0	1.5	0	35	25.0	(450,820)	117.27	0.93	3.15	3.44	40.8	15.8	
5	Widna	4-6	350	350	1080	0	1.5	0	25	30.0	(450,550)	82.27	0.86	3.15	3.40	37.4	7.4	
6	Pilsudskiego	1-7	500	500	2480	0	1.5	0	50	23.0	(300,200)	173.38	0.88	2.12	5.26	45.1	22.1	
7	Sienkiewicza	7 - 8	400	400	659	0	1.5	0	60	25.0	(450,200)	156.92	1.25	5.62	3.70	41.4	16.4	
8	Paderewskiego	8-6	350	350	929	0	1.5	0	25	30.0	(450,550)	96.92	1.01	4.36	4.05	37.4	7.4	
9	Winiarska	7-5	300	300	953	0	1.5	0	20	20.0	(300,550)	-33.54	0.47	1.21	1.15	46.3	26.3	
10	Nonantego	3- 5	300	300	030	0	1.5	0	20	20.0	(300,550)	-55.67	0.79	3.27	2.06	40.3	20.3	
	Dorteuro	Z1 - 5	300	300	57	0	1.5	0	20	20.0	(300,550)	109.21	1.55	12.46	0.71	46.3	26.3	
11	Ponowa							0	0	20.0	(580, 550)	154.19	2.18	24.75	0.32	37.1	7.1	
11 12	Al.3-Maja	6-9	300	300	13.1	0	1.5	0	0	30.0	(							
11 12 13 0pory UI	Al.3-Maja pomp. / miejscowe v RZADZENIE,	6 - 9 9 - 10 w odcinku DeltaP [m	300 300 13 : ]=104	300 300 przy stru	13.1 0.1 umieniu	0 0 [Vs] = 1	1.5 +∪ 1.5 000	0	0	30.0	(680,550)	154.19	2.18	24.75	2.47	69.2	39.2	34.6
11 12 13 Dpory UI 20 20 G	Al.3-Maja pomp. v miejscowe v RZADZENIE, va w odcinku cOS-200/1 I/s1=120	6 - 9 9 - 10 w odcinku DeltaP [m 13:	300 300 13 : ]=104	300 300 przy stru	13.1 0.1 umieniu	0 0 [Vs] = 1	1.5 +∪ 1.5 000	0	0	30.0	(680,550)	154.19	2.18	24.75	2.47	69.2	39.2	34.6
11 12 13 Dpory UI Pomp 2x G	Al.3-Maja pomp. v miejscowe v RZADZENIE, va w odcinku vOS-200/1 [/s]=120 140	6 - 9 9 - 10 w odcinku DeltaP [m 13:	300 300 13 : ]=104	300 300 przy stru i[m]=42. 38.	13.1 0.1 umieniu 4 5	0 0 [Vs] = 1	1.5 +∪ 1.5 000	0	0	30.0	(880,550)	154.19	2.18	24.75	2.47	69.2	39.2	34.6
11 12 13 Dpory UI Pomp 25 G	Al.3-Maja pomp. RZADZENIE, wa w odcinku cOS-200/1 [/s]=120 140 160	6 - 9 9 - 10 w odcinku DeltaP [m	300 300 13 : ]=104	300 300 przy stru f[m]=42. 38. 33.	13.1 0.1 umieniu 4 5 8	0 0 [Vs] = 1	1.5 +∪ 1.5 000	0 0	0	30.0	(680,550)	154.19	2.18	24.75	2.47	69.2	39.2	34.6
11 12 13 Dpory UI 20 G	Al.3-Maja pomp. RZADZENIE, Na w odcinku (OS-200/1 [/s]=120 140 160 177	6 - 9 9 - 10 w odcinku DeltaP [m 13:	300 300 13 : ]=104	300 300 przy stru {[m]=42. 38. 33. 27.	13.1 0.1 umieniu 4 5 8 5	0 0 [l/s] = 1	1.5 +U 1.5 000	0	0	30.0	(680,550)	154.19	2.18	24.75	2.47	69.2	39.2	34.6
11 12 13 Dipory UI 20 Gi	Al.3-Maja pomp. miejscowe v RZADZENIE, wa w odcinku OS-200/1 [/s]=120 140 160 177	6 - 9 9 - 10 w odcinku DeltaP [m 13: 10 - 13	300 300 13 : ]=104	300 300 przy str. 4[m]=42. 38. 33. 27. 300	13.1 0.1 umieniu 4 5 8 5 32.75	0 0 [Vs] = 1	1.5 +U 1.5 000	0	15	30.0	(680,550)	154.19	2.18	24.75	0.81	69.2	39.2	34.6
