

Bilans bloku energetycznego w elektrociepłowni



Program do bilansowania bloku energetycznego w elektrociepłowni.

1.1. Opis działania programu „Bilans”

1.1.1. Uruchomienie

Program „Bilans” napisany jest w programie Excel, który z kolei obsługiwany jest przez makra napisane w Visual Basic for Applications. Dla tego na komputerze, na którym chcemy uruchomić program „Bilans” musi być wcześniej zainstalowany program Microsoft Excel w wersji '97 lub nowszej. Następnie przed uruchomienia programu pierwszy raz należy najpierw przegrać bibliotekę Para.dll do głównego katalogu Windowsa. Biblioteka ta zawiera procedury obliczające parametry pary wodnej i jest ona konieczna do poprawnego działania programu. Aby przegrać bibliotekę Para.dll należy kolejno:

- 1) włożyć do napędu płytę CD z programem,
- 2) wybrać Start\Uruchom, następnie wpisać `CMD /C COPY X:\BILANS\PARA.DLL Z:\WINDOWS\SYSTEM` (gdzie pierwszy X oznacza literę napędu CD, a Z:\WINDOWS ścieżkę dostępu, w której mamy zainstalowanego Windowsa) i kliknąć OK.

Następnie w programie EXCEL (zaczynając od wersji Excel 97) należy włączyć obsługę Makr, jeśli nie było to zrobione wcześniej. W tym celu należy postępować zgodnie z opisem:

- 1) wybrać Start\Uruchom, następnie wpisać EXCEL i kliknąć OK,
- 2) w oknie Excela uaktywnić pasek Widok\Paski Narzędzi\Visual Basic,
- 3) na nowo otwartym pasku Visual Basic kliknąć napis Zabezpieczenia...,
- 4) zaznaczyć zabezpieczenia Średnie i potwierdzić OK.

Aby uruchomić program „Bilans” należy otworzyć w Excelu plik bilans.xls, a następnie potwierdzić ostrzeżenie o zabezpieczeniach, przez włączenie makr.

- 1) wybrać Start\Uruchom, następnie wpisać `X:\BILANS\BILANS.XLS` (gdzie pierwszy X oznacza literę napędu CD) i kliknąć OK.

2) gdy wyskoczy komunikat o zabezpieczeniach, kliknąć na WŁĄCZ MAKRA.

1.1.2. Rozpoczęcie pracy z programem

Po uruchomieniu programu pojawi się okno tytułowe (Rys. 4.1), na którym po wybraniu przycisku Start przechodzimy do okna głównego.

1.1.3. Okno główne

Okno główne (Rys. 4.2) służy do wczytywania danych, rozpoczęcia i zakończenia obliczeń bilansowych.



Rysunek. 4.2. Okno główne

Aby zaimportować dane należy nacisnąć przycisk *Importuj Dane*, a następnie wybrać odpowiedni plik. Plik musi być standardowym plikiem Excela, w którym, w pierwszej kolumnie „A” zapisana jest data i godzina pomiaru, natomiast w pierwszym wierszu, skrót z ECKSA nazwy pomiarów. Zapisane w nim wyniki muszą być w następujących jednostkach dla:

- ciśnienie [MPa],
- temperatura [°C],
- przepływ [t/h],
- moc [MW].

Przykładowy plik z danymi znajduje się w X:\Pomiary\DANE_BLOK1_2003.XLS (gdzie pierwszy X oznacza literę napędu CD). Jest to standardowy plik Excela. Zawiera on wykaz średnich wartości godzinowych, najważniejszych wyników pomiarowych z całego bloku. Zakres czasowy obejmuje wyniki z całego roku 2003. Fragment zawartości tego pliku

