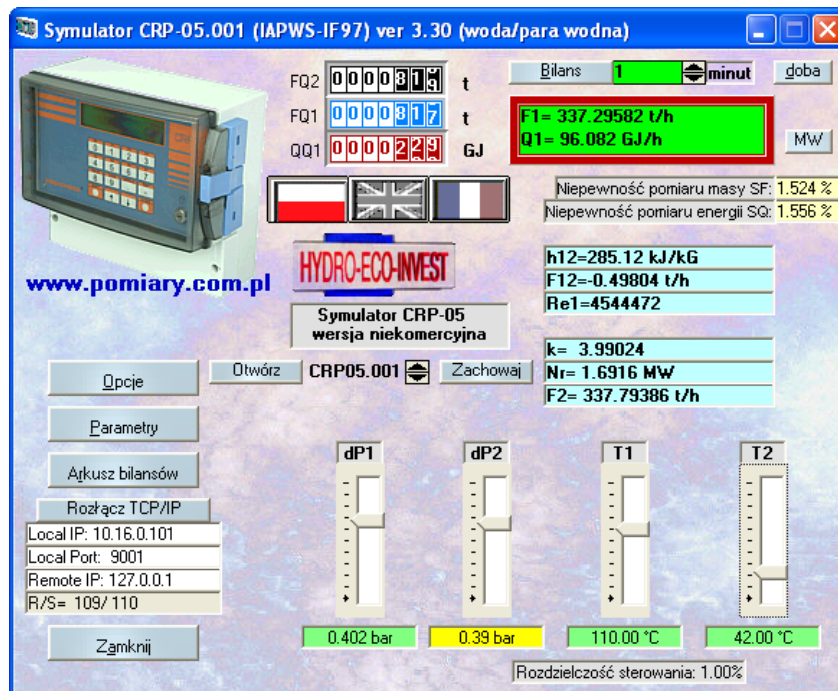


## Symulator CRP-05®

ver. 3.3x

Program Symulator CRP-05 umożliwia przeprowadzenie obliczeń odpowiadających pomiarom dokonywanym za pomocą przelicznika CRP-05. Wszystkie obliczenia dokonywane są za pomocą tych samych procedur i z taką samą precyzją jak w rzeczywistym urządzeniu. Obliczenia dokonywane przez CRP-05 obejmują nie tylko natężenie przepływu masowego i energii, ale także aktualne parametry termodynamiczne i niepewność pomiaru dla danego punktu pracy.



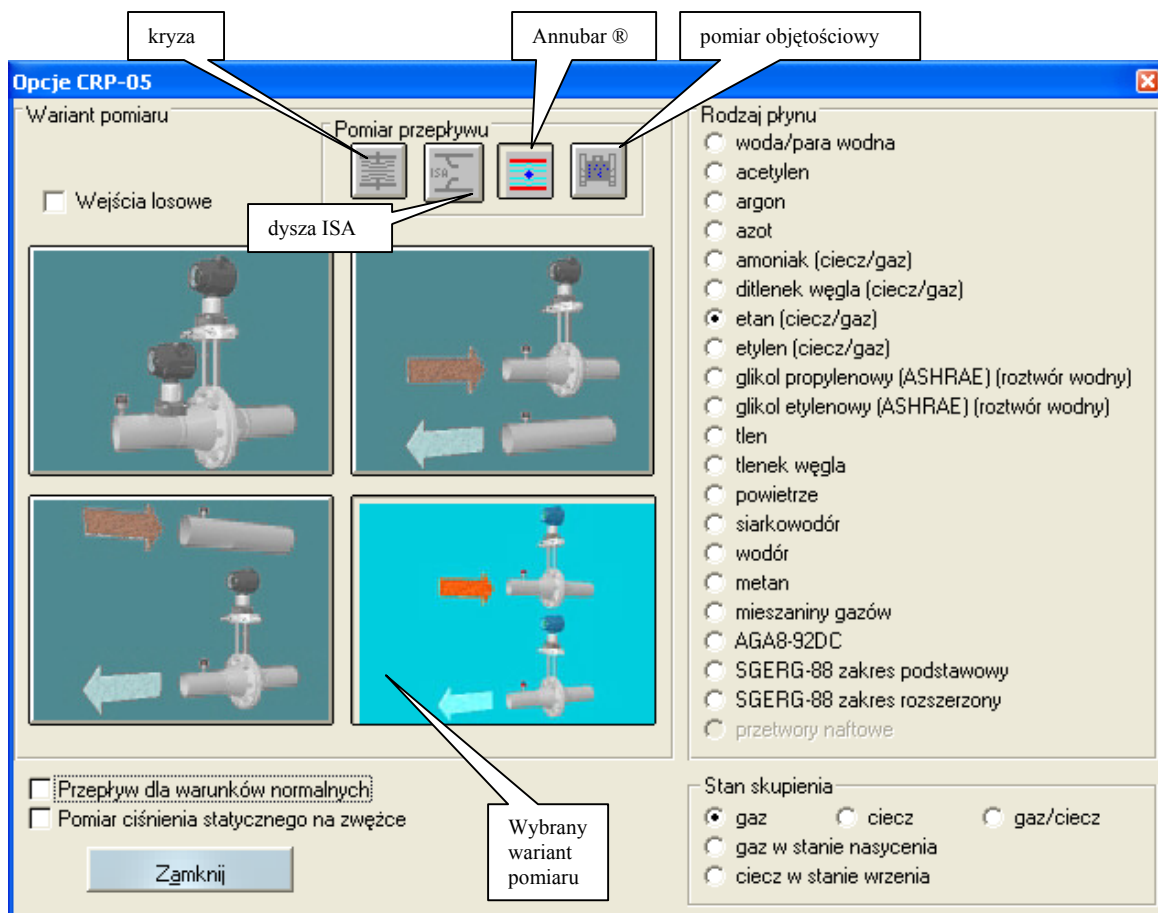
Wygląd głównego okna programu zależy od wybranego wariantu pomiaru w oknie *Opcje*. Użytkownik może zadawać wartości pomiarów poprzez zmianę ustawienia suwaków. Wartości zmian pomiarów zależą od zakresów przetworników pomiarowych podanych w oknie *Parametry*. Każda zmiana wartości pomiaru powoduje przeliczenie wartości pomiaru, parametrów termodynamicznych i niepewności pomiaru. Jeżeli podane wartości i wybrane opcje nie odpowiadają warunkom poprawnej pracy, to zamiast wartości wyświetlany jest komunikat „błąd danych”. Dla pomiarów zwężkowych podawana jest aktualna liczba Reynolds’a, natomiast dla pomiarów z przetwornikiem objętościowym wyświetlana jest aktualna średnia prędkość przepływu. Wartość pomiaru przepływu masowego jest wyświetlana w jednostkach [t/h]. Dla pomiarów gazów innych niż para wodna można w oknie *Opcje* wybrać wyświetlanie przepływu przeliczone do warunków normalnych (0°C i ciśnienie absolutne 1.01325 bar) w jednostkach [Nm<sup>3</sup>/h].