11 12 13 )pory UI 20 20 G 14 15	Al.3-Maja pomp. v miejscowe v RZADZENIE, wa w odcinku (OS-200/1 [//s]=120 140 160 177 Olchows Kagtanowa	6-9 9-10 w odcinku DeltaP [m 13: 10-13 13-11	300 300 13: ]=104	300 300 przy stru {[m]=42. 38. 33. 27. 300 300	13.1 0.1 umieniu 4 5 8 5 32.75 857	0 0 [I/s] = 1 0 0	1.5 +U 1.5 000 1.5 1.5	0 0 0 0	0 0 15 40	30.0 30.0 30.0 27.0	(880,550) (730,550) (730,820)	154.19 154.19 78.43	2.18 2.18 1.11	24.75 24.75 6.45	2.47 0.81 5.53	69.2 68.4 62.9	39.2 38.4 35.9	34.6
11 12 13 Dpory UI 20 G 14 15	Al.3-Maja pomp. v miejscowe v RZADZENIE, va w odcinku (OS-200/1 I/s]=120 140 160 177 Olchowa Kastanowa	6-9 9-10 w odcinku DeltaP [m 13: 10-13 13-11	300 300 13: ]=104	300 300 przy stru 4[m]=42. 38. 33. 27. 300 300 250	13.1 0.1 umieniu 4 5 8 5 32.75 857	0 0 [[/s] = 1	1.5 +U 1.5 000 1.5 1.5 1.5	000000000000000000000000000000000000000	0 0 15 40 70	30.0 30.0 30.0 27.0	(880,550) (730,550) (730,820) (900,820)	154.19 154.19 78.43	2.18 2.18 1.11	24.75 24.75 6.45	0.81 5.53 3.71	69.2 68.4 62.9	39.2 38.4 35.9	34.6
11 12 13 Dpory UI 20 G 14 15 16 17	A 3-3-46 a) pomp. miejscowe i RZADZENIE, wa w odcinku (OS-200/1 I/S]=120 140 160 177 Clichows Kastanowa Lipowa Myaliwaa	6-9 9-10 w odcinku DeltaP [m 13: 10-13 13-11 11-12 12-14	300 300 13: ]=104 + 	300 300 przy stru i[m]=42. 38. 33. 27. 300 300 250 200	13.1 0.1 umieniu 4 5 8 5 32.75 857 904 550	0 0 [[Vs] = 1 0 0 0 0	1.5 +U 1.5 000 1.5 1.5 1.5 1.5	0 0 0 0 0 0	15 40 70 20	30.0 30.0 27.0 38.0 40.0	(880,550) (730,550) (730,820) (800,820) (800,550)	154.19 154.19 78.43 38.43 -31.57	2.18 2.18 1.11 0.78 1.00	24.75 24.75 6.45 4.11 9.03	2.47 0.81 5.53 3.71 4.97	69.2 68.4 62.9 59.2 64.1	39.2 38.4 35.9 21.2 24.1	34.6
11 12 13 Dpory UI Pomp 2x G 14 15 16 17 18	A 3-Maja pomp. miejscowe t RZADZENIE, aw odcinku (OS-200/1 VS=120 140 160 177 Olchows Kastanowe Lipows Mydiwska Rauborska	6-9 9-10 w odcinku DeltaP [m 13: 10-13 13-11 11-12 12-14 13-15	300 300 13: ]=104 } 300 300 250 200 250	300 300 przy stru i[m]=42. 38. 33. 27. 300 300 250 200 250	13.1 0.1 umieniu 4 5 8 5 32.75 857 904 550 506	0 0 [[Vs] = 1 0 0 0 0 0 0 0	1.5 +∪ 1.5 0000 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5	0 0 0 0 0 0 0 0	15 40 70 30	30.0 30.0 27.0 38.0 40.0 29.0	(880,550) (730,550) (730,820) (800,520) (800,550) (730,200)	154.19 154.19 78.43 38.43 -31.57 60.76	2.18 2.18 1.11 0.78 1.00 1.24	24.75 24.75 6.45 4.11 9.03 10.18	0.81 5.53 3.71 4.97 5.15	69.2 68.4 62.9 59.2 64.1 63.3	39.2 39.2 38.4 35.9 21.2 24.1 34.3	34.6
