



OptiM 9.0

Skrócona Instrukcja obsługi

Autor: Jacek Mieloszyk

Tłumaczył (nie dosłownie) Marcin Figat

Warszawa, 2020

Spis Treści

| | |
|--|----------|
| 1. WPROWADZENIE | 5 |
| 2. OPTIM - INSTALACJA..... | 6 |
| 2.1 PROCEDURA INSTALACJI OPTIM..... | 6 |
| 2.2 INSTALACJA KOMPILATORA DEV-CPP IDE..... | 6 |
| 2.3 PRZYGOTOWANIE BIBLIOTEKI DLL | 7 |
| 3. PODSTAWOWA OBSŁUGA PROGRAMU OPTIM | 9 |
| 3.1 ZAKŁADKA „FILE’ | 10 |
| 3.1.1 Zakładka File > VarEdit | 11 |
| 3.1.2 Zakładka File > Parameters | 12 |
| 3.1.3 Zakładka File > Data Format..... | 14 |
| 3.1.4 Zakładka File > Parallel..... | 15 |
| 3.1.5 Zakładka File > Exit | 16 |
| 3.2 ZAKŁADKA „OPTIMIZATION’ | 17 |
| 3.2.1 Zakładka Optimization > File paths | 18 |
| 3.2.2 Zakładka Optimization > Initialize | 20 |
| 3.2.3 Zakładka Optimization > Solver | 21 |
| 3.2.4 Zakładka Optimization > Annealing | 23 |
| 3.2.5 Zakładka Optimization > HookeJeeves..... | 24 |
| 3.2.6 Zakładka Optimization > Powell | 25 |
| 3.2.7 Zakładka Optimization > NelderMead..... | 26 |
| 3.2.8 Zakładka Optimization > Gradient | 27 |
| 3.2.9 Zakładka Optimization > Monte Carlo | 30 |
| 3.2.10 Zakładka Optimization > Genetic | 31 |
| Zakładka Optimization > Genetic > Genetic Selection..... | 31 |
| 3.2.11 Zakładka Optimization > Swarming..... | 34 |
| 3.2.12 Zakładka Optimization > Stop Criterion..... | 35 |
| 3.2.13 Zakładka Optimization > Flags..... | 36 |
| 3.3 ZAKŁADKA UTILITIES..... | 37 |
| 3.3.1 Zakładka Utilities > InitFromSol..... | 38 |
| 3.3.2 Utilities > Statistics..... | 39 |
| 3.3.3 Zakładka Utilities > MinMax..... | 40 |
| 3.3.4 Zakładka Utilities > Norm | 41 |
| 3.4 ZAKŁADKA PLOT..... | 42 |
| 3.4.1 Zakładka Plot > Settings..... | 42 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.4.2 | <i>Zakładka Plot > Data</i> | 43 |
| 3.5 | ZAKŁADKA HELP..... | 44 |
| 3.5.1 | <i>Zakładka Help > Manual</i> | 44 |
| 3.5.2 | <i>Zakładka Help > License</i> | 44 |
| 3.5.3 | <i>Zakładka Help > About</i> | 44 |
| 4 | INSTRUKCJA DO PODPROGRAMU VAREEDIT | 45 |
| 4.1 | ZMIENNE NIEZALEŻNE..... | 47 |
| 4.2 | WIĘZY/OGRANICZENIA..... | 48 |
| 4.3 | FUNKCJA CELU..... | 49 |
| | APPENDIX – LISTA SKRÓTÓW KLAWISZOWYCH | 50 |

1. Wprowadzenie

Niniejsza instrukcja jest skróconą wersją instrukcji do programu OptiM w języku angielskim dostępną na stronie internetowej przedmiotu „Optymalizacja Konstrukcji Lotniczych”. Głównym celem tego dokumentu jest przedstawienie sposobu instalacji oprogramowania, przygotowania biblioteki DLL oraz opis podstawowego postępowania z programem OptiM.

Instrukcja ta jest przeznaczona głównie dla studentów zajęć projektowych z przedmiotu „Optymalizacja Konstrukcji Lotniczych”

2. OPTIM - instalacja

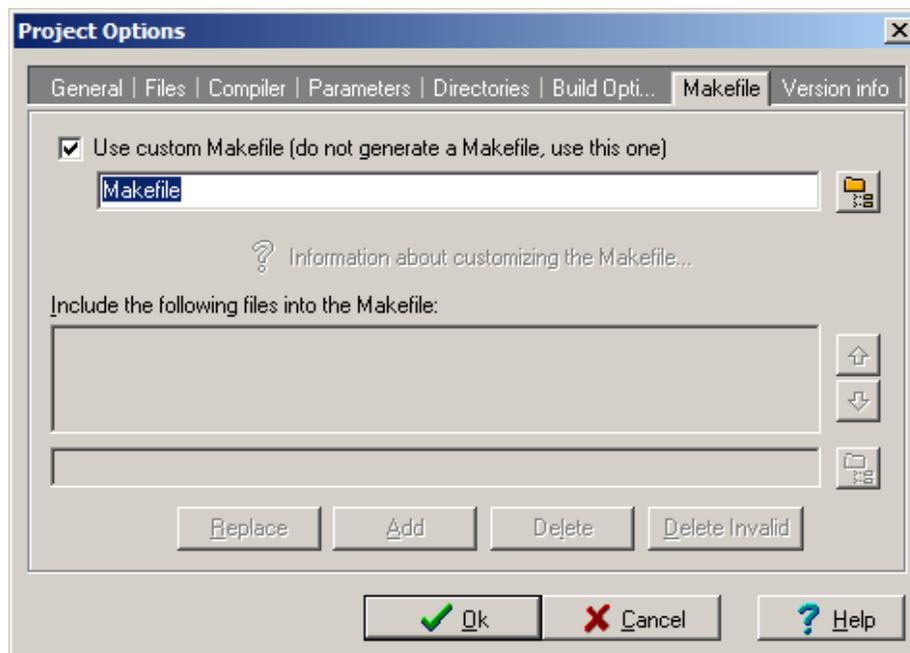
2.1 Procedura instalacji OptiM

Instalacja oprogramowania OptiM wiąże się z zainstalowaniem oprogramowania OpitiM (<https://www.meil.pw.edu.pl/zsis/ZSiS/Dydaktyka/Oprogramowanie/OptiM>) oraz z zainstalowaniem oprogramowania, które pozwoli na tworzenie bibliotek dołączanych dynamicznie tzw. bibliotek DLL. Zalecamy, aby do tworzenia tych bibliotek wykorzystywać oprogramowanie Dev-Cpp dostępne na (<https://sourceforge.net/projects/orwelldevcpp/>). Dev-Cpp to prostym i niezawodnym interfejsem, który niestety nie jest już rozwijany. Polecamy go, dlatego iż został on sprawdzony pod kątem współpracy z programem OptiM.

2.2 Instalacja kompilatora Dev-Cpp IDE

Jeżeli użytkownik wybrał opcję instalacji Dev-Cpp, To należy go wstępnie skonfigurować. Po utworzeniu nowego projektu lub otwarciu jednego z przygotowanych przykładów (struktura katalogów przygotowanego do zadań opisane zostaną późniejszych rozdziałach) należy dostosować ustawienia kompilatora tak aby można byłby rozpocząć tworzenie biblioteki dynamicznej dla OptiM. Przede wszystkim należy, zdefiniować tzw. plik „makefile”. Najprostszym sposobem jest wskazanie pliku „makefile”, który zawarty jest materiałach przygotowanych do projektów.

Aby to zrobić należy: z menu wybrać Projekt > „Project Options”. Następnie, wybrać kartę „Makefile”. Na karcie zaznaczyć pole niestandardowego makefile'a i wybierz ścieżkę do makefile. Rys. 1. Plik makefile, w projektach przygotowanych na zajęcia zawarty jest w katalogu „Lib”.



Rys. 1 Wybór pliku Makefile do projektu.

2.3 Przygotowanie biblioteki DLL

Przygotowanie biblioteki DLL można także zrealizować w wielu kompilatorach dostępnych w sieci. Jednak tak jak wspomniano zaleca się wykorzystanie programu Dev-C++ do przygotowania biblioteki ze względu na to iż została ona sprawdzona.