Wskazanie kursorem wartości różnicy ciśnień na zwężce powoduje wyświetlenie wartości straty ciśnienia na elemencie spiętrzającym, a w przypadku pary wodnej, wskazanie kursorem temperatury powoduje wyświetlenie temperatury nasycenia.

Niepewność pomiaru przepływu i energii obliczana jest jako całkowita niepewność pomiaru przepływu na zwężce pomiarowej uwzględniająca niepewność pomiaru różnicy ciśnień, wymiarów geometrycznych zwężki i rurociągu, stosunek wartości spiętrzenia do ciśnienia absolutnego, niepewność pomiaru ciśnienia i temperatury, wyliczanych na ich podstawie parametrów termodynamicznych i liczby przepływu. Parametry przetwornika różnicy ciśnień można definiować lub wpisać automatycznie parametry wybranego przetwornika firm: Emerson Process Management, Siemens lub ABB.

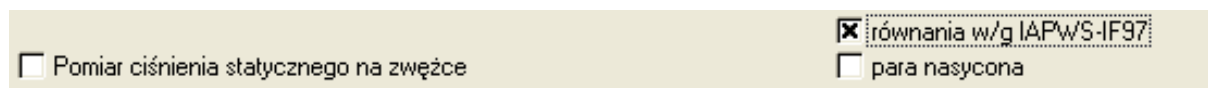
Dostępne zlecenia okna głównego programu:

- Opcje** Otwiera okno umożliwiające wybór konfiguracji układu pomiarowego, rodzaj pomiaru natężenia przepływu, rodzaj płynu lub skład jego mieszaniny.
- Parametry** Ustalanie takich parametrów jak zakres zmian wielkości wejściowych oraz parametry rurociągu i kryzy (jeżeli jest wybrana jako urządzenie pomiarowe). Dla pomiarów zwężkowych umożliwia zaprogramowanie parametrów przetwornika, a dla symulacji ciepłomierza określenie obliczeniowego natężenia przepływu w zależności od zamówionej mocy.
- Arkusz bilansów** Wyświetlenie arkusza z wynikami obliczeń. Dane do arkusza są przekazywane po każdym wybraniu polecenia *Bilans*. Zamknięcie okna z arkuszem powoduje jego skasowanie. Po otwarciu arkusza jego zawartość można przekopiować do schowka lub wydrukować. Jeżeli wybierze się polecenie *Liczby*, to z danych w arkuszu zostaną usunięte nazwy jednostek, a zostaną same liczby.
- Rozłącz TCP/IP** Rozłączenie połączenia TCP/IP z serwerem OPC.
- Otwórz** Ponownie uruchomienie zgodne z wybranym zbiorem INI. Zbiory INI wybiera się za pomocą strzałek. Zbiory znajdują się w katalogu, gdzie został zainstalowany symulator i noszą nazwę CRP05.xxx, gdzie xxx liczby od 001 do 1000. Jeżeli zbiór o wybranym numerze nie istnieje, to klawisz otwierania jest nieaktywny. Wybrany zbiór jest przepisywany do zbioru CRP05.INI, a program ponownie inicjalizowany. Przełączanie zbiorów i ponowną inicjalizacja programu możliwa jest też z poziomu klienta OPC.
- Zachowaj** Zachowanie aktualnych ustawień i stanu w wybranym zbiorze INI. Stan i opcje programu są automatycznie zachowywane w trakcie zamykania okna symulatora. Ponowne uruchomienie symulatora przywraca te ustawienia.
- Zamknij** Zamknięcie okna z symulatorem.
- Bilans** Przeliczenie sumarycznego bilansu masy i energii dla ustawionej liczby minut. Klawisz *doba* umożliwia wprowadzenie liczby minut odpowiadających dobie
- MW** Ustawienie jednostki mocy MW zamiast GJ/h
- Ustawienia językowe** Wybranie klawisza z symbolem odpowiednią flagą (polska, angielską lub francuską) powoduje przełączenie na odpowiednią wersję językową. Wszystkie pozostałe ustawienia pozostają bez zmian.



Widok okna *Opcje*

Okno to umożliwia wybór wariantu pomiaru, typ układu pomiaru i rodzaj płynu. Wygląd okna zależy od wybranego rodzaju płynu.



Wybór płynu *woda/para wodna* umożliwia przeliczanie parametrów wody i pary wodnej zgodnie z procedurami IAPWS-IF97. Uwzględnione są zakresy 1, 2 i 4. Zmiana fazy jest dokonywana automatycznie. Dzięki temu można prowadzić pomiary dla układów: para, woda, para/para, para/woda, woda/woda, woda lodowa, woda lodowa/woda. Jeżeli włączona jest opcja *Para nasycona*, to w przypadku przekroczenia linii nasycenia, ciśnienie jest obliczane jako ciśnienie nasycenia dla zadanej temperatury, jednocześnie sprawdzając czy nie został przekroczony punkt krytyczny. Wyłączenie opcji procedury *IF 97* powoduje przejście na procedury *IFC-67*.