przedstawia rysunku 4.3. Wykaz wszystkich skrótów koniecznych do poprawnego zbilansowania całego bloku, znajduje się w załączniku nr 2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Data	N	Mk	Pk	Tk	Pwz	Mkol	Pko	Pm2	Tm2	Pm1	Tm1
2	2003-01-02 01:59	100,568	359,309	13,2078	529,838	15,1052	0,380859	-0,09185	2,63067	524,678	2,7413	336,336
3	2003-01-02 02:59	100,115	371,754	13,2141	530,414	15,2465	0,380859	-0,09185	2,70062	525,421	2,81243	336,73
4	2003-01-02 03:59	100,377	369,832	13,2126	532,828	15,2172	0,380859	-0,09185	2,69806	525,996	2,81651	339,074
5	2003-01-02 04:59	99,8522	354,125	13,1978	532,061	15,0673	0,380859	-0,09095	2,57153	514,144	2,68864	337,118
6	2003-01-02 05:59	99,5524	350,479	13,1913	532,498	15,0326	0,380859	-0,09081	2,55952	518,021	2,66609	337,441
7	2003-01-02 06:59	98,275	347,47	13,2031	533,606	14,9961	2,88215	-0,09081	2,51337	520,768	2,6306	337,464
8	2003-01-02 07:59	103,494	368,236	13,2104	534,676	15,1877	10,2414	-0,09058	2,63728	527,447	2,75554	338,498
9	2003-01-02 08:59	101,376	339,387	13,1891	537,598	14,9628	3,65816	-0,08979	2,47503	523,386	2,57667	340,491
10	2003-01-02 09:59	96,7529	309,755	13,1793	538,075	14,6708	0,380859	-0,08947	2,21881	528,447	2,30638	337,15
11	2003-01-02 10:59	100,374	316,853	13,1777	537,244	14,7073	0,380859	-0,08875	2,28693	532,154	2,3712	337,072
12	2003-01-02 11:59	100,137	315,89	13,1787	535,528	14,7043	0,380859	-0,08875	2,28397	533,519	2,36878	335,84
13	2003-01-02 12:59	100,094	316,515	13,1803	534,672	14,7255	0,380859	-0,0886	2,28863	533,495	2,37164	335,146
14	2003-01-02 13:59	100,373	318,489	13,1818	533,341	14,736	0,380859	-0,08863	2,30093	531,389	2,38465	333,822
15	2003-01-02 14:59	100,246	316,955	13,1818	535,79	14,7162	0,380859	-0,08867	2,28809	533,606	2,37098	335,966
16	2003-01-02 15:59	100,277	318,146	13,1829	534,529	14,7136	0,380859	-0,08867	2,28809	532,146	2,3789	334,829
17	2003-01-02 16:59	99,6692	321,447	13,1781	531,959	14,763	0,380859	-0,08867	2,30197	529,698	2,39608	332,895
18	2003-01-02 17:59	99,8904	338,813	13,1889	533,073	14,9155	0,380859	-0,09046	2,42175	530,766	2,5332	334,755

Rysunek 4.3. Przykładowa część pliku importowanego







Po zaimportowaniu poprawnie pliku, zostaną uaktywnione paski wyboru i przycisk *Rozpoczęcie Bilansowania*. Pierwszy rząd pasków wyboru (*Rok, Miesiąc, Dzień, Godzina*) zostanie uzupełniony przedziałem czasowym zaimportowanych danych i automatycznie ustawiony na czas pierwszego pomiaru. Po zmianie któregośkolwiek z tych pasków, obliczanie rozpocznie się właśnie od nowo ustawionej daty i godziny. Na pasku wyboru opisany *Skok* ustalamy czas (w sekundach), po upływie którego zostanie zbilansowana kolejna godzina pracy bloku, zapisana w zaimportowanym pliku. Standardowo *Skok* ustawiony jest na 1 sekundę, jednak na wolniejszych komputerach obliczenia bilansowe mogą trwać trochę dłużej, a to z kolei spowoduje znaczne utrudnienia w dalszej obsłudze programu. Staje się tak na skutek tego, że w czasie przeliczania wzorów bilansu przez program, procesor komputera jest w pełni wykorzystywany i nie pozwala na wykonywanie innych czynności. Dlatego zwłaszcza na starszego typu komputerach powinno się na początku trochę wydłużyć czas skoku i ewentualnie później w miarę możliwości go zmniejszać.