11 12 13 Dpory UI Pomp 22 G 14 15 16 17 18 19	Alis-Maja pomp. miejscowe i RZADZENIE, aw wołcinku (OS-200/1 VS)=120 140 160 177 Clichows Kaztanowa Lipowe Mysiłweja Raubonka PLPiadów	6 - 9 9 - 10 w odcinku DeltaP [m 13: 10 - 13 13 - 11 11 - 12 12 - 14 13 - 15 15 - 20	300 300 13 : ]=104	300 300 przy stru i[m]=42. 38. 33. 27. 300 300 250 250 250 250	13.1 0.1 umieniu 4 5 8 5 32.75 857 904 550 506 1228	0 0 [[/s] = 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.5 +∪ 1.5 000 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	15 40 70 30 55	30.0 30.0 27.0 38.0 40.0 29.0 38.0	(*80, 550) (*30, 550) (*30, 820) (*80, 560) (*80, 560) (*80, 560) (*80, 560) (*80, 580) (*80, 580)	154.19 154.19 78.43 38.43 -31.57 60.76 30.76	2.18 2.18 1.11 0.78 1.00 1.24 0.63	24.75 6.45 4.11 9.03 10.18 2.64	0.81 5.53 3.71 4.97 5.15 3.25	69.2 68.4 62.9 59.2 64.1 63.3 60.0	39.2 38.4 35.9 21.2 24.1 34.3 22.0	34.6
11 12 13 Dpory UI 20 G 14 15 16 17 18 19 20	Alis-Maja pomp. miejscowe i RZADZENIE, w w odcinku (OS-200/1 VS)=120 140 160 177 Clichows Kaztanowa Lipows Mydiwsa PLPiadów Kosciuski	6 - 9 9 - 10 w odcinku DeltaP [m 13: 10 - 13 13 - 11 11 - 12 12 - 14 13 - 15 15 - 20 20 - 14	300 300 13: ]=104 F 300 300 250 250 250 250 200	300 300 przy str. [m]=42. 38. 38. 27. 300 300 250 250 250 250 250 250 200	13.1 0.1 umieniu 4 5 8 5 32.75 857 904 550 506 1228 770	0 0 [[/s] = 1	1.5 +∪ 1.5 000 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	15 40 70 20 30 55 20	30.0 30.0 27.0 38.0 40.0 29.0 38.0 40.0	(*80, 550) (*30, 550) (*30, 820) (*80, 820) (*80, 820) (*80, 820) (*80, 820) (*80, 820) (*80, 820) (*80, 820) (*80, 820) (*80, 820)	154.19 154.19 78.43 38.43 -31.57 60.76 30.76 -24.24	2.18 2.18 1.11 0.78 1.00 1.24 0.63 0.77	24.75 6.45 4.11 9.03 10.18 2.64 5.35	0.81 5.53 3.71 4.97 5.15 3.25 4.12	68.4 62.9 59.2 64.1 63.3 60.0 64.1	39.2 39.2 38.4 35.9 21.2 24.1 34.3 22.0 24.1	34.6
11 12 13 Dpory UI Pomp 2x G 14 15 16 17 18 19 20 21	Al 3-Maja pomp. miejscowe I RZADZENIE, Na W odcinku (OS-200/1 VS)=120 140 160 177 Olchows Kastanowa Lipows Mydiwsa PLPlastów Kosciustki Mickewicza	6 - 9 9 - 10 w odcinku DeltaP [m 13: 13: 10 - 13 13 - 11 11 - 12 12 - 14 13 - 15 15 - 20 20 - 14 Z2 - 14	300 300 13: ]=104	300 300 przy str. ([m]=42. 38. 33. 27. 300 300 250 250 250 250 250 250 250 250 250 2	13.1 0.1 umieniu 4 5 5 85 5 32.75 857 904 550 506 1228 770 143	0 0 [[/s] = 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.5 +∪ 1.5 000 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 15 40 70 20 30 55 20 20	30.0 30.0 27.0 38.0 40.0 29.0 38.0 40.0 40.0	(*80, 550) (730, 550) (730, 820) (*00, 820) (*00, 850) (*00, 260) (*00, 550)	154.19 154.19 78.43 38.43 -31.57 60.76 -24.24 75.81	2.18 2.18 1.11 0.78 1.00 1.24 0.63 0.77 1.07	24.75 6.45 4.11 9.03 10.18 2.64 5.35 6.03	0.81 5.53 3.71 4.97 5.15 3.25 4.12 0.86	69.2 68.4 62.9 59.2 64.1 63.3 60.0 64.1 64.1	39.2 38.4 35.9 21.2 24.1 34.3 22.0 24.1 24.1	34.6