W przypadku korzystania z przetworników różnicy ciśnień mierzącego jednocześnie ciśnienie statyczne (jak np. 3095) należy wybrać opcję: *pomiar ciśnienia statycznego na zwężce* dla skorygowania ciśnienia statycznego od wpływu ciśnienia różnicowego.

Temperatura płynu jest uwzględniana również dla korekcji wymiarów geometrycznych rurociągu i elementów spiętrzających. Przyjęto założenie, że rurociągi wykonane są ze stali węglowej, a elementy spiętrzające ze stali chromo-niklowej.

Opcja *Wejścia losowe* uruchamia generator liczb losowych sterujący wejściami pomiarowymi.

Obliczanie masy gazów odbywa się na podstawie pomiaru temperatury, ciśnienia statycznego i przepływu objętościowego na rurociągu. Do wyznaczania gęstości gazu względem zmierzonych parametrów wykorzystuje równania stanu gazu Beattie-Bridgeman'a lub Redlich-Kwong z modyfikacją Soave. Równania te służą także dla obliczania wykładnika izentropy. W przypadku gazów wilgotnych, na podstawie znajomości wilgotności względnej, wyliczane jest ciśnienie parcjale pary wodnej dla danej temperatury. Gęstość gazu wyliczana jest na podstawie ciśnienia skorygowanego o ciśnienie pary wodnej i gęstości pary wodnej. Lepkość obliczana jest na podstawie wzoru Satherland'a, a następnie korygowana dla ciśnienia rzeczywistego metodą residuów. Dla azotu, dwutlenku węgla, metanu, amoniaku i siarkowodoru kontrolowana jest linia nasycenia. Przekroczenie linii nasycenia powoduje wyświetlenie temperatury nasycenia na czerwonym tle.

- Przepływ dla warunków normalnych
- Pomiar ciśnienia statycznego na zwężce

Wybór pomiaru gazu innego niż para powoduje, że niedostępna jest opcja *Para nasycona*. W to miejsce pojawia się opcja *Przepływ dla warunków normalnych* umożliwiającą przeliczanie przepływu masowego na objętościowy dla temperatury 0°C i ciśnienia statycznego absolutnego 1.01325 bar. Analogicznie jak dla pary w przypadku korzystania z przetworników różnicy ciśnień mierzącego jednocześnie ciśnienie statyczne (jak np. 3095) należy wybrać opcję: *pomiar ciśnienia statycznego na zwężce* dla skorygowania ciśnienia statycznego od wpływu ciśnienia różnicowego.

Stan skupienia

gaz     
  ciecz     
  gaz/ciecz

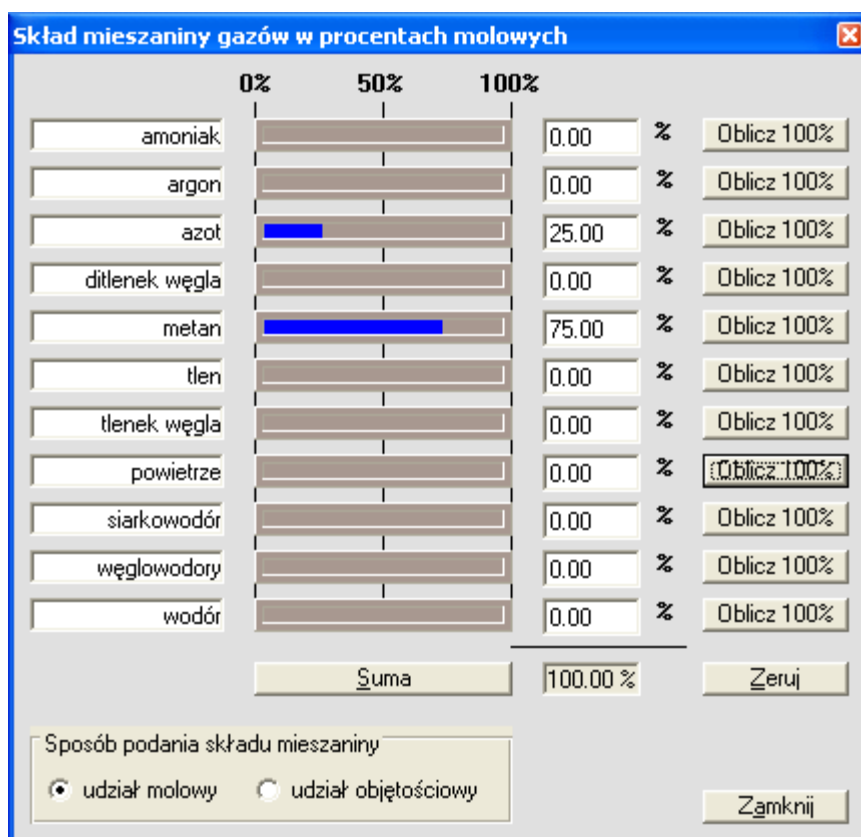
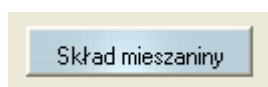
gaz w stanie nasycenia

ciecz w stanie wrzenia

Wybór płynu z adnotacją (*ciecz/gaz*) umożliwia wybór stanu skupienia. Obliczenia prowadzone są wg nastp. schematów:

- gaz* Obliczenia dla fazy gazowej, przekroczenie linii nasycenia powoduje skorygowanie ciśnienia, do ciśnienia nasycenia
- ciecz* Obliczenia dla fazy ciekłej, przekroczenie linii nasycenia powoduje skorygowanie ciśnienia, do ciśnienia nasycenia
- gaz/ciecz* Obliczenia dla fazy gazowej, przekroczenie linii nasycenia powoduje przejście do obliczeń dla fazy ciekłej
- gaz w stanie nasycenia* Obliczenia dla fazy gazowej. Odczytywana jest temperatura, a ciśnienie obliczane wg linii nasycenia.
- ciecz w stanie wrzenia* Obliczenia dla fazy ciekłej. Odczytywana jest temperatura, a ciśnienie obliczane wg linii nasycenia.

Wybranie w oknie *Opcje* rodzaju płynu *mieszanina gazu* umożliwia uruchomienie okna *Skład mieszaniny* poprzez wybranie klawisza *Skład mieszaniny*.