Rozpoczęcie obliczeń bilansowych następuje zaraz po kliknięciu przycisku *Rozpoczęcie Bilansowania*. Powoduje to również zablokowanie z powrotem wyżej opisanych pasków wyboru, zablokowanie przycisku *Rozpoczęcie Bilansowania* i odblokowanie przycisku *Stop*. Przycisk *Stop* służy do wstrzymania obliczeń bilansowych.

1.1.4. Pasek narzędzi



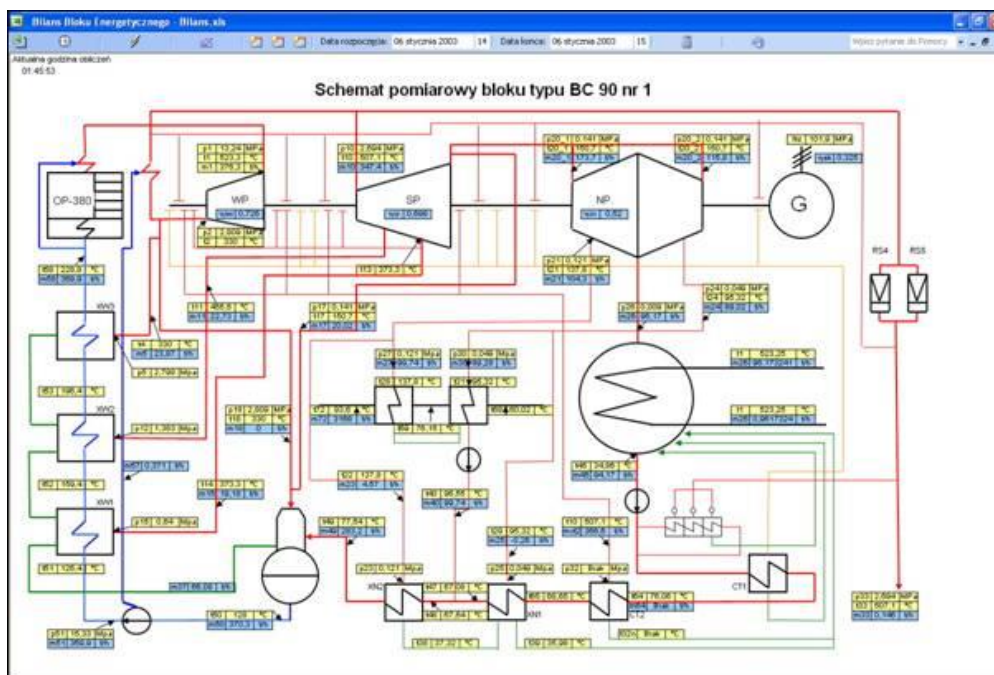
Rysunek 4.4. Pasek narzędziowy

Pasek narzędziowy (Rys. 4.4), znajdujący się na samej górze programu, służy do przemieszczania się pomiędzy poszczególnymi oknami programu. Kliknięciem w ikonę z zegarem  powoduje otwarcie okna głównego. Ikona z piórnem  otwiera okno ze schematem bloku. Wykres , okno z wykresami. Następne trzy ikony arkuszy  przenoszą nas po kolei do okien bilansujących poszczególne elementy bloku. Kalkulator  otwiera małe okno służące do obliczania parametrów pary wodnej. Książka  otwiera okno pomocy.

Na pasku narzędziowym znajdują się również dwa białe pola, w których jest zapisywana data: rozpoczęcia i końca obliczeń. Data końca, podczas trwania obliczeń bilansowych, mówi nam również o tym, z której godziny ostatnio dane zostały zbilansowane.

1.1.5. Okno Schemat

Okno Schemat (Rys. 4.5) przedstawia schemat pomiarowy całego bloku energetycznego, wraz ze zmieniającymi się w czasie bilansowania, głównymi parametrami jego pracy. Parametry, które zostały zaimportowane wcześniej - zapisane są na żółtym tle, na niebieskim tle - parametry obliczone przez program. Ta zasada kolorów tła obowiązuje we wszystkich pozostałych oknach programu.