11 12 13 )pory UI 20 G 14 15 16 17 18 19 20 21	A 3.3 Alaja pomp. miejscowe i RZADZENIE, RZADZENIE, Na w odcinku (OS-200/1 I/S]=120 140 160 177 Cichowa Kastianowa Lipowa Mysiwisa Raciborsa PLPiadów Kosciuski Mickewicza	6 - 9 9 - 10 w odcinku DeltaP [m 13: 10 - 13 13 - 11 11 - 12 12 - 14 13 - 15 15 - 20 20 - 14 Z2 - 14	300 300 13: ]=104 } 300 300 250 250 250 250 250 250 200 300	300 300 przy stn ([m]=42. 38. 33. 27. 300 300 250 250 250 250 250 200 300	13.1 0.1 4 5 8 5 32.75 857 904 550 506 506 506 1228 770 143	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.5 +∪ 1.5 000 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	15 40 70 20 30 55 20 20	30.0 30.0 27.0 38.0 40.0 29.0 38.0 40.0 40.0 40.0	(730, 550) (730, 550) (730, 820) (900, 820) (900, 820) (900, 820) (900, 850) (900, 550)	154.19 154.19 78.43 38.43 -31.57 60.76 -24.24 75.81	2.18 2.18 1.11 0.78 1.00 1.24 0.63 0.77 1.07	24.75 24.75 6.45 4.11 9.03 2.64 5.35 6.03	0.81 5.53 3.71 4.97 5.15 3.25 4.12 0.86	69.2 68.4 62.9 59.2 64.1 63.3 60.0 64.1	39.2 39.2 38.4 35.9 21.2 24.1 34.3 22.0 24.1 24.1	34.6
11 12 13 Dpory UI 20 14 15 16 17 18 19 20 21	Alis-Maja pomp. miejscowe v RZADZENIE, Wa W odcinku (OS-200/1 IVS)=120 140 160 177 Olchows Kastanowa Lipowa Mydiwida Racibendw Kosciuski Mickewicza	6 - 9 9 - 10 w odcinku DeltaP [m 13: 13: 10 - 13 13 - 11 11 - 12 12 - 14 13 - 15 - 20 20 - 14 Z2 - 14	300 300 13: ]=104	300 300 przy stru 4[m]=42. 38. 33. 27. 300 250 250 250 250 250 250 250 250 250 2	13.1 0.1 4 5 8 5 32.75 857 904 550 506 1228 770 143	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.5 +0 1.5 000 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	15 40 70 20 30 55 20 20	30.0 30.0 27.0 38.0 40.0 29.0 38.0 40.0 40.0	(730, 550) (730, 850) (730, 820) (800, 820) (800, 850) (800, 250) (800, 550)	154.19 154.19 78.43 38.43 -31.57 60.76 30.76 -24.24 75.81	2.18 1.11 0.78 1.00 1.24 0.63 0.77 1.07	24.75 24.75 6.45 4.11 9.03 10.18 2.64 5.35 6.03	2.47 0.81 5.53 3.71 4.97 5.15 3.25 4.12 0.86	68.4 62.9 59.2 64.1 63.3 60.0 64.1	39.2 38.4 35.9 21.2 24.1 34.3 22.0 24.1 24.1	34.0