Widok okna *Skład mieszaniny gazów*

Dostępne są zlecenia:

**Oblicz 100%** Oblicza udział danego gazu tak, aby suma wszystkich składników była 100%

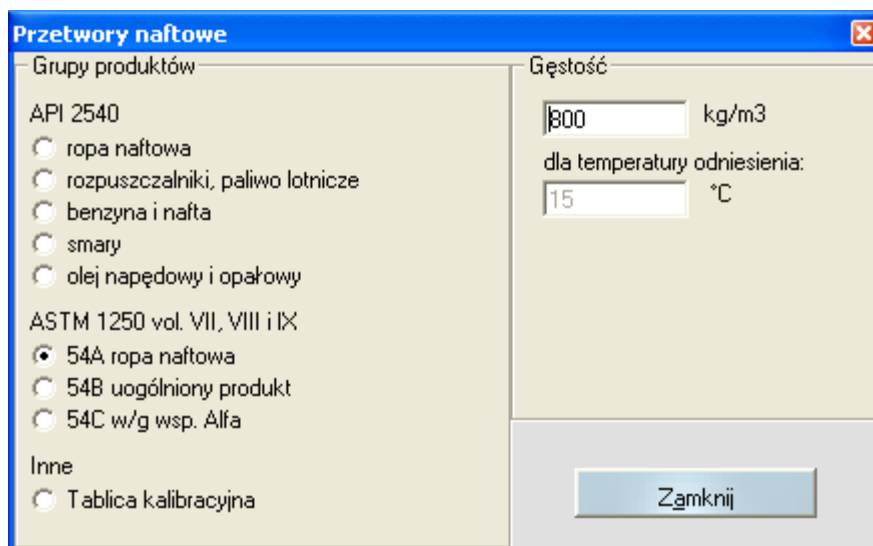
**Zeruj** Wyzerowanie wszystkich składników

**Suma** Obliczenie aktualnej sumy wszystkich składników

**Zamknij** Zamknięcie okna. Możliwe jest tylko po poprawnym podaniu składu mieszaniny.

Skład mieszaniny gazów można podawać dla udziałów molowych lub objętościowych. W przypadku podania składu objętościowego pomiar gęstości gazu odbywa się z korektą w zależności od współczynnika ściśliwości obliczanego dla bieżących warunków gazów wchodzących w skład mieszaniny. Dzięki temu uwzględniona jest zmiana ciśnienia parcjalego poszczególnych składników mieszaniny dla aktualnego punktu pracy. Umożliwia to precyzyjne przeliczanie przepływu mieszaniny także dla pomiarów zwężkowych.

Wybranie przepływu objętościowego umożliwia wybranie opcji paliwa ropopochodne. Opcja ta powoduje wyświetlenie klawisza *Przetwory naftowe*. Klawisz ten wyświetla okno wyboru opcji dla paliw.



Widok okna *Paliwa ropopochodne*

Okno to umożliwia wybór grupy produktów oraz wprowadzenie gęstości dla temperatury odniesienia. Na podstawie tych parametrów obliczany jest współczynnik VCF (*Volume Correction Factor*) dla obliczenia gęstości w zadanej temperaturze zgodnie z API 2540, ASTM D 1250-80 tablice 54A, 54B i 54C oraz na podstawie tablicy kalibracyjnej.

Dla procedur API należy podać gęstość i temperaturę dla warunków odniesienia. Dla procedur ASTM gęstość dla 15 °C, a dla 54C dodatkowo współczynnik rozszerzalności *alfa* wg wzoru:

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{V_0} \left( \frac{V - V_0}{T - T_0} \right)$$

gdzie:  $V_0$  objętość w temperaturze  $T_0=15$  °C, a  $V$  objętość w temperaturze  $T$ .

Podanie współczynnika *alfa* w zakresie  $486 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  do  $1674 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  oraz gęstości dla 15 °C umożliwia przeliczanie gęstości dla temperatur od  $-18^{\circ}\text{C}$  do  $150$  °C .

Zakres temperatur [°C]	Współczynnik rozszerzalności dla 15 °C [ $10^{-6} 1/^{\circ}\text{C}$ ]
-18.0 do 150.0	486 do 918
-18.0 do 125.0	919 do 954
-18.0 do 95	955 do 1674

Tablica 54A ropy naftowej. W zależności od gęstości, dopuszczalne są różne podzakresy temperatur od  $-18^{\circ}\text{C}$  do  $150^{\circ}\text{C}$ .

Temperatura [ $^{\circ}\text{C}$ ]	Gęstość [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]
-18.00 do 95.00	610.5 do 778.5
-18.00 do 125.00	779.0 do 824.0
-18.00 do 150.00	824.5 do 1075.0

Tablica 54B obejmuje takie produkty jak: benzyna, benzyna lotnicza oraz oleje napędowe. W zależności od gęstości, dopuszczalne są różne podzakresy temperatur od  $-18^{\circ}\text{C}$  do  $150^{\circ}\text{C}$ .

Temperatura [ $^{\circ}\text{C}$ ]	Gęstość [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]
-18.00 do 95.00	653.0 do 778.5
-18.00 do 125.00	779.0 do 824.0
-18.00 do 150.00	824.5 do 1075.0

Temperatury przekraczające zakres są ignorowane.

Zaznaczenie opcji *Przepływ dla warunków normalnych* powoduje przeliczenie przepływu objętościowego dla temperatury  $15^{\circ}\text{C}$ .

Widok okna *Paliwa ropopochodne* dla opcji: Tablica korekcyjna

W przypadku wybrania opcji *Tablica korekcyjna* można podać gęstość dla wybranej temperatury odniesienia i dodatkowo dwie gęstości dla dwóch różnych temperatur. Temperatury muszą być podane narastająco, a gęstości malejąco. Inaczej wprowadzone dane zostaną zmienione. Na tej podstawie za pomocą metody najmniejszych kwadratów tworzony jest wielomian aproksymujący rzędu drugiego.