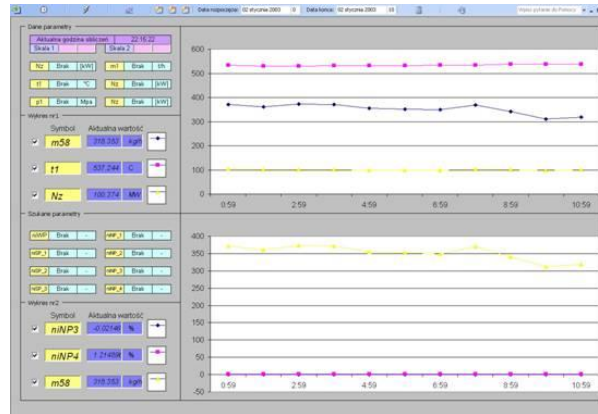


Rysunek 4.5. Okno schematu

1.1.6. Okno Wykresów

Przedstawione na rysunku 4.6. okno odpowiedzialne jest za rysowanie dwóch niezależnych wykresów. Każdy z wykresów może maksymalnie rysować przebieg zmian trzech parametrów, których symbole wpisujemy w duże żółte prostokąty. Na wykresie rysowane będą przebiegi tylko tych zmiennych przed którymi zaznaczone będzie pole wyboru. Jeśli po wprowadzeniu skrótu i zaznaczeniu przed nim pola wyboru, zostanie ono automatycznie z powrotem odznaczone, oznaczać to będzie, że wpisany przez nas symbol nie istnieje. Symbole wszystkich obsługiwanych przez program zmiennych znajdują się w Załączniku nr 2.

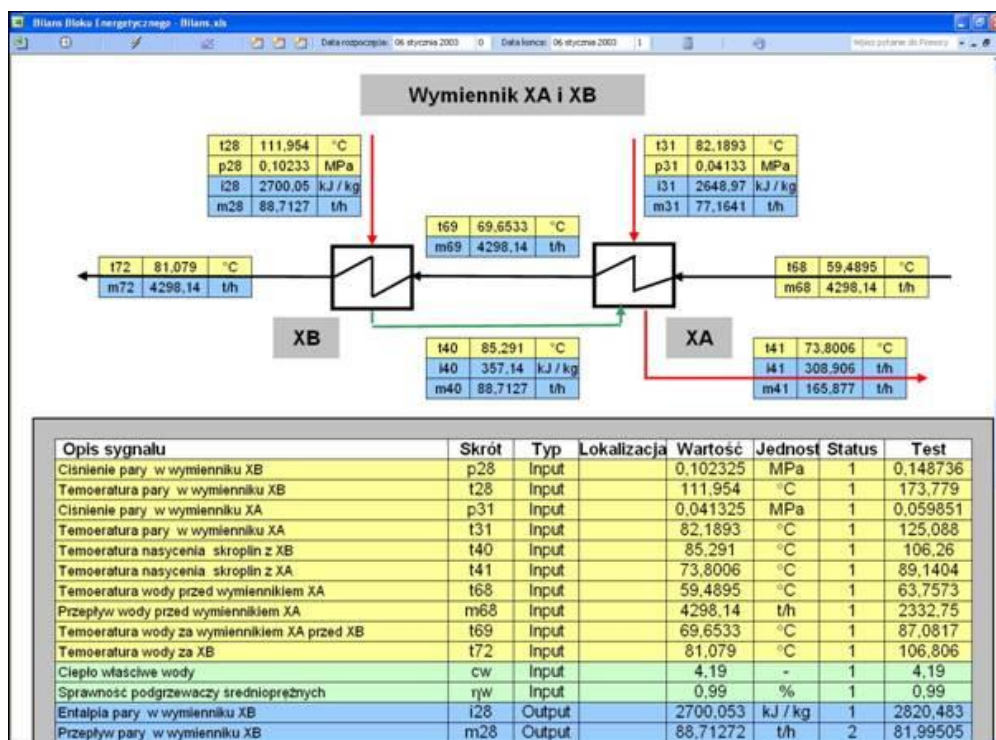
W razie konieczności możliwa jest również zmiana zakresu na osi rzędnych. Do tego celu służą różowe prostokąty znajdujące w lewym górnym rogu. Skala 1 odpowiedzialna jest za górny wykres, a za dolny - skala 2. W pierwszym różowym prostokącie podajemy dolną granicę, a w drugim górną. Na osi odciętych maksymalnie będą rysowane 24 ostatnie wyniki.