11 12 13 Dpory UI 20 G 14 15 16 17 18 19 20 21	Alis-Maja pomp. miejscowe i RZADZENIE, RZADZENIE, W w docinku OS-200/1 [VS]=120 140 160 177 Olchows Kastanowa Lipowa Mydiwda Racibondw Kosciuski Mickewicza	6 - 9 9 - 10 w odcinku DeltaP [m 13: 13: 10 - 13 13 - 11 11 - 12 12 - 14 13 - 15 - 20 20 - 14 Z2 - 14	300 300 13: ]=104	300 300 przy stru 4[m]=42. 38. 33. 27. 300 250 250 250 250 250 250 250 250 250 2	13.1 0.1 10.1 10.1 10.1 10.1 10.1 10.1 1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.5 +∪ 1.5 000 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	15 40 70 20 30 55 20 20	30.0 30.0 27.0 38.0 40.0 29.0 40.0 40.0	(730, 550) (730, 850) (730, 820) (800, 820) (800, 850) (800, 200) (800, 550) (800, 550)	154.19 154.19 78.43 38.43 -31.57 60.76 -24.24 75.81	2.18 2.18 1.11 0.78 1.00 1.24 0.63 0.77 1.07	24.75 6.45 4.11 9.03 10.18 2.64 5.35 6.03	2.47 0.81 5.53 3.71 4.97 5.15 3.25 4.12 0.86	68.4 62.9 59.2 64.1 63.3 64.1 64.1	38.4 35.9 21.2 24.1 34.3 22.0 24.1 24.1	34.(
11 12 13 Dpony UI Pomp 22 G 14 15 16 17 18 19 20 21	A 3.3 Alija pomp. miejscowe i RZADZENIE, RZADZENIE, W WOCINKU OS-200/1 [VS]=120 140 160 177 Olchows Kastanowa Lipows Mydiwida Racibonak McKewicza	6 - 9 9 - 10 w odcinku DeltaP [m 13: 10 - 13 13 - 11 11 - 12 12 - 14 13 - 15 - 20 20 - 14 75 - 20 20 - 14	300 300 13: ]=104	300 300 przy stru ([m]=422 38 33. 27. 300 250 250 250 250 250 200 300	13.1 0.1 umieniu 4 5 5 8 5 32.75 857 904 550 857 904 1228 770 143	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.5 +U 1.5 000 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	15 40 70 20 30 55 20 20	30.0 30.0 27.0 38.0 40.0 29.0 38.0 40.0	(730, 550) (730, 550) (730, 820) (900, 520) (900, 550) (900, 550) (900, 550)	154.19 154.19 78.43 38.43 -31.57 60.76 -24.24 75.81	2.18 2.18 1.11 0.78 1.00 1.24 0.63 0.77 1.07	24.75 6.45 4.11 9.03 10.18 2.64 5.35 6.03	2.47 0.81 5.53 3.71 4.97 5.15 4.12 0.86	68.4 62.9 59.2 64.1 63.3 60.0 64.1	39.2 38.4 35.9 21.2 24.1 34.3 22.0 24.1 24.1	34.(
11 12 13 Dpony UI Pomp 20 G 14 15 16 17 18 19 20 21	A 3.3 Alaja pomp. miejscowe i RZADZENIE, RZADZENIE, Na w odcolnku OS-2001 140 160 177 Olchowa Kastanowa Lipowa Mydiwska Racbonska P.I jiadów Mickewicza	6 - 9 9 - 10 w odcinku DeltaP [m 13: 10 - 13 13 - 11 11 - 12 12 - 14 13 - 15 15 - 20 20 - 14 Z2 - 14	300 300 13: ]=104	300 300 przy stru ([m]=42: 38. 33. 27. 300 300 250 250 250 200 250 200 300	13.1 0.1 umieniu 4 5 5 32.75 857 904 550 506 506 506 1228 770 143	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.5 +0 1.5 000 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	15 40 70 20 30 55 20 20	30.0 30.0 27.0 38.0 40.0 29.0 38.0 40.0 40.0	(730, 550) (730, 550) (730, 820) (800, 820) (800, 550) (800, 550) (800, 550)	154.19 154.19 78.43 38.43 -31.57 60.76 -24.24 75.81	2.18 2.18 1.11 0.78 0.63 0.77 1.07	24.75 24.75 6.45 4.11 9.03 10.18 2.64 5.35 6.03	0.81 5.53 3.71 4.97 5.15 3.25 3.25 0.86	68.4 62.9 59.2 64.1 63.3 60.0 64.1 84.1	39.2 38.4 35.9 21.2 24.1 34.3 22.0 24.1 24.1	34.6