Wybranie rodzaju gazu *SGERG-88 zakres podstawowy* lub *SGERG-88 zakres rozszerzony* umożliwi obliczanie przepływu gazu ziemnego z wykorzystaniem właściwości fizycznych (wg PN-ISO 12213-3:2004 oraz PN-ISO 6976:2003)

Zakres podstawowy metody obejmuje gaz o jakości gazociągowej dla poniższych zakresów:

parametr	oznaczenie	jednostka	dolny zakres	górnny zakres
ciśnienie absolutne	$p$	Mpa	0	12
temperatura	$T$	K	263	338
ułamek molowy ditlenku węgla	$x_{CO_2}$	-	0	0.20
ułamek molowy wodoru	$x_{H_2}$	-	0	0.10
ciepło spalania	$H_S$	MJm <sup>-3</sup>	30	45
gęstość względna	$d$	-	0.55	0.80

Zakres rozszerzony obejmuje gaz o poniższych zakresach:

parametr	oznaczenie	jednostka	dolny zakres	górnny zakres
ciśnienie absolutne	$p$	Mpa	0	12
temperatura	$T$	K	263	338
ułamek molowy ditlenku węgla	$x_{CO_2}$	-	0	0.30
ułamek molowy wodoru	$x_{H_2}$	-	0	0.10
ciepło spalania	$H_S$	MJm <sup>-3</sup>	20	45
gęstość względna	$d$	-	0.55	0.90

Metoda obliczania z wykorzystaniem właściwości fizycznych jest oparta na równaniu wiralnym GERG 88 w wersji standardowej (SGERG-88) dla gazów ziemnych. Równanie wiralne, z którego oblicza się współczynnik ściśliwości  $Z$  jest w postaci:

$$Z = 1 + \beta\rho_m + C\rho_m^2$$

$B$  i  $C$  są funkcjami ciepła spalania  $H_S$ , gęstości względnej  $d$ , zawartości obojętnych jak i palnych niewęglowodorowych składników mieszaniny gazowej ( $CO_2$  i  $H_2$ ) oraz temperatury  $T$ .

$\rho_m$  jest gęstością molową określoną równaniem:

$$\rho_m = \frac{p}{ZRT}$$

gdzie:

$$Z = f_1(p, T, H_s, d, x_{CO_2}, x_{H_2})$$

W metodzie SGERG-88 traktuje się gaz ziemny jako mieszaninę pięciu składników, tj. równoważnego gazu węglowodorowego (gazu o identycznych właściwościach termodynamicznych jak właściwości mieszaniny węglowodorów zawartych w gazie ziemnym),  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2$  i  $CO$ . Do obliczeń konieczne jest także jego molowe ciepło spalania  $H_{CH}$ .

Do obliczeń stosuje się zależność:

$$Z = f_2(p, T, H_{CH}, x_{CH}, x_{N_2}, x_{CO_2}, x_{H_2}, x_{CO})$$

Obliczenia wykonuje się w trzech krokach:

1. Z danych wejściowych oblicza się iteracyjnie skład mieszaniny pięcioskładnikowej, tak, aby obliczone dla tego składu ciepło spalania i gęstość względna w zadawalający sposób pokrywała się z danymi wejściowymi.
2. Dla obliczonego składu wyznacza się wartości współczynników wirialnych  $B$  i  $C$ .
3. Rozwiązuje się układ równań opisujący współczynnik ściśliwości i gęstość molową względem  $Z$  i  $q_m$ .

Dla zapewnienia zbieżności metod numerycznych sprawdzane są następujące warunki:


$$d > 0.55 + 0.97x_{CO_2} - 0.45x_{H_2}$$

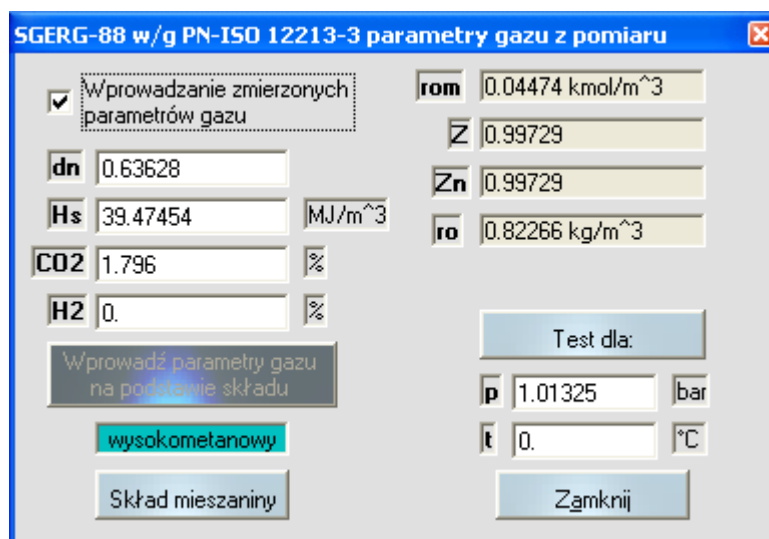
$$-0.01 \leq x_{N_2} \leq 0.5$$

$$x_{N_2} + x_{CO_2} \leq 0.5$$

$$d > 0.55 + 0.4x_{N_2} + 0.97x_{CO_2} - 0.45x_{H_2}$$

Jeżeli którykolwiek z tych warunków nie jest spełniony, obliczenia są przerywane, wyświetlany jest komunikat, a za gęstość przyjmuje się wartość dla powietrza w warunkach normalnych.

Wybranie tego rodzaju płynu powoduje wyświetlenie klawisza , który otwiera okno:



The screenshot shows a software window titled "SGERG-88 w/g PN-ISO 12213-3 parametry gazu z pomiaru". It contains several input fields and buttons. On the left, there is a checked checkbox "Wprowadzanie zmierzonych parametrów gazu". Below it are fields for "dn" (0.63628), "Hs" (39.47454 MJ/m<sup>3</sup>), "CO2" (1.796 %), and "H2" (0. %). A button "Wprowadź parametry gazu na podstawie składu" is present, with a sub-button "wysokometanowy" highlighted in green. At the bottom left is a button "Skład mieszaniny". On the right, there are fields for "rom" (0.04474 kmol/m<sup>3</sup>), "Z" (0.99729), "Zn" (0.99729), and "ro" (0.82266 kg/m<sup>3</sup>). Below these are fields for "p" (1.01325 bar) and "t" (0. °C). At the bottom right are buttons "Test dla:", "Zamknij", and "Zamknij".