Rysunek 4.6. Okno wykresów

1.1.7.Okna Bilansujące

Są trzy oddzielne okna Bilansujące. Zawierają one wykaz wszystkich bilansowanych elementów bloku. Okno Bilansujące pierwsze zawiera wykaz wszystkich wymienników. Okno Bilansujące drugie (Rys. 4.7), odpowiedzialne jest za całą turbinę. Ostatnie trzecie okno przedstawia pozostałe elementy bloku tj.: kocioł, skraplacz i odgazowywacz.



Rysunek 4.7. Okno Bilansujące Drugie

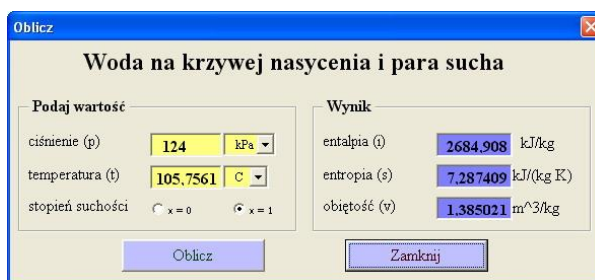
Pod każdym rysunkiem bilansowanego elementu, zawierającym również swoje aktualne parametry pracy, znajduje się tabela. Pierwsze wiersze tabeli zawierają

dane potrzebne do zbilansowania danego elementu. Kolor tła jasno niebieski oznacza, że jest to dana ale taka, która wcześniej została obliczona. Zaraz po wykazie danych, w kolorze jasno zielonym, są wypisane stałe. Ostatnie wiersze tabeli to wyniki.

Każda tabela zawiera również kolumnę zatytułowaną *Test*. W tej kolumnie możemy wprowadzić dane ręcznie, dane te zostaną od razu po wprowadzeniu przeliczone.

1.1.8. Kalkulator

Okno Kalkulatora (Rys 4.8) służy do obliczeń parametrów wody i suchej pary wodnej. Po wprowadzeniu ciśnienia i temperatury oblicza entalpię, entropię i objętość. Po wprowadzeniu tylko jednego parametru (ciśnienia lub temperatury), oblicza parametry nasycenia: wody dla zaznaczonego stopnia suchości $x = 0$, pary suchej dla $x = 1$.