11 12 13 Dpony UI Pomp 22 G 14 15 16 17 18 19 20 21	A 3.3 Alaja pomp. miejscowe i RZADZENIE, RZADZENIE, W odcinku (0S-2001) (VS)=120 140 160 177 Olchowa Kastianowa Lipowa Mysiwala Raciboraba PLPiastora Mickewicza	6 - 9 9 - 10 w odcinku DeltaP [m 13: 11 - 13 13 - 11 11 - 12 12 - 14 13 - 15 15 - 20 20 - 14 Z2 - 14	300 300 13: ]=104	300 300 przy stru ([m]=42. 3.3. 3.3. 27. 300 300 250 250 250 200 250 200 300	13.1 0.1 umieniu 4 5 5 8 5 32.75 857 904 550 506 1228 770 143	0 0 [[/s] = 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.5 +0 1.5 000 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5	000000000000000000000000000000000000000	15 40 70 20 30 55 20 20	30.0 30.0 27.0 38.0 40.0 29.0 38.0 40.0 40.0	(730, 550) (730, 850) (730, 820) (800, 820) (800, 820) (730, 200) (800, 200) (800, 200) (800, 550)	154.19 78.43 38.43 -31.57 60.76 30.76 -24.24 75.81	2.18 2.18 1.11 0.78 1.00 1.24 0.63 0.77 1.07	24.75 24.75 6.45 10.18 2.64 5.35 5.35	2.47 0.81 5.53 3.71 4.97 5.15 3.25 4.12 0.86	68.4 62.9 59.2 64.1 63.3 60.0 64.1 64.1	39.2 38.4 35.9 21.2 24.1 34.3 22.0 24.1 24.1	34.6

08.09.2010

#### Biuro Studiów, Projektów i Realizacji ENERGOPROJEKT-KATOWICE SA

#### Kepno osiedle Murator. Dobór srednic.~ / Zestawienie rur Program WODA wersja 13.3, Copyright (C) 2010 T.Niederlinska Gliwice

Dn	Dw[mm]	Odc.	Pocz -	Konc	L[m]
110	99.4	16 18 20 22 23 46 36	25 - 23 - 20 - 34 - 18 - 27 - 28 -	26 21 19 18 17 21 33	70.0 170.0 75.0 50.0 50.0 70.0 175.0 Razem 660.0
160	144.6	15 19 48 49 50	24 - 21 - 24 - 29 - 31 -	25 20 29 31 28	70.0 55.0 75.0 70.0 70.0 Razem 340.0
225	203.4	1 2 3 14	SUW - 1 - 2 - 1 -	1 2 3 24	430.0 185.0 100.0 65.0 Razem 780.0
25	22.0	13	10 -	11	100.0 Razem 100.0
32	28.4	44 43 42	24 - 29 - 31 -	38 30 32	70.0 40.0 50.0 Razem 160.0
40	36.0	26 28 38 40 41	12 - 12 - 33 - 36 - 36 -	11 14 35 35 37	115.0 115.0 90.0 160.0 105.0 Razem 585.0
50	45.2	4 7 8 6 29 30 35	3 - 4 - 5 - 22 - 17 - 16 - 21 -	4 5 6 4 16 15 5	65.0 260.0 55.0 100.0 95.0 50.0 160.0 Razem 785.0
63	57.0	9 10 12 27 31 32 33 34 39	6 - 9 - 12 - 15 - 18 - 19 - 20 - 28 -	7 8 10 9 8 15 7 6 36	75.0 80.0 115.0 90.0 70.0 100.0 170.0 165.0 85.0 Razem 950.0
90	81.4	11 52 17 21 24 25 51 45 37 47	8 - 22 - 26 - 19 - 17 - 13 - 25 - 33 - 28 -	9 22 23 23 34 13 12 22 27 34 27	160.0 60.0 0.0 65.0 30.0 115.0 100.0 40.0 220.0 140.0 70.0 Razem 1000.0
naryczna o emnosc sie	dlugosc sieci [m] eci [m3]			= =	5360.0 45.67

08.09.2010