Widok okna dla wprowadzania danych dla metody *SGERG-88*

Dane wejściowe dla metody SGERG-88 mogą pochodzić bezpośrednio z pomiarów lub mogą być obliczane na podstawie znajomości składu zgodnie z PN-ISO 6976:2003.

W przypadku wybrania opcji *Wprowadzanie zmierzonych parametrów gazu* można edytować wartości dla gęstości względnej  $d_n$ , ciepła spalania  $H_S$  i udziałów molowych  $H_2$  i  $CO_2$ . Wprowadzając wartości ciśnienia absolutnego i temperatury oraz naciskając klawisz *Test*, można przeprowadzić obliczenia testujące. Jeżeli dane są poza zakresem metody, zostanie wyświetlony odpowiedni komunikat.

W przypadku nie wybrania opcji *Wprowadzanie zmierzonych parametrów gazu*, nie można edytować wartości pomiarowych. W tym przypadku można wprowadzić skład gazu i naciskając klawisz *Wprowadź parametry gazu na podstawie składu*, obliczyć dane wejściowe dla metody SGERG-88. Okno wprowadzania składu mieszaniny otwiera się klawiszem *Skład mieszaniny*.

	0%	50%	100%		
METAN CH4			92.7538	%	Oblicz 100%
ETAN C2H6			0.0000	%	Oblicz 100%
PROPAN C3H8			0.0000	%	Oblicz 100%
n-BUTAN C4H10			0.0000	%	Oblicz 100%
i-BUTAN C4H10			0.0000	%	Oblicz 100%
n-PENTAN C5H12			0.0000	%	Oblicz 100%
i-PENTAN C5H12			0.0000	%	Oblicz 100%
n-HEKSAN C6H14			0.0000	%	Oblicz 100%
n-HEPTAN C7H16			0.0000	%	Oblicz 100%
n-OKTAN C8H18			0.0000	%	Oblicz 100%
n-NONAN C9H20			0.0000	%	Oblicz 100%
ETYLEN C2H4			0.0000	%	Oblicz 100%
PROPEN C3H6			0.0000	%	Oblicz 100%
n-DEKAN C10H22			0.0000	%	Oblicz 100%
1-BUTEN C4H8			0.0000	%	Oblicz 100%
cis-2-BUTEN C4H8			0.0000	%	Oblicz 100%
IZOBUTEN C4H8			0.0000	%	Oblicz 100%
1,2-BUTADIEN C4H6			0.0000	%	Oblicz 100%
1,3-BUTADIEN C4H6			0.0000	%	Oblicz 100%
1-PENTEN C5H10			0.0000	%	Oblicz 100%
CYKLOPENTAN C5H10			0.0000	%	Oblicz 100%
BENZEN C6H6			0.0000	%	Oblicz 100%
TOLUEN C7H8			0.0000	%	Oblicz 100%
METANOL CH3OH			0.0000	%	Oblicz 100%
WODÓR H2			0.0000	%	Oblicz 100%
PARA WODNA H2O			0.0000	%	Oblicz 100%
SIARKOWODÓR H2S			0.0000	%	Oblicz 100%
TLENEK WĘGLA CO			0.0000	%	Oblicz 100%
HEL He			0.0000	%	Oblicz 100%
NEON Ne			0.0000	%	Oblicz 100%
ARGON Ar			0.0000	%	Oblicz 100%
AZOT N2			5.4502	%	Oblicz 100%
TLEN O2			0.0000	%	Oblicz 100%
DITLENEK WĘGLA CO2			1.7960	%	Oblicz 100%
DITLENEK SIARKI SO2			0.0000	%	Oblicz 100%
POWIETRZE			0.0000	%	Oblicz 100%
<b>Suma</b>			<b>100.0000</b>	<b>%</b>	

Sposób podania składu mieszaniny  
 udział molowy  
 udział objętościowy

N9  
N43

Zeruj Zamknij

Widok okna dla wprowadzania składu mieszaniny wg ISO 6976

Zasada wprowadzania danych jest analogiczna jak dla poprzednio opisywanego okna dla mieszanin gazów. Podana w normie ISO 6976 metoda umożliwia obliczanie wartości kalorycznych, gęstości względnej dla suchego gazu ziemnego, substytutu gazu ziemnego lub innego paliwa gazowego na podstawie znajomości jego składu. Stosowane są równania, w których dla wszystkich rodzajów substancji w mieszaninie gazowej, wartości właściwości termodynamicznych gazu doskonałego mnożone są przez odpowiadające im ułamki molowe, a następnie wszystkie składowe są sumowane, aby uzyskać średnią ważoną wartość molową danej właściwości mieszaniny uznanej za gaz doskonały. Wartości odniesione do jednostki objętości są następnie (w wyniku zastosowania objętościowego współczynnika poprawkowego) przekształcane w wartości odpowiednie dla stanu gazu rzeczywistego.

Jednocześnie wykorzystując metodę Wilke'go obliczana jest lepkość mieszaniny. Umożliwia to obliczanie przepływu dla przepływomierzy zwężkowych. Z tego samego powodu obliczany jest także współczynnik izentropy dla mieszaniny gazów. Jeżeli skład mieszaniny nie jest podany (obliczenia prowadzone są na podstawie zmierzonych właściwości fizycznych), za skład mieszaniny przyjmuje się wynik obliczeń z pierwszego kroku metody SGERG-88.

Jeżeli znany jest skład objętościowy mieszaniny, to może być przeliczony na skład molowy zgodnie z ISO 6976.

Klawisze *N9* i *N43* umożliwiają wprowadzenie testowych składów mieszanin.

Symulator przelicza wartość opałową gazu do aktualnych wartości ciśnienia i temperatury.