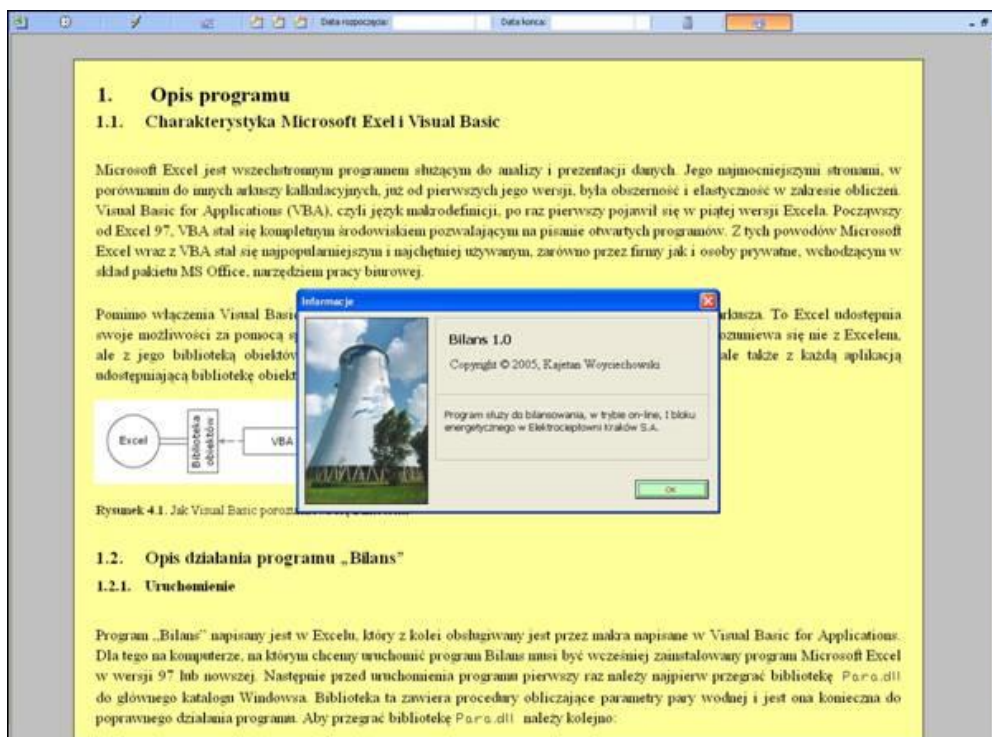


Podaj wartość		Wynik	
ciśnienie (p)	124 kPa	entalpia (i)	2684.908 kJ/kg
temperatura (t)	105.7561 C	entropia (s)	7.287409 kJ/(kg K)
stopień suchości	<input type="radio"/> x = 0 <input checked="" type="radio"/> x = 1	objętość (v)	1.385021 m³/kg

Rysunek 4.8. Okno kalkulatora

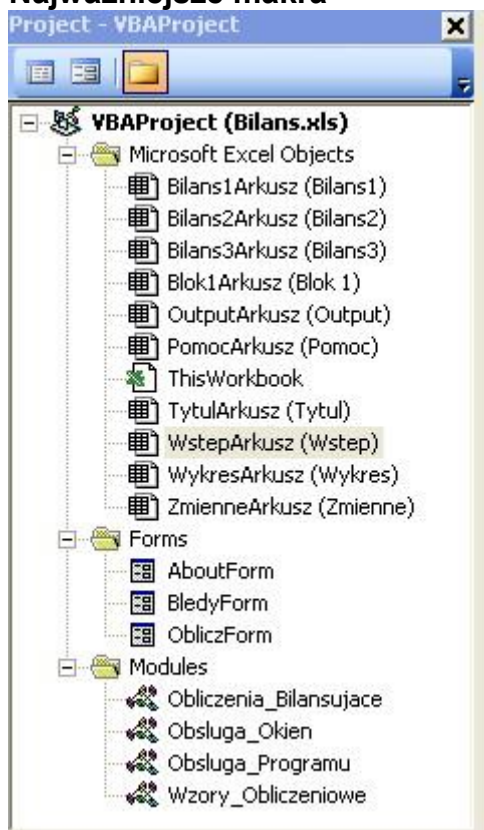
1.1.9. Okno pomocy

Wszelkie niezbędne informacje na temat autora jak również działania programu znajdują się w oknie pomocy (Rys 4.9). Zawiera ono także odnośnik do tabeli spisu zmiennych (Tab. 6.1). Zmiana jakiegokolwiek parametru w tej tabeli, zostaje zaaprobowana również przez program. Przykładowo jak zmienimy skrót przypisany jakiejś zmiennej, program od tego momentu będzie wyszukiwał ten nowo wpisany skrót w pliku importowanym. Zmiany jakiegoś opisu w tej tabeli programu, spowodują zmiany opisu danej zmiennej w wszystkich pozostałych oknach programu.



Rysunek 4.9. Okno pomocy

Najważniejsze makra



Odpowiedzialne za obsługę i działanie programu „Bilans” są makra napisane w Visual Basic for Applications. Podzielone są one na trzy główne grupy.

- *Microsoft Excel Objekts* – należą tu makra odpowiedzialne za wygląd poszczególnych arkuszy Excela. Poszczególne arkusze Excela to nasze duże okna programu „Bilans”.

- *Forms* – przechowuje zarówno wygląd jak i makra obsługujące trzy mniejsze okna programu. Pierwszym z nich jest okno „O programie” zapisane w formie *AboutForm*. *BledyForm* – okno przechowujące ewentualne błędy programu. *ObliczForm* – okno kalkulatora.