Podstawowy kod biblioteki `OptiM_Lib.cpp` (nazwa może być dowolna) przedstawiony został na Rys. 2. Pierwsze linijki kodu zawierają definicje plików nagłówkowych standardowych bibliotek ale także definicje plików nagłówkowych bibliotek OptiM. Użytkownik może dodać także swoje definicje plików nagłówkowych. Następnie poniżej znajduje się definicja funkcji celu, która zawiera następujące parametry wejściowe:

Numer bieżącej iteracji,

- numer identyfikacyjny wątku (więcej szczegółów w instrukcji rozszerzonej)
- struktura parametrów z OptiM (więcej szczegółów w instrukcji rozszerzonej)
- wektor zmiennych niezależnych
- wektor więzów/ograniczeń
- wektor funkcji celu

Wewnątrz funkcji użytkownik definiuje funkcję celu. W celu poprawy efektywności pracy autor dodał plik nagłówkowy *OptiM_Tools.h*. Zawiera on wiele użytecznych funkcji algebraicznych. Ze względu na definicję struktury *Param* plik nagłówkowy *OptiM_Tools.h* musi być zawsze dołączany.

```
#include <Param.h>
#include <OptiM_Tools.h>
#include "OptiM_Lib.h"

using namespace std;

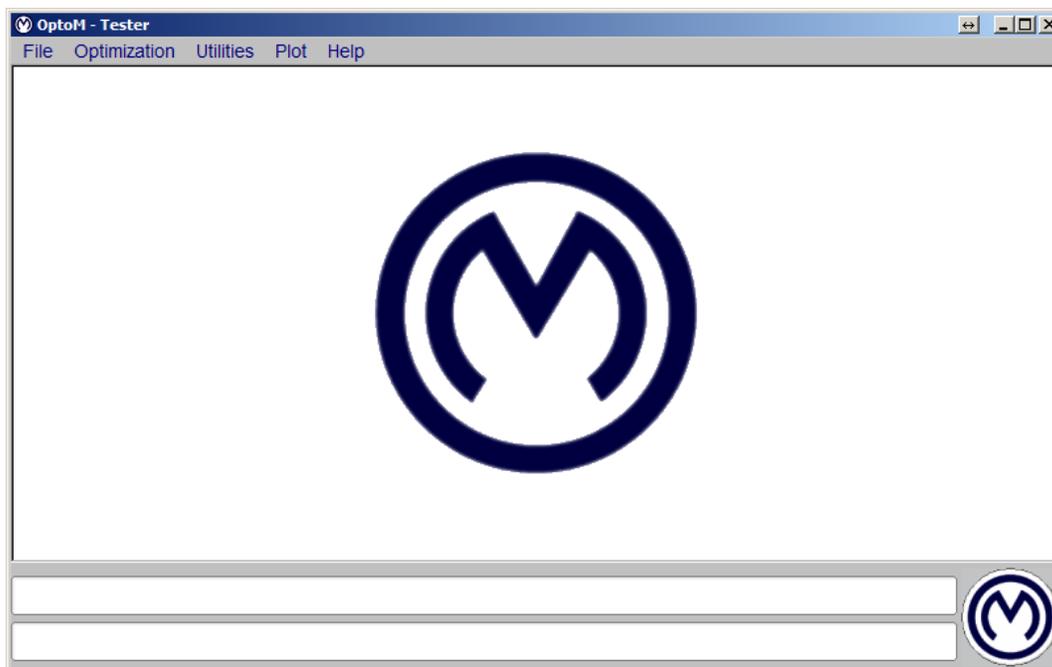
double OBJ_F(int current_iter, int thread_id, Param *Par,
             double *X, double *C, double *F)
{
    F[0] = 100*(X[1] - X[0]*X[0])*(X[1] - X[0]*X[0]) + (1-X[0])*(1-X[0]);
    return F[0];
}
```

Rys. 2 Podstawowy kod biblioteki *OptiM_Lib.cpp*

Gdy kod biblioteki zostanie ukończony, należy skompilować bibliotekę za pomocą funkcji w programie DEV-C++ *Execute > Compile* lub użyć klawisza funkcyjnego F9. Po zakończeniu kompilacji, w katalogu „Lib” pojawi się plik z rozszerzeniem *.dll. Następnie można rozpocząć już pracę z programem OptiM.

3. Podstawowa obsługa programu OptiM

Po uruchomieniu programu pojawi się Główne okno programu (Rys. 3). W lewym górnym rogu okna dostępne jest Menu główne. To samo Menu jest dostępne po naciśnięciu prawego klawisza myszy. Większość komend posiada swoje skróty klawiszowe opisane w załączniku do tego dokumentu. Po kliknięciu w ikonkę w prawym dolnym rogu okna rozpoczyna się proces optymalizacji. W pasku tytułowym okna znajduje się nazwa wykorzystywanej do optymalizacji metody. W centralnej części okna wyświetlane są bieżące wyniki (zdefiniowane przez użytkownika). Dwa paski w dolnej części okna wskazują postęp procesu optymalizacji.



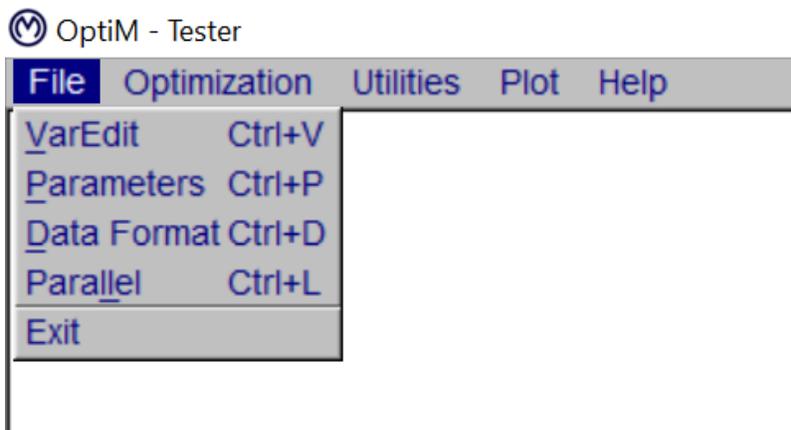
Rys. 3 OptiM - okno główne

W ramach menu głównego dostępne jest pięć następujących zakładek:

- Zakładka „File”
- Zakładka „Optimization”
- Zakładka „Utilities”
- Zakładka „Plot”
- Zakładka „Help”

3.1 Zakładka „File’

W zakładce „File” znajdują się cztery następujące sekcje (Rys. 4).



Rys. 4 Menu „File”

3.1.1 Zakładka File > VarEdit

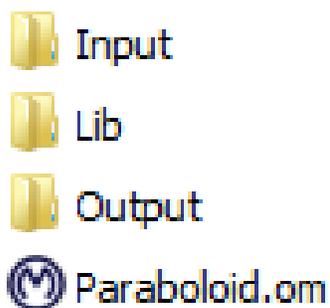
Sekcja VarEdit uruchamia podprogram VarEdit służący do edycji zmiennych niezależnych. Zostanie omówiony szczegółowo w Rozdziale 4 niniejszej instrukcji.

3.1.2 Zakładka File > Parameters

W tej sekcji wyświetlane są wszystkie ustawienia zdefiniowane do programu OptiM (dane zawarte w pliku OptiM.om). Dotyczy to zarówno ustawień programu jak i ustawień poszczególnych metod optymalizacji. Plik OptiM.om jest też plikiem wykonywalnym, za pomocą którego można uruchomić program OptiM (z ustawieniami zawartymi w pliku).

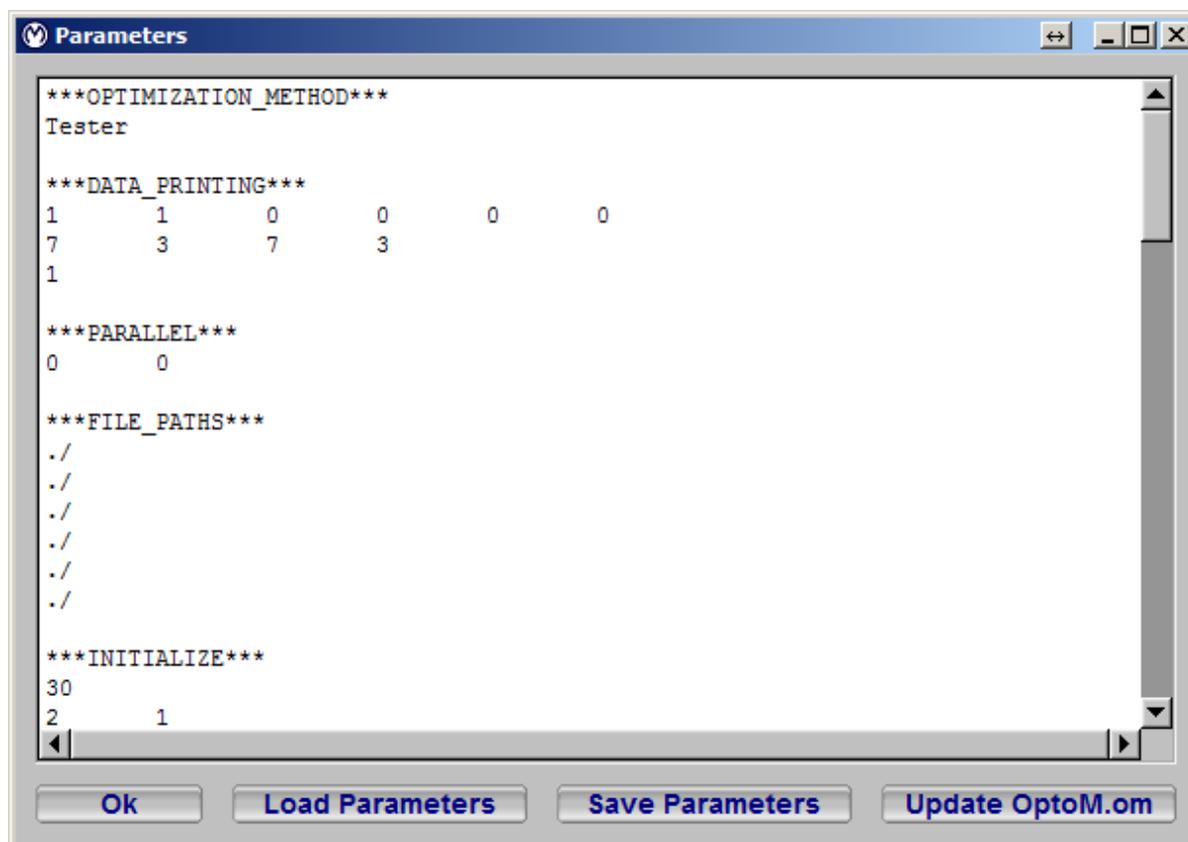
W tym miejscu należy przedstawić także typową strukturę katalogów, która wykorzystywana jest podczas pracy z programem OptiM. Na Rys. 5 przedstawiono tę strukturę katalogów składającą się z:

- Katalog „Input” – zawiera pliki z danymi (plik o rozszerzeniu *.var)
- Katalog „Lib” – zawiera pliki niezbędne do utworzenia biblioteki DLL, bibliotekę DLL oraz plik makefile
- Katalog „Output” – pliki z wynikami obliczeń oraz logi.
- Pliku wykonawczego o rozszerzeniem *.om (nazwa pliku zazwyczaj jest zgodna z naszą projektem)



Rys. 5 Struktura katalogów w programie OptiM

Rys. 6 przedstawia okno sekcji “Parameters”. Dane zawarty w tym oknie są odzwierciedleniem danych zapisanych w pliku *.om. Opis funkcji znajduje się w poniższej tabeli.

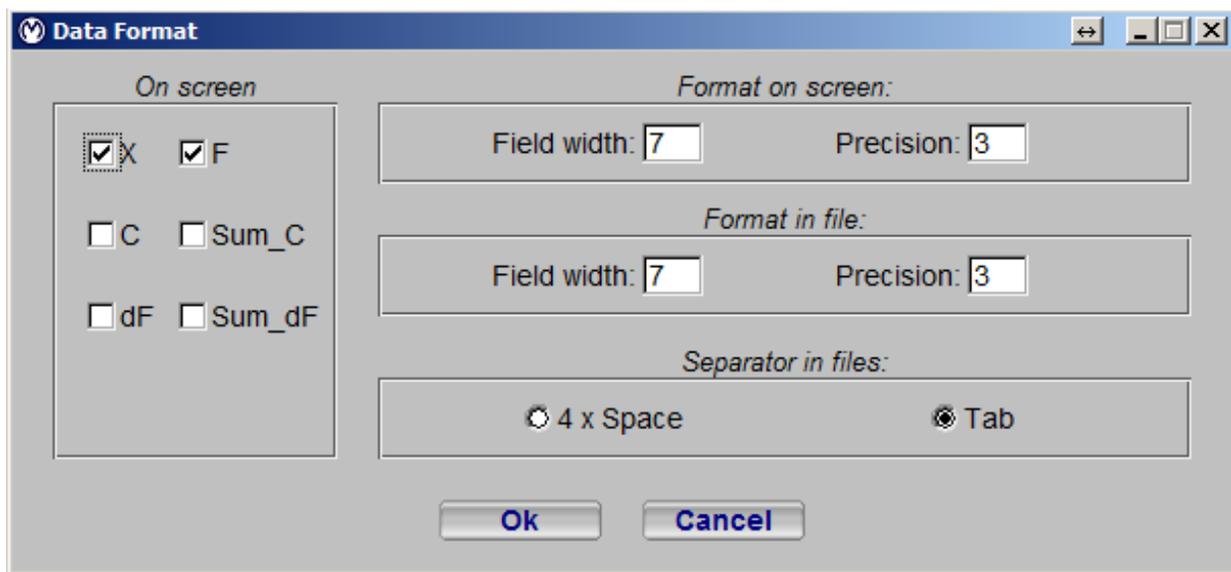


Rys. 6 Okno sekcji Parameters.

| | |
|------------------------|---|
| OK | zamyka okno „Parameters” (bez zapisywania) |
| Load Parameters | ładuje dane z pliku plik OptiM .om ze wskazanej lokalizacji |
| Save Parameters | zapisuje bieżące ustawienia do pliku o rozszerzeniu *.om |
| Update OptiM.om | zapisuje lub nadpisuje plik OptiM.om Uwaga! Program nie ostrzega użytkownika przed nadpisaniem pliku. |

3.1.3 Zakładka File > Data Format

W sekcji tej (Rys. 7) znajdują się ustawienia dotyczące formatu danych wyświetlanych oraz zapisywanych w plikach wynikowych, zdefiniowane przez użytkownika.



Rys. 7 Okno do formatowania danych.

Opis funkcji sekcji „Data Format” przedstawiony jest w poniższej tabeli.

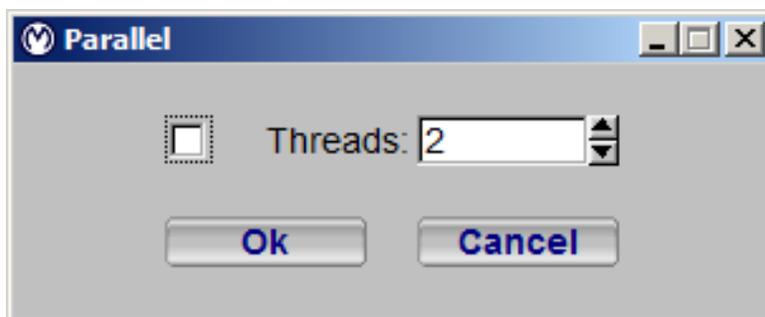
| | |
|--------------------------|---|
| On Screen | ustawienie wyświetlania zmiennych na ekranie tj: zmiennych projektowych, funkcji celu, ograniczeń, sumy ograniczeń, pochodnych oraz sumy pochodnych |
| Format on screen | format danych wyświetlanych w oknie. Całkowita liczba cyfr oraz cyfr po przecinku |
| Format to file | format danych wyświetlanych do pliku. Całkowita liczba cyfr oraz cyfr po przecinku |
| Separator in file | format separatorów zastosowanych w zapisie do pliku. Do wyboru jest liczba spacji lub tabulator |

3.1.4 Zakładka File > Parallel

W sekcji tej znajdują się ustawienia do obliczeń równoległych. Algorytmu optymalizacyjne, które analizują dane w grupach mogą wykorzystywać obliczenia równoległe. Obecne obliczenia równoległe wykorzystują następujące metody:

- Monte Carlo
- Genetic Algorithm
- Particle Swarm Optimization (PSO) - Swarming

Domyślnie program odnajduje całkowita dostępną liczbę rdzeni ale użytkownik może zmienić te ustawienia. Obliczenia mogą być wyłączone poprzez odznaczenie flagi w oknie obliczeń równoległych Rys. 8



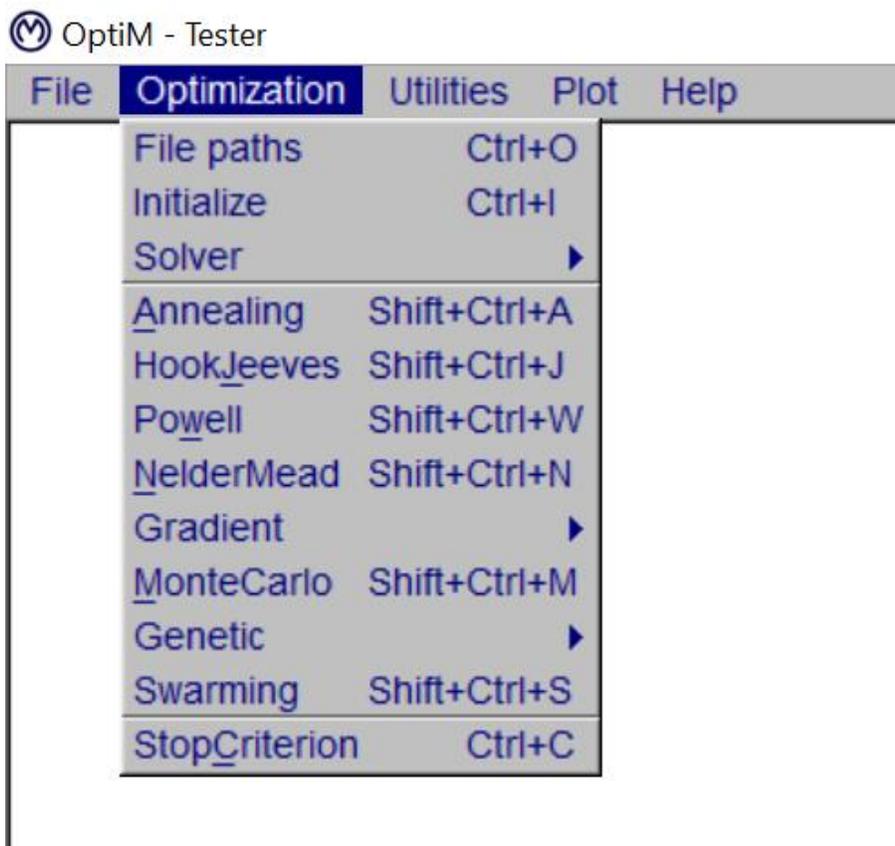
Rys. 8 Okna do ustawienia obliczeń równoległych

3.1.5 Zakładka File > Exit

Zakończenie działania programu.

3.2 Zakładka „Optimization”

W zakładce „Optimization” znajdują się następujące elementy (Rys. 9). Uwaga, kilka z prezentowanych opcji ma zdefiniowane dodatkowe submenu.

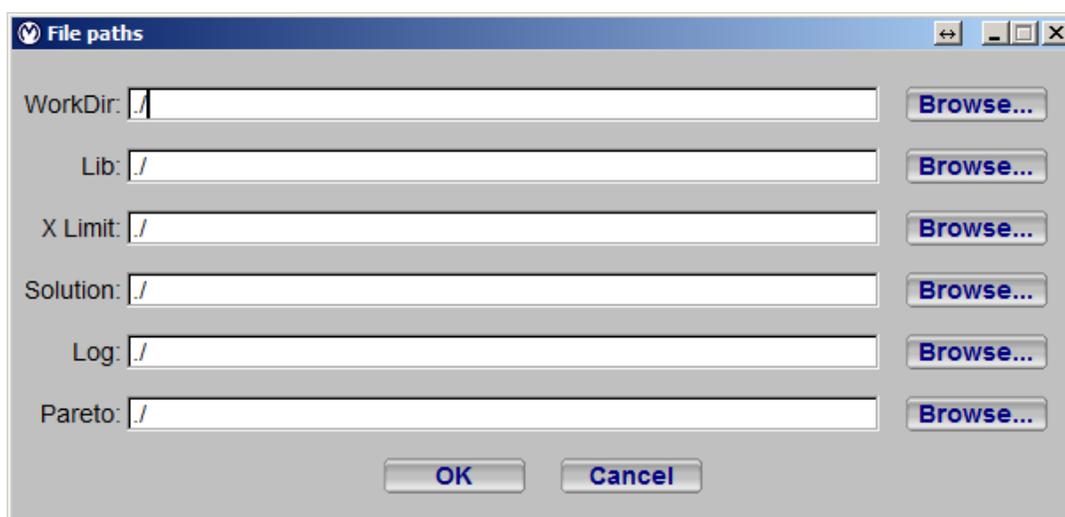


Rys. 9 Zakładka “Optimization”

3.2.1 Zakładka Optimization > File paths

Sekcja ta zawiera definicję ścieżek dostępu do katalogów projektu. Struktura katalogów przedstawiona została już w rozdziale 3.1.2

W okienku (Rys. 10) użytkownik definiuje ścieżki dostępu do podstawowych plików programu OptiM. Każdą ścieżkę można zdefiniować za pomocą przycisku *Browse* lub samodzielnie wpisać. Opis zdefiniowanych ścieżek zostały przedstawione w poniższej tabeli.

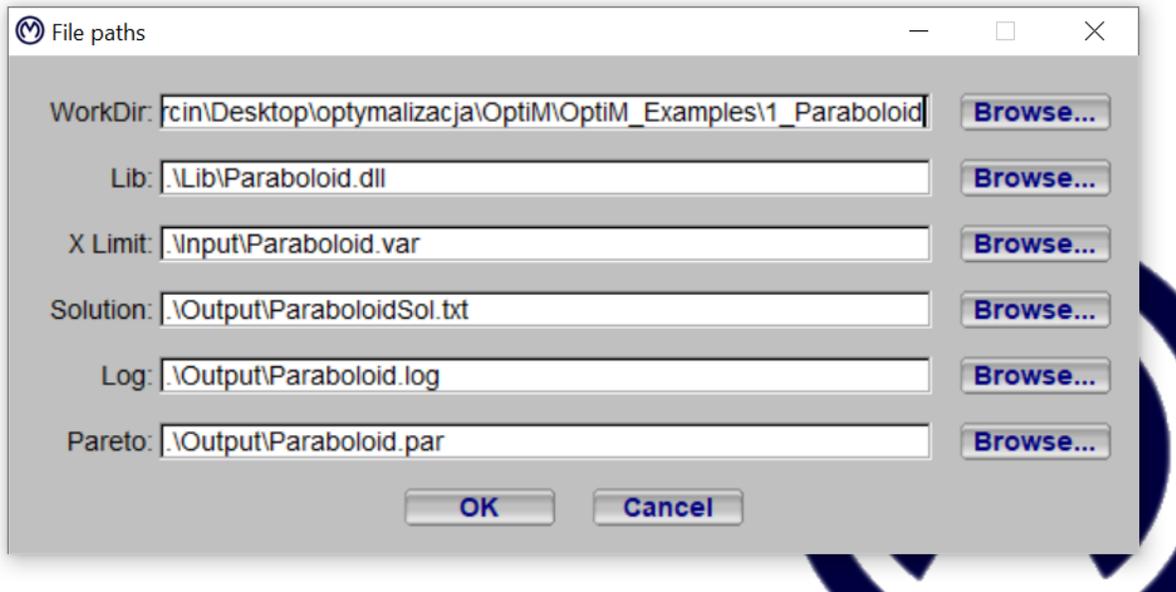


Rys. 10 Okno definicji ścieżek dostępu

| | |
|-----------------|---|
| WorkDir | definicja nazwy i położenia głównego katalogu projektu. |
| Lib | definicja ścieżki dostępu do katalogu zawierającego bibliotekę DLL, Zazwyczaj jest to podkatalog „Lib”. Plik o rozszerzeniu *.dll |
| X Limit | definicja ścieżki dostępu do katalogu zawierającego plik definiujący zakresy zmiennych niezależnych (minimum i maksimum). Plik o Zazwyczaj jest to podkatalog „Output”. |
| Solution | definicja ścieżki dostępu do katalogu zawierającego plik z historią procesu optymalizacji. Zazwyczaj jest to podkatalog „Output”. Rozszerzenie pliku *.txt |

| | |
|---------------|---|
| Log | definicja ścieżki dostępu do podkatalogu zawierającego plik typu „log”. Zawierający szczegółowe informacje na temat całego procesu optymalizacji. Plik bardzo użyteczny w procesie analizy błędów powstających procesie optymalizacji. Plik o rozszerzeniu *.log. Zazwyczaj jest to podkatalog „Output” |
| Pareto | definicja ścieżki dostępu do katalogu zawierającego plik zawierający rozszerzone informacje na temat analiz przeprowadzanych w trakcie optymalizacji. Dane wykorzystywane do tworzenia tzw. „Patero Front” |

Rys. 11 przedstawia przykładowe okno z definiowanymi ścieżkami dostępu.



Rys. 11 Przykładowe okno ze ścieżkami dostępu

W przykładowym oknie ze ścieżkami dostępu widać:

- WorkDir: – pełna ścieżka dostępu do projektu o nazwie: „1_Paraboloid”
- W pozostałych przypadkach niepełne względne ścieżki bazujące na definicji katalogu głównego projektu
- Można podawać pełne ścieżki dostępu

3.2.2 Zakładka Optimization > Initialize

Sekcja ta zawiera wstępne ustawienia do optymalizacji (Rys. 12).

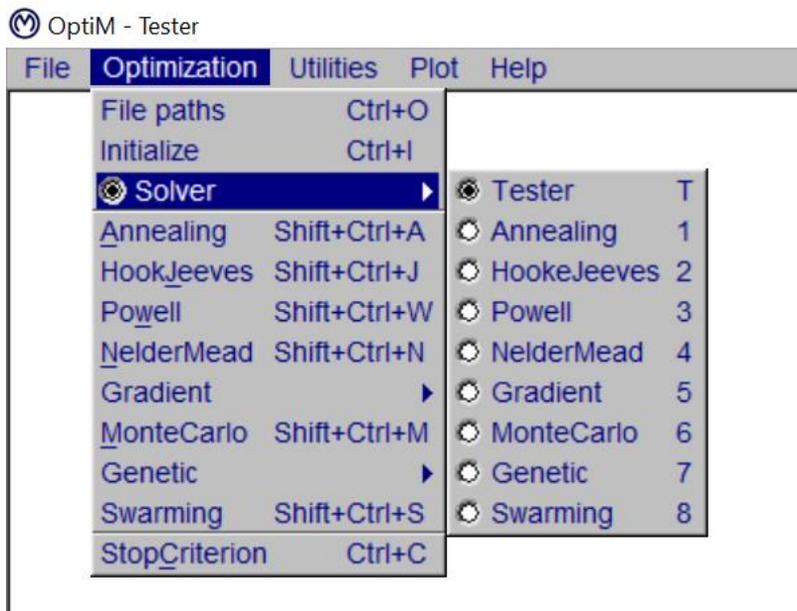
Rys. 12 Okno inicjalizacji obliczeń

Opis w poniższej tabeli

| | |
|------------------------|---|
| Iteration Limit | limit iteracji, po której proces optymalizacji się zatrzyma, |
| Number of X | liczba zmiennych niezależnych/projektowych |
| Random/Uniform | metodologia tworzenie/generowania zmiennych w algorytmach zawierających definicję populacji (Np.: Algorytmy genetyczne). Wartości zmiennych są wybierane losowo lub równomiernie rozmieszczone między Xmin, Xmax. |
| Number of C | liczba zdefiniowanych ograniczeń |
| μ | współczynnik wykorzystywany w funkcji kary |
| Number of F | liczba zdefiniowanych funkcji celu |
| Initialize Fo | Flaga sygnalizująca wykorzystanie wartości początkowej funkcji celu |
| Fo | Wartość funkcji celu wykorzystana gdy flaga inicjalizująca została włączona |
| OK | zatwierdzenie zmian i zamknięcie okna |
| Cancel | zamyka okno bez zapisywania zmian |

3.2.3 Zakładka Optimization > Solver

Wybór metody optymalizacji przedstawiony została na Rys. 13.



Rys. 13 Wybór metody optymalizacji

Pierwszą zdefiniowaną metodą tzw. Tester to metoda która wyznacza wartość funkcji celu w pojedynczym punkcie. W ten sposób weryfikowana jest poprawność przygotowania biblioteki DLL. Wartość funkcji celu wyznaczana jest dokładnie dla średniej arytmetycznej założonych wartości minimalnej i maksymalnej dla wszystkich zdefiniowanych zmiennych niezależnych. Podczas procesu optymalizacji funkcja celu jest wywoływana dokładnie w taki sam sposób jak w przypadku metody „Tester”. W ramach wyboru dostępne są następujące metody:

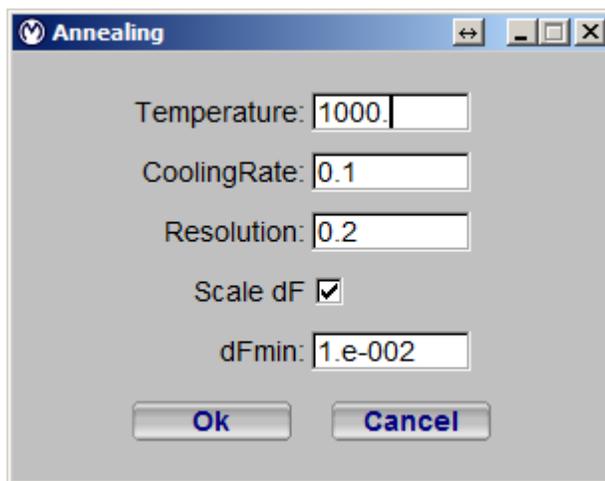
- Tester
- Annealing
- Hooke Jeeves
- Powell
- Nelder Mead
- Gradient

- Monte Carlo
- Genetic
- Swarming

Szczegóły metod oraz podstawy teoretyczne przedstawione zostały w rozszerzonej instrukcji do programu (w języku Angielskim).

3.2.4 Zakładka Optimization > Annealing

Sekcja ta zawiera ustawienia do metody *Annealing* (Rys. 14). Szczegóły metody w pełnej instrukcji do OptiM.



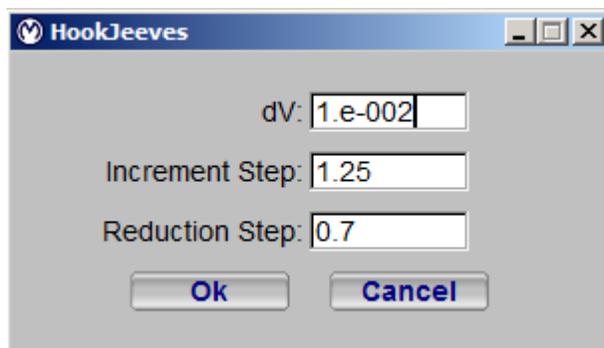
Rys. 14 Okno ustawień metody Annealing

Opis opcji przedstawionych na w poniższej tabeli.

| | |
|--------------------|---|
| Temperature | sztuczna temperatura (szczegóły metody w Pełnej instrukcji do OptiM) |
| CoolingRate | parametr metody (szczegóły metody w Pełnej instrukcji do OptiM) |
| Resolution | parametr relaksacji (szczegóły metody w Pełnej instrukcji do OptiM) |
| Scale dF | parametr metody (szczegóły metody w Pełnej instrukcji do OptiM) |
| dFmin | minimalna wartość zmiany funkcji celu Jeżeli różnica jest mniejsza stała wartość pochodnej jest wykorzystywana. |

3.2.5 Zakładka Optimization > HookeJeeves

Ustawienia do metody *Hooke-Jeeves* (Rys. 15). Szczegóły metody w pełnej instrukcji do OptiM.



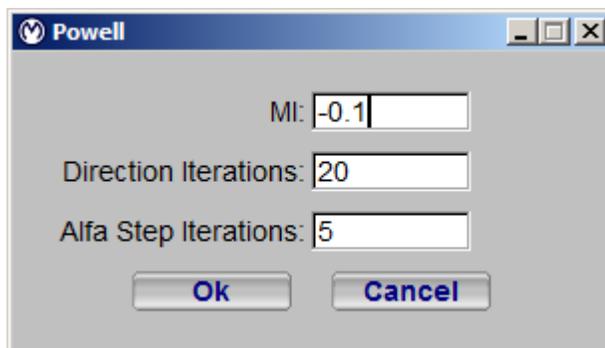
Rys. 15 Okno ustawień metody HookJeeves

Opis w poniższej tabeli

| | |
|-----------------------|---|
| dV | wstępna wartość kroku (prędkości zmian) |
| Increment Step | stała opisująca przyrost kroku w przypadku pozytywnej oceny wartości funkcji celu w poprzedniej iteracji. |
| Reduction Step | stała wykorzystywana do redukcji kroku w przypadku negatywnej oceny funkcji celu w poprzednim kroku. |

3.2.6 Zakładka Optimization > Powell

Sekcja ta zawiera ustawienia do metody Powell'a (Rys. 16). Szczegóły metody w pełnej instrukcji do OptiM.



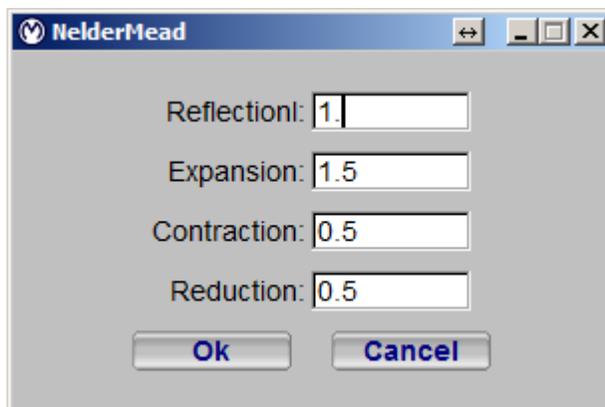
Rys. 16 Okno ustawień dla metody Powell'a

Opis opcji w poniższej tabeli

| | |
|-----------------------------|---|
| Direction Iterations | maksymalna liczba iteracji w procesie optymalizacji |
| Alfa Step Iterations | maksymalna liczba iteracji przy poszukiwaniu parametru Alfa |
| Increment Step | stała wykorzystywana do zwiększenia kroku w przypadku powodzenia optymalizacji w poprzednim kroku |
| Reduction Step | stała wykorzystywana do redukcji kroku w przypadku niepowodzenia optymalizacji w poprzednim kroku |

3.2.7 Zakładka Optimization > NelderMead

Sekcja ta zawiera ustawienia do metody NelderMead (Rys. 17) Szczegóły metody w pełnej instrukcji do OptiM.



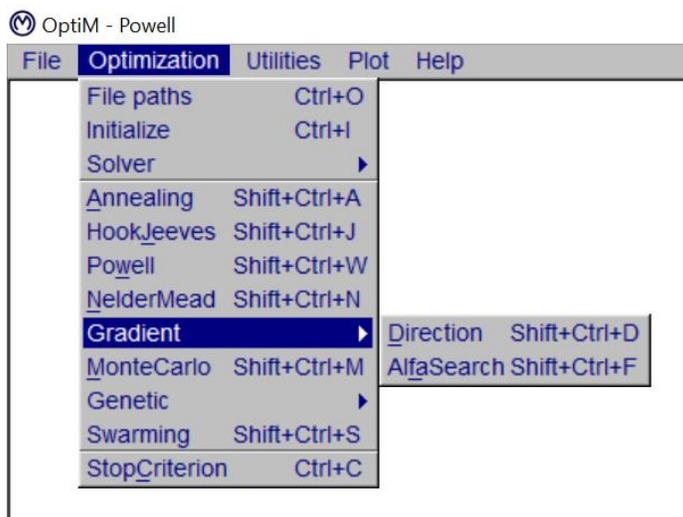
Rys. 17 Okno ustawień dla metody NelderMead

Opis opcji w poniższej tabeli:

| | |
|--------------------|---------------------------------------|
| Reflection | Stała używana do procedury refleksji |
| Expansion | Stała używana do procedury ekspansji |
| Contraction | Stała używana do procedury kontrakcji |
| Reduction | Stała używana do procedury redukcji |

3.2.8 Zakładka Optimization > Gradient

Sekcja ta zawiera ustawienia dla całej grupy metod Gradientowych (Rys. 18). Dotyczy to parametrów związanych z poszukiwaniem kierunku - „Direction” i szacowaniem wartości parametru Alfa - „AlfaSearch”. Szczegóły metody dostępne są w pełnej instrukcji do OptiM.

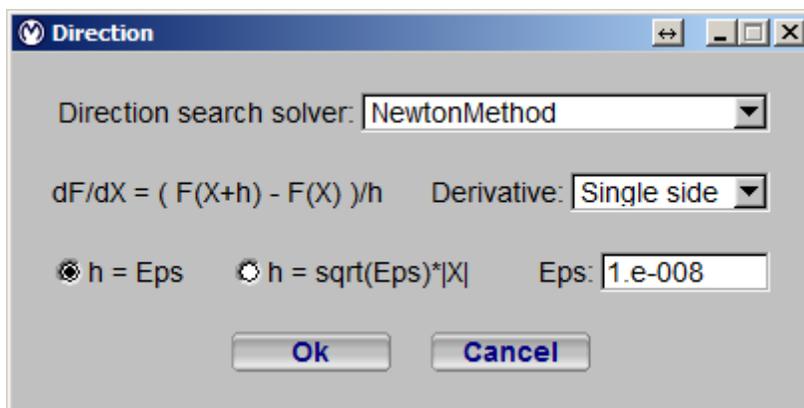


Rys. 18 Opcje ustawień metod gradientowych

Zakładka Optimization > Gradient > Direction

Menu „Direction”, w którym wybierana jest:

- metoda wyznaczania gradientu, „Direction search solver”,
- sposób wyznaczania pochodnej „Derivative”
- definicja i sposób wykorzystania parametru kroku Eps



Rys. 19 Okno ustawień dla metod gradientowych kierunkowych

Opis opcji w poniższej tabeli

| | |
|--------------------------------|--|
| Direction search solver | Wybór metody gradientowej. Cztery metody są dostępne: Steepest Descent, Conjugate Gradient, Quasi Newton, Newton Method. Szczegóły prezentowanych metod w instrukcji |
| Derivative | Wybór metody wyznaczania pochodnej: jednostronnej i centralnej |
| h | kroku (szczegóły w pełnej instrukcji obsługi) |
| Eps | Parametr kroku wykorzystany do wyznaczenia |
| OK | Akceptacja zmian i opuszczenia okna |
| Cancel | Opuszczenie okna bez akceptacji zmian |

Zakładka Optimization > Gradient > Alfa Search

Sekcja ta zawiera ...Okno w którym definiowane są parametry wyznaczania parametru alfa. Opis w poniższej tabeli

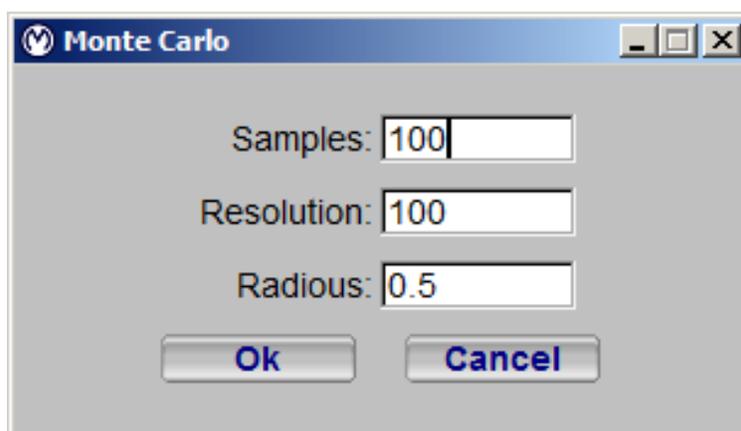
Rys. 20 Okno ustawień poszukiwania parametru Alfa

Opis opcji w poniższej tabeli

| | |
|---------------------------------|---|
| Alfa convexity criterion | Kryterium wyznaczania parametru Alfa (szczegóły w Pełnej instrukcji do OptiM) |
| Alfa iteration limit | liczba iteracji do znalezienia odpowiedniego kroku, po jej przekroczeniu proces zatrzymuje się. Parametr ten nie powinien przekraczać 10 |
| Alfa min | Jeżeli w procesie optymalizacji parametr Alfa będzie mniejszy niż Alfa min to proces zostanie zatrzymany |
| Alfa low | Najmniejsza wartość parametru Alfa, wartości ta powinna być wystarczająco niska aby uzyskać dobrą dokładność, musi być też większa niż wartość Alfa min |
| Alfa high | początkowa wartość parametru. Alfa Wartość domyślna 1 Alfa |
| c1 | współczynnik c1 (szczegóły w Pełnej instrukcji do programu OptiM), typowa wartość to 0,1 |
| c2 | współczynnik c2 (szczegóły w Pełnej instrukcji do programu OptiM), typowa wartość to 0,9 |
| u | Współczynnik do określania wrażliwości parametru Alfa (szczegóły w Pełnej instrukcji do programu OptiM) |

3.2.9 Zakładka Optimization > Monte Carlo

Sekcja ta zawiera ustawienia do metody „Monte Carlo”. Użytkownik ustawia liczbę próbek ocenianych podczas każdej iteracji. Rozdzielczość określa, ile części każda zmienna jest podzielona między ustawione limity. Podczas każdej iteracji limity zmniejszają się proporcjonalnie do współczynnika promienia. Im większy współczynnik, tym bardziej prawdopodobne jest znalezienie globalnego optimum, ale optymalizacja trwa dłużej. Szczegóły metody w pełnej instrukcji do OptiM



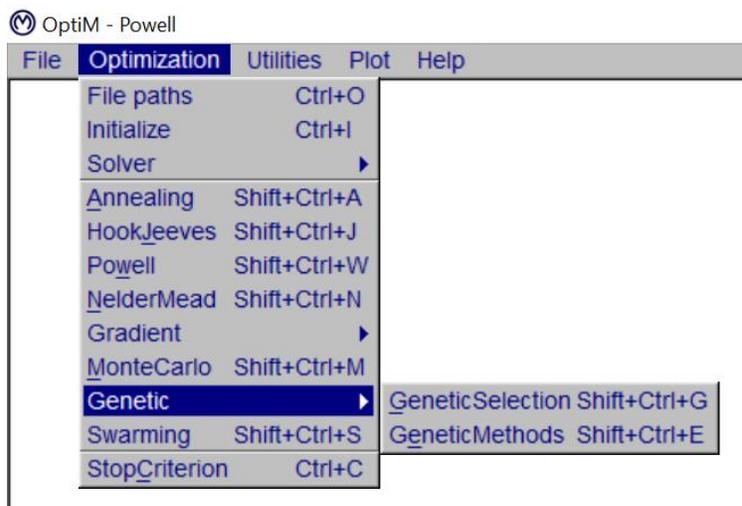
Rys. 21 Okno ustawień metody Monte Carlo

Opis opcji w poniższej tabeli

| | |
|-------------------|---|
| Samples | Liczba próbek przygotowanych do obliczeń w pojedynczej iteracji. Obliczenia mogą być wykonywane równolegle. |
| Resolution | Rozdzielczości – dokładność wyznaczana na podstawie podziału zakresu Xmin i Xmax. |
| Radius | Współczynnik redukcji zakresu (szczegóły w pełnej instrukcji) |

3.2.10 Zakładka Optimization > Genetic

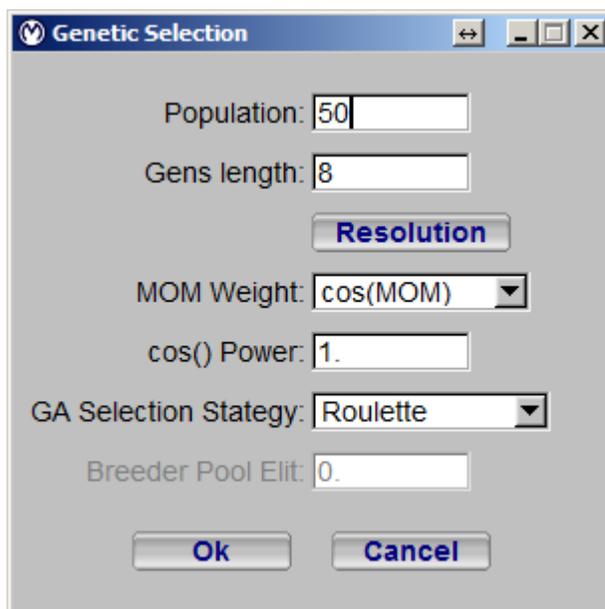
Sekcja ta zawiera ustawienia dotyczące Algorytmów Genetycznych. W ramach dodatkowych ustawień można zdefiniować metody selekcji (Genetic Selection) oraz podstawowe ustawienia metody (szczegóły metody w pełnej instrukcji do OptiM)



Rys. 22 Sekcja Genetic

Zakładka Optimization > Genetic > Genetic Selection

Sekcja ta zawiera globalne ustawienia dla algorytmów genetycznych (Rys. 23).



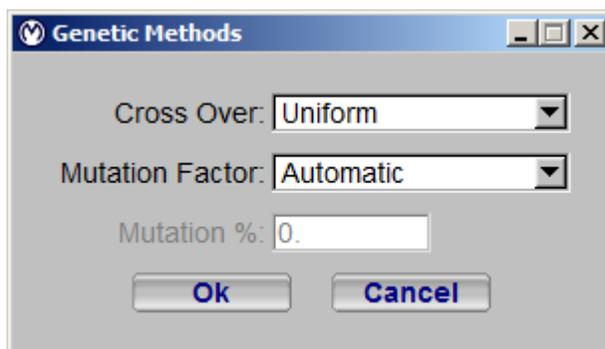
Rys. 23 Okno ustawień dla metod Genetycznych

Opis opcji znajduje się w poniższej tabeli.

| | |
|------------------------------|--|
| Population | rozmiar populacji. |
| Genes length | liczba genów |
| Resolution | rozdzielczość / dokładność |
| MOM Weight | definicja „Measure of Merit - MOM” (szczegóły w Pełnej instrukcji do programu OptiM) |
| Cos() Power | dodatkowy parametr (szczegóły w Pełnej instrukcji do programu OptiM) |
| GA Selection Strategy | wybór strategii selekcji (szczegóły w Pełnej instrukcji do programu OptiM) |
| BreederPoolElit | Dodatkowy parametr do metody selekcji typu BreederPool |

Zakładka Optimization > Genetic > Genetic Methods

Wybór parametrów i ustawień dla reprodukcji ().



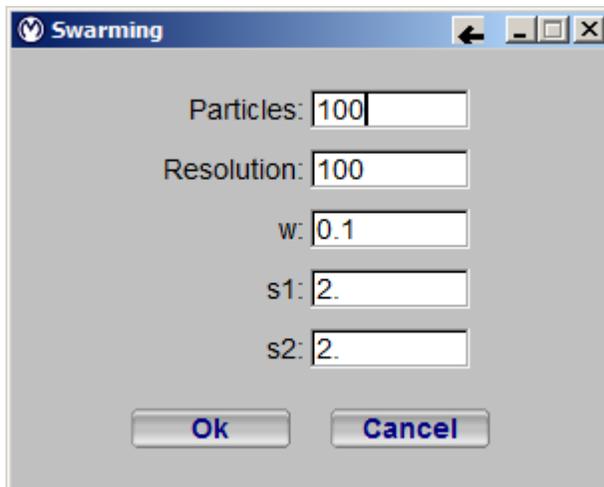
Rys. 24 Okno ustawień metod genetycznych – reprodukcja

Opis w poniższej tabeli.

| | |
|------------------------|--|
| Cross Over | Parametry metody Cross Over (szczegóły w Pełnej instrukcji do programu OpitM) |
| Mutation Factor | Wybór wyznaczania współczynnika mutacji – automatycznie lub przez użytkownika (szczegóły w Pełnej instrukcji do programu OpitM) |
| Mutation % | Jeżeli założono mutację wyznaczana przez użytkownika to ten parametr definiuje jak duża część genomu (w %) podlega mutacji (szczegóły w Pełnej Instrukcji do programu OptiM) |

3.2.11 Zakładka Optimization > Swarming

Sekcja ta zawiera ustawienia do metody Swarming (metoda roju) (Rys. 25). Szczegóły metody zawarte są w pełnej instrukcji do OptiM



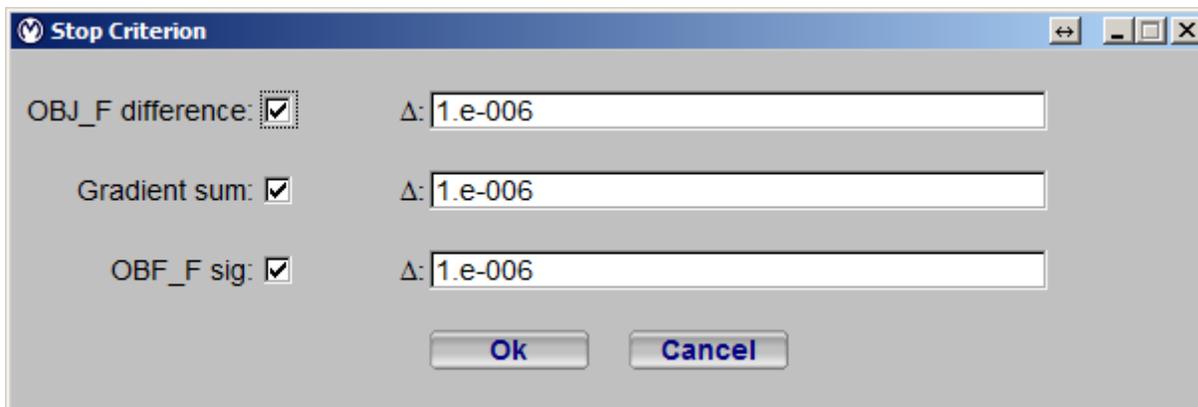
Rys. 25 Okno metody Swarming

Opis parametrów w tabeli poniżej.

| | |
|-------------------|--|
| Particles | liczba cząstek w roju podlegająca analizie (szczegóły w Pełnej Instrukcji do programu OptiM) |
| Resolution | liczba elementów (szczegóły w Pełnej Instrukcji do programu OptiM) |
| w | Współczynnik skalowania globalnego wektora prędkości (szczegóły w Pełnej Instrukcji do programu OptiM) |
| s1 | Współczynnik skalowania najlepszej pozycji cząstek (szczegóły w Pełnej Instrukcji do programu OptiM) |
| s2 | Współczynnik skali najlepszej cząstki (szczegóły w Pełnej Instrukcji do programu OptiM) |

3.2.12 Zakładka Optimization > Stop Criterion

Sekcja ta definiuje się warunki zatrzymania procesu optymalizacji tzw. kryterium stopu (Rys. 26). Użytkownik może zdefiniować parametry, które muszą być spełnione aby zatrzymać proces optymalizacji. Bez tego ograniczenia optymalizacja zakończy się po określonej liczbie iteracji określonych w warunkach początkowych. Szczegóły metody w pełnej instrukcji do OptiM



Rys. 26 Okno Kryterium stopu

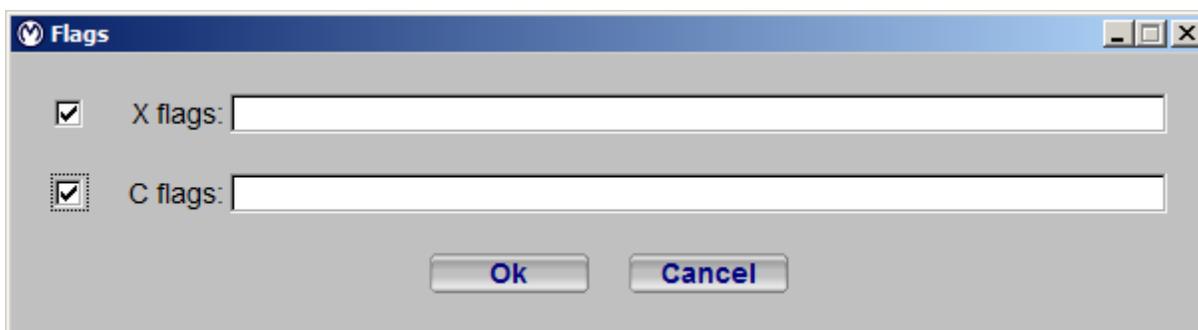
Opis w poniższej tabeli.

| | |
|-------------------------|--|
| OBJ_F difference | kryterium stopu gdy wartość funkcji celu jest mniejsza niż zdefiniowana |
| Gradient sum | kryterium stopu gdy wartość sumy pochodnych jest mniejsza niż zdefiniowana. Teoretycznie, optimum powinno być osiągnięte gdy gradient funkcji jest równy zero. |
| OBJ_F sig | kryterium stopu gdy wartość funkcji celu jest mniejsza niż zdefiniowana Stops if standard deviation of objective function is below specified value |

3.2.13 Zakładka Optimization > Flags

Tzw. Flagi to parametry, które przyjmują wartości 0 lub 1 i mają sygnalizować uruchomienie lub zatrzymanie działania funkcji. Flagi wykorzystywane do aktywacji lub dezaktywacji zmiennych niezależnych lub ograniczeń. Aby aktywować flagi, pole wyboru powinno być włączone. Flagi są zdefiniowane przez ciąg „0” i „1”. Długość łańcucha powinna być równa liczbie zmiennych projektowych.

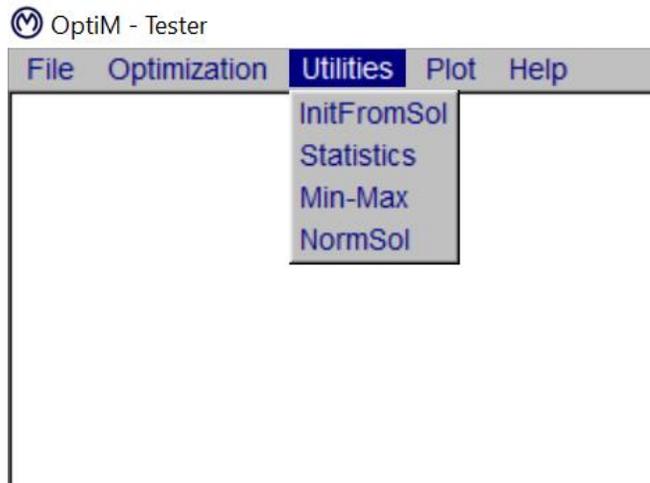
| | |
|----------------|----------------------------------|
| X flags | Flagi dla zmiennych niezależnych |
| C flags | Flagi dla zmiennych ograniczeń |



Rys. 27 Okno flag

3.3 Zakładka Utilities

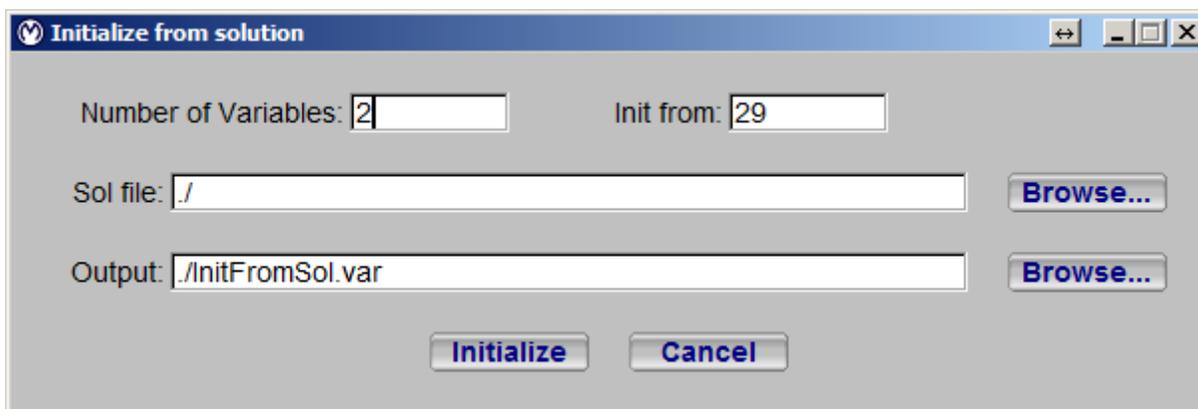
Zakładka Utilities zawiera następujące elementy (Rys. 28).



Rys. 28 Zawartość zakładki "Utilities"

3.3.1 Zakładka Utilities > InitFromSol

Plik z definicją zmiennych niezależnych *.var można tworzyć w oparciu o rozwiązania zapisane w pliku *.sol. Użytkownik może wybrać numer iteracji, z którego ma zostać utworzony plik *.var. Wartości minimalne i maksymalne będą równe. Jest to wystarczające w przypadku algorytmów optymalizacji kierunkowej, ale w przypadku innych algorytmów optymalizacji wartości minimalne i maksymalne powinny być różne.



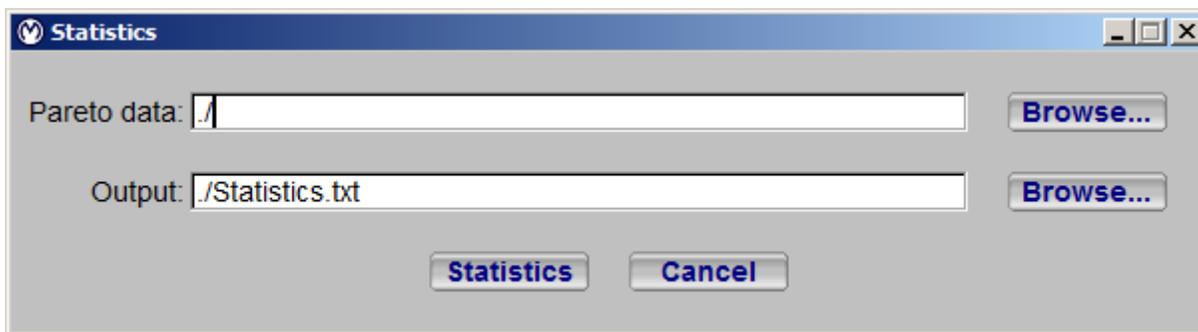
Rys. 29 Initialize from solution window.

Opis opcji

| | |
|----------------------------|---|
| Number of Variables | Liczba zmiennych niezależnych. |
| Init from | Numer iteracji na podstawie której tworzony jest plik *.var |
| Sol file | Nazwa pliku z rozwiązaniem |
| Output | Plik wyjściowy o rozszerzeniu *.var Output file *.var. |

3.3.2 Utilities > Statistics

To narzędzie umożliwia prostą analizę statystyczną metod generujących grupy punktów do optymalizacji. Pokazuje średnią wartość (μ) i odchylenie standardowe (σ) dla każdej zmiennej i funkcji celu w każdej iteracji.

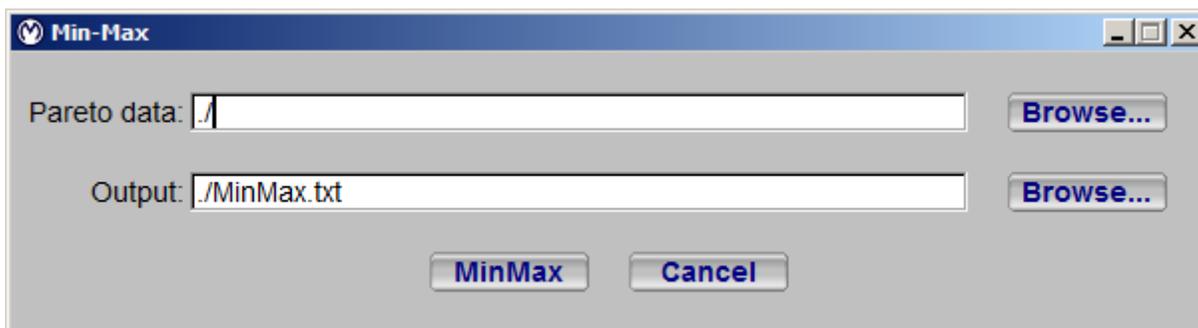


Rys. 30 Statistics window.

| | |
|--------------------|--|
| Pareto data | Plik o rozszerzeniu *.pareto |
| Output | Plik wyjściowy do analizy statystycznej. |

3.3.3 Zakładka Utilities > MinMax

W sekcji tej wyszukiwane są maksymalne i minimalne wartości w funkcji iteracji dla każdej zmiennej niezależnej, dla każdego ograniczenia i dla każdej funkcji celu.

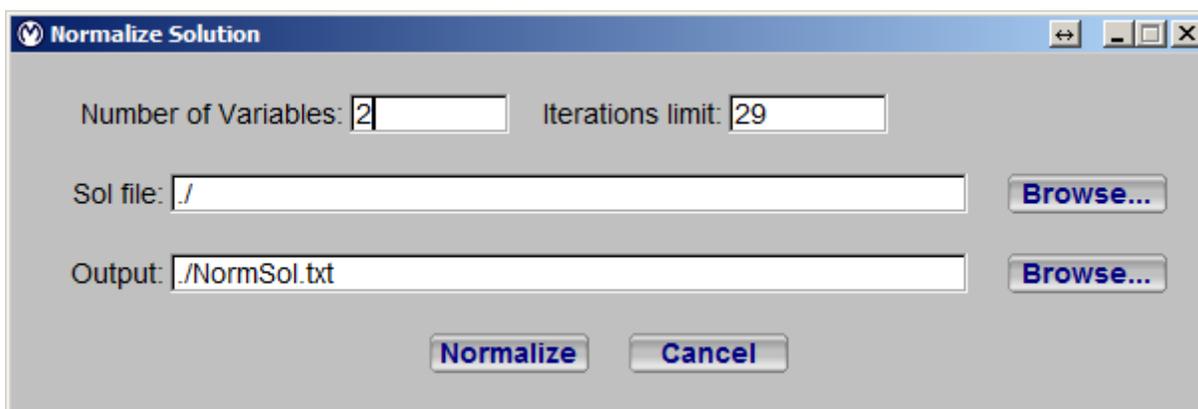


Rys. 31 Okno definicji wartości minimalnej i maksymalnej.

| | |
|--------------------|---|
| Pareto data | Plik *.pareto |
| Output | Plik z wartościami opisującymi minimum i maksimum funkcji celu. |

3.3.4 Zakładka Utilities > Norm

W sekcji tej definiowane są ustawienia dotyczące normalizacji wyników otrzymanych z procesu optymalizacji. Normalizacja odbywa się poprzez podzielenie wyników przez wartość średnią.



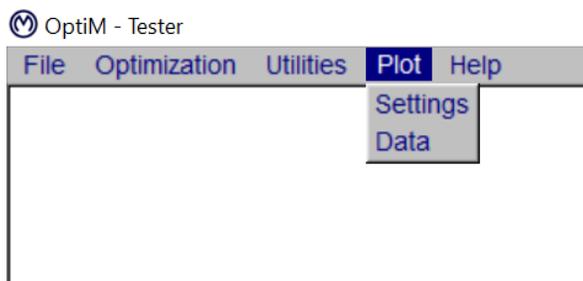
Rys. 32 Okno do normalizacji wyników.

Opis opcji przedstawiony jest w poniższej tabeli:

| | |
|----------------------------|--|
| Number of Variables | Liczba zmiennych niezależnych w procesie optymalizacji |
| Iteration limit | Maksymalna liczba iteracji w pliku |
| Sol file | Plik z wynikami optymalizacji |
| Output | Plik zawierający znormalizowane wyniki |

3.4 Zakładka Plot