Dzięki temu w oknie *Opcje* wybranie opcji  Moc cieplna umożliwia przeliczanie wyświetlanie potencjalnej mocy cieplnej gazu uwzględniając ciepło spalania dla warunków pomiaru.

Wybranie rodzaju płynu *AGA8-92DC* umożliwia obliczanie przepływu gazu ziemnego na podstawie składu zgodnie z PN-ISO 12213-2:2004.

Obliczenia prowadzone są z wykorzystaniem szczegółowego równania wirialnego *AGA8-92DC*, o postaci:

$$Z = 1 + B\rho_m - \rho_r \sum_{n=13}^{18} C_n^* + \sum_{n=13}^{58} C_n^* (b_n - c_n k_n \rho_r^{k_n}) \rho_r^{b_n} e^{(-c_n \rho_r^{k_n})}$$

gdzie:

$Z$	współczynnik ściśliwości
$B$	drugi współczynnik wirialny
$\rho_m$	gęstość molowa
$\rho_r$	gęstość zredukowana
$b_n, c_n, k_n$	stałe podane w normie
$C_n^*$	współczynniki będące funkcjami temperatury i składu gazu

Gęstość zredukowana  $\rho_r$  jest powiązana z gęstością molową za pomocą parametru  $K$  zależnego od rozmiaru mieszaniny.

Obliczenia prowadzone są w dwóch krokach:

1. Obliczany jest drugi współczynnik wirialny oraz  $C_n^*$ .
2. Rozwiązuje się układ równań opisujący współczynnik ściśliwości i gęstość molową względem  $Z$  i  $q_m$ .

Metoda stosowana jest dla poniższego zakresu parametrów:

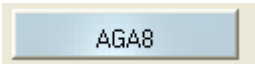
parametr	oznaczenie	jednostka	dolny zakres	górnny zakres
ciśnienie absolutne	$p$	Mpa	0	65
temperatura	$T$	K	225	350
ciepło spalania	$H_S$	MJm <sup>-3</sup>	20	48
gęstość względna	$d$	-	0.55	0.90

Dopuszczalne wartości ułamków molowych dla podstawowych składników gazu ziemnego:

składnik mieszaniny	minimalny ułamek molowy	maksymalny ułamek molowy
metan	0.50	1.00
azot	0	0.50
ditlenek węgla	0	0.30
etan	0	0.20
propan	0	0.05
wodór	0	0.10

Jeżeli znany jest skład objętościowy mieszaniny, to może być przeliczony na skład molowy zgodnie z ISO 6976.

Skład mieszaniny wprowadza się po wybraniu klawisza



Otwiera on okno:

	0%	50%	100%	
METAN CH4				96.5000 % Oblicz 100%
AZOT N2				0.3000 % Oblicz 100%
DITLENEK WĘGLA CO2				0.6000 % Oblicz 100%
ETAN C2H6				1.8000 % Oblicz 100%
PROPAN C3H8				0.4500 % Oblicz 100%
PARA WODNA H2O				0.0000 % Oblicz 100%
SIARKOWODÓR H2S				0.0000 % Oblicz 100%
WODÓR H2				0.0000 % Oblicz 100%
TLENEK WĘGLA CO				0.0000 % Oblicz 100%
TLEN O2				0.0000 % Oblicz 100%
IZOBUTEN C4H8				0.1000 % Oblicz 100%
iso-PENTAN C5H12				0.0500 % Oblicz 100%
n-PENTAN C5H12				0.0300 % Oblicz 100%
n-BUTAN C4H10				0.1000 % Oblicz 100%
n-HEKSAN C6H14				0.0700 % Oblicz 100%
n-HEPTAN C7H16				0.0000 % Oblicz 100%
n-OKTAN C8H18				0.0000 % Oblicz 100%
n-NONAN C9H20				0.0000 % Oblicz 100%
n-DEKAN C10H22				0.0000 % Oblicz 100%
HEL He				0.0000 % Oblicz 100%
ARGON Ar				0.0000 % Oblicz 100%
<b>Suma</b>	<b>100.0000 %</b>			

Sposób podania składu mieszaniny  
 udział molowy  
 udział objętościowy

G1 G6

0.99741  
 Zn 0.99741  
 ro 0.7516 kg/m<sup>3</sup>

Test dla:

p 1.01325 bar  
t 0 °C

Zeruj Zamknij

Okno wprowadzania składu mieszaniny dla metody *AGA8*

Zasady wprowadzania składu mieszaniny są analogiczne jak dla pozostałych opcji. Możliwe jest przetestowanie, czy podany skład odpowiada zakresom podanym w normie. Jeżeli dane wejściowe są nieprawidłowe, to wyświetlany jest odpowiedni komunikat. Klawisze *G1* i *G6* umożliwiają wprowadzenie testowych składów mieszanin.

Widok okna *Parametry* zależy od wybranego wariantu pomiaru i typu urządzenia pomiarowego. W przypadku wybrania pomiaru na jednym rurociągu i kryzy lub dyszy zestaw zleceń jest następujący.

***dp\_min*** Dolny zakres zmian dp

***dp\_max*** Górny zakres zmian dp

***p\_min*** Dolny zakres zmian ciśnienia statycznego absolutnego

***p\_max*** Górny zakres zmian ciśnienia statycznego absolutnego

***Względna zmian temp. otoczenia*** Względna zmiana temperatury otoczenie w stosunku do temperatury kalibracji przetwornika pomiaru różnicy ciśnień

***t\_min*** Dolny zakres zmian temperatury

***t\_max*** Górny zakres zmian temperatury

***d\_20*** Średnica otworu zwężki dla 20°C

***D\_20*** Średnica wewnętrzna rurociągu dla 20°C

***Przetwornik*** Otwarcie okna umożliwiającego edycję parametrów przetwornika różnicy ciśnień i zwężki dla obliczania niepewności pomiaru

Wybór typu rurki spiętrzającej

Parametr automatycznie wpisywany po wybraniu typu rurki spiętrzającej

Wymiary rurociągu są ograniczane w zależności od wybranego elementu spiętrzającego

Widok okna *Parametry* w przypadku wyboru pomiaru za pomocą rurki spiętrzającej typu Annubar

The screenshot shows a software window titled "Parametry CRP-05". It contains several input fields with units and two buttons. The fields are arranged in two columns. The left column contains: V1\_min (0, m<sup>3</sup>/h), V1\_max (10, m<sup>3</sup>/h), T1\_min (50, °C), T1\_max (150, °C), T2\_min (20, °C), T2\_max (120, °C), P1 (16, bar), and P2 (16, bar). The right column contains: V2\_min (0, m<sup>3</sup>/h), V2\_max (10, m<sup>3</sup>/h), D1\_20 (150, mm), and D2\_20 (150, mm). At the bottom right, there are two buttons: "Moc cieplna" and "Zamknij".