- *Module* – są najobszerniejszą grupą makr, odpowiedzialnych za działanie i obliczenia bilansowe naszego programu. Tu

znajdują się również poszczególne powtarzające się makra wykorzystywane we wcześniej wymienionych grupach. Ze względu na przeznaczenie moduły podzielone są na 4 podgrupy szczegółowo opisane w poniższych podrozdziałach.

1.1.10. Modules Obsługa_Okien

Modules Obsługa_Okien zawiera makra odpowiedzialne za obsługę okien. Kilka z nich jest najważniejszych.

- *Otworz()* – makro wykonuje się na samym początku, w trakcie uruchamiania programu. Przystosowuje ono ogólny wygląd Excela wykorzystując inne procedury: *PaskiNarzedzi()* usuwające standardowe paski Excela. *UtworzMyMenu()* tworzy jeden własny pasek pokazany na rysunku 5.4.
- *Zamknij()* – przywraca pierwotny stan pasków narzędziowych Excela za pomocą *PaskiNarzedzi()* i *UsunMyMenu()*.
- *Przywroc()* – przywraca standardowy układ i wygląd Excela. Usuwa zaimportowany plik, jeśli został wcześniej wczytany. Można je uruchomić skrótem klawiszowym *Carl + z*. Dopiero po jego uruchomieniu możliwe są ewentualne zmiany wyglądu okien.

1.1.11. Modules Obsługa_Programu

Ta podgrupa zawiera zestaw makr odpowiedzialnych za import danych, uzupełnienie i obsługę komponentów, włącznie z paskiem narzędziowym.

- *ImportujDane()* – odpowiedzialna za import danych z wybranego przez nas pliku i uzupełnienie wszystkich pasków wyboru programu Bilans. Wykorzystując sekwencyjnie procedury: *UzupelnijRok()*, *UzupelnijMiesiac(Rok)*, *UzupelnijDzien(Miesiac)*, *UzupelnijGodzine(Dzi)*
- *StartZegar(skok)* – w zależności od skoku, uruchamia cykliczne obliczenia bilansowe. Makro *Bilans()* uruchamiane jest co określoną (zmienna *skok*) liczbę sekund.
- *StopZegar()* – zatrzymuje obliczenia bilansowe.

- *Function PeInaNazwa(Skrot)* – wynikiem tej funkcji jest pełny opis zmiennej o podanym skrótce. Szukane skróty wraz z opisami znajdują się w załączniku nr 2 i tabeli zmiennych programu.

1.1.12. Modules *Obliczenia_Bilansujące*

Modules *Obliczenia_Bilansujące* odpowiedzialny jest za przebieg obliczeń bilansowych. Zaczyna się on od zadeklarowania dwóch tablic *KolumnaZmienne* i *DanaSzukana*. Obie tablice składają się z 120 wierszy i 5 kolumn. Każdej kratce (numerowi w obu tablicach) przyporządkowana jest jedna zmienna. Której zmiennej przypada jaki wiersz i kolumna w tablicach napisane jest w załączniku nr 2. W pierwszej tablicy *KolumnaZmienne* zapisane są numery kolumny występowania zmiennej w arkuszach Import (dane zaimportowane) i Export (dane obliczone). Natomiast druga tablica *DanaSzukana* jest typu Boolean (True lub False). Jeśli w danej kratce zapisana jest prawda (True) oznacza to, że dana zmienna jest importowana. Jeśli zapisany jest fałsz (False) oznacza to, że zmienna jest obliczana. Np. gdy $KolumnaZmienne(1,5) = 2$ i $DanaSzukana(1,5) = True$, to Moc Nz (wiersz 1, kolumna 5) jest pobierana z drugiej kolumny arkusza zaimportowanego (Input). Dzięki tym dwóm tablicom nie jest ważna kolejność zapisanych danych w importowanych plikach. Możliwa też jest w prosty sposób ewentualna zmiana każdej danej na szukaną i odwrotnie. Aby dokonać takiej zmiany należy:

- dla tej określonej zmiennej poprawić wiersz w tablicy zmiennych programu,
- w Module *Obliczenia_Bilansujące* przerobić makro odpowiadające za obliczenie danego elementu bloku energetycznego, dla którego zmienił się model obliczeń,
- w Module *Wzory_Obliczeniowe* wpisać nowe makro zawierające nowy wzór obliczeniowy.

Poniżej przedstawiono najważniejsze makra w Modules *Obliczenia_Bilansujące*.

- *Bilans()* – jest to główne makro odpowiedzialne za przebieg i kolejność obliczeń bilansowych. Na samym początku uzupełnia paski komponentów aktualnie bilansowaną datą i godziną. Przygotowuje arkusz Output – arkusz z

wynikami obliczeń. Wywołuje kolejno makra bilansujące poszczególne elementy bloku energetycznego. Kolejność ta jest taka sama jak kolejność przykładowego bilansu załączonego w załączniku nr 1.

- *Kociol()* *Rys. (4.9)*, *WymiennikXW3()*, *WymiennikXW2()*, *WymiennikXW1()*, *XAXB()*, *Odgazowywacz()*, *XN1XN2()*, *Przecieki()*, *Turbiny()*, *Entalpia26()*, *Skraplacz()*, *CT1CT2()*, *Cieplo()*, *SprawnosciTurbin()* – są to makra bilansujące poszczególne elementy bloku. Na początku każdego z nich pobierane są dane potrzebną do obliczeń za pomocą funkcji *Odczyt(dana)*. Następnie uruchamiane zostają funkcje (np. *MasaStrat(m19, m33)*, *Masa58(m1, mstr)*) przeliczające poszczególne zmienne i funkcja *Uzupelnienie(Nazwa, war)* zapisująca wyniki w arkuszu *Output*.

```

Sub Kociol()
    ' Podstawienie zmiennych
    m 1 = Odczyt("m 1")
    m 19 = Odczyt("m 19 ")
    m 33 = Odczyt("m 33 ")

    ' Obliczenia bilansujące na podstawie wzorów z Modułu sW zory_Obliczeniowe
    m str = Uzupelnienie("m str", MasaStrat(m 19, m 33))
    m 58 = Uzupelnienie("m 58", Masa58(m 1, m str))

End Sub

```

Rysunek 4.9. Makro bilansujące kocioł

- *Wartosc(Nazwa, czas)* – jest to funkcja wykorzystywana bezpośrednio w krótkach arkuszy (oknach naszego programu). Jej wynikiem jest wartość danej nazwy zmiennej, odczytywana po zmianie czasu.
- *Odszyfr(Nazwa, wiersz, kolumna)* – funkcja zmiennej zapisanej w *Nazwa* przyporządkowuje wiersz i kolumnę w tabeli *KolumnaZmienn*.
- *Wykres()* – jest to makro odpowiedzialne za rysowanie wykresów w oknie Wykresy programu Bilans.

1.1.13. Modules *Wzory_Obliczeniowe*

Ten ostatni Moduł składa się z krótkich makr zawierających wzory obliczeniowe. Tu znajdują się makra wykorzystujące bibliotekę *PARA.DLL* (angielskie

Dynamic Link Library) przeliczającą parametry pary wodnej. Na podstawie ciśnienia, temperatury oraz stopnia suchości przeliczana jest entropia - $GetS(p, t, x)$, entalpia - $GetHa(p, t, x)$ i objętość - $GetVa(p, t, x)$. Makro $GetPs(t)$ oblicza ciśnienie nasycenia przy danej temperaturze, $GetPs(p)$ oblicza temperaturę nasycenia przy danym ciśnieniu.

W tym module znajdują się także wszystkie funkcje obliczające zmienne szukane. Taką przykładową funkcją jest $MasaStrat(m19, m33)$ obliczająca na podstawie dwóch danych m19 i m33 masę strat (Rys 4.10.).

```
Function MasaStrat(m19,m33)
    MasaStrat= 0.6 * (m33+m19)
EndFunction
```

Rysunek 4.10. Funkcja obliczająca zmienną mstr