Widok okna *Opcje* w przypadku wybrania opcji ciepłomierza z pomiarem na dwóch rurociągach i pomiarem objętościowym

- |                      |   |                       |   |
|----------------------|---|-----------------------|---|
| <b><i>V_min</i></b>  | Dolny zakres zmian natężenia przepływu na zasilaniu | <b><i>V2_min</i></b>  | Dolny zakres zmian natężenia przepływu na powrocie                      |
| <b><i>V_max</i></b>  | Górny zakres zmian natężenia przepływu na zasilaniu | <b><i>V2_max</i></b>  | Górny zakres zmian natężenia przepływu na powrocie                      |
| <b><i>t1_min</i></b> | Dolny zakres zmian temperatury na zasilaniu         | <b><i>D1_20</i></b>   | Średnica wewnętrzna rurociągu zasilającego                              |
| <b><i>t1_max</i></b> | Górny zakres zmian temperatury na zasilaniu         | <b><i>D2_20</i></b>   | Średnica wewnętrzna rurociągu powrotnego                                |
| <b><i>t2_min</i></b> | Dolny zakres zmian temperatury na powrocie          |                       |   |
| <b><i>t2_max</i></b> | Górny zakres zmian temperatury na powrocie          |                       |   |
| <b><i>p1</i></b>     | Ciśnienie statyczne absolutne na zasilaniu          | <b><i>Zamknij</i></b> | Zamknięcie okna   |
| <b><i>p2</i></b>     | Ciśnienie statyczne absolutne na powrocie           | <b><i>Moc</i></b>     | Przeliczanie obliczeniowego współczynnika przepływu dla mocy zamówionej |

**Parametry przetwornika przepływu**

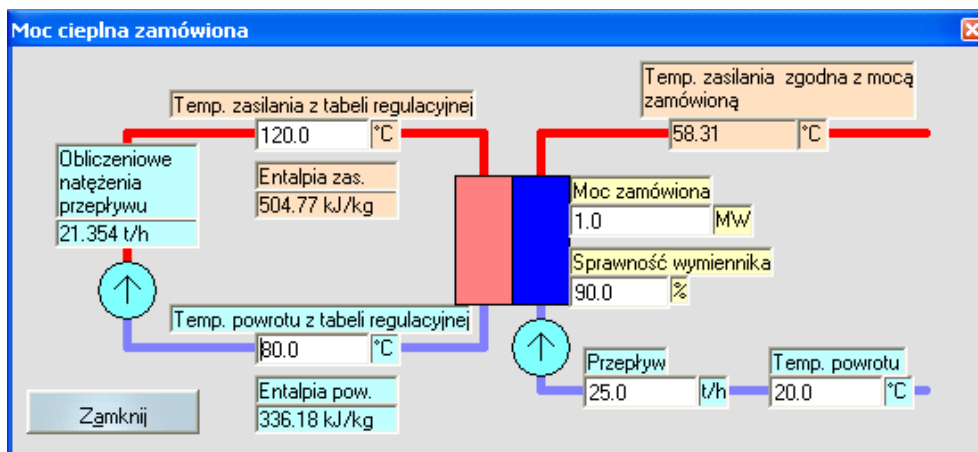
Zakres 1:100	Dokładność	0.065	%
Zakres 1:200	Stabilność	0.01	%/rok
Wpływ zmian temp.ot.dla górnej granicy/dla zakresu (zakres podstawowy)		0.0045 / 0.0223	%/10°C
Wpływ zmian temp.ot.dla górnej granicy/dla zakresu (zakres rozszerzony)		0.089 / 0.045	%/10°C
	Wpływ ciśn. stat. błąd zera	0.0	%/MPa
	Wpływ ciśn. stat. błąd zakresu	0.0145	%/MPa
	Niepewność pomiaru średnicy wewnętrznej	0.4	%
	Niepewność pomiaru średnicy otworu zwężki	0.07	%

Emerson 3051 S    Emerson 3051 S    Emerson 3095    Siemens Sitrans P

zdjęcia ze stron www producentów    ABB 2010 TD    ABB 2010 TC    Zamknij

Okno ustawiania parametrów przetwornika przepływu.

Parametry niezbędne dla obliczenia niepewności pomiaru przepływu można wprowadzić lub automatycznie wpisać dla przetworników firmy Emerson typu 3051S i 3095 i Siemens Sitrans P. Procedury obliczeniowe uwzględniają połączenie za pomocą protokołu HART™. Przetwornik 3095 wykorzystywany jest dla pomiaru różnicy ciśnień, ciśnienia statycznego i temperatury. Przeliczenie natężenia przepływu odbywa się z wykorzystaniem CRP-05.



Okno ustalania obliczeniowego natężenia przepływu

Wprowadzenie mocy zamówionej oraz temperatury zasilania i powrotu z tabeli regulacyjnej pozwala na obliczenie entalpii czynnika na zasilaniu i powrocie, a na tej podstawie obliczeniowego natężenia przepływu. Wartość ta jest wykorzystywana dla obliczania mocy rzeczywistej  $N_r$ . Umożliwia to kontrolowanie przekroczeń mocy zamówionej. Jednocześnie można sprawdzić, czy przy określonym natężeniu przepływu po stronie wtórnej i temperaturze powrotu, wymagana dla danej mocy i sprawności temperatura na wyjściu z wymiennika jest możliwa do uzyskania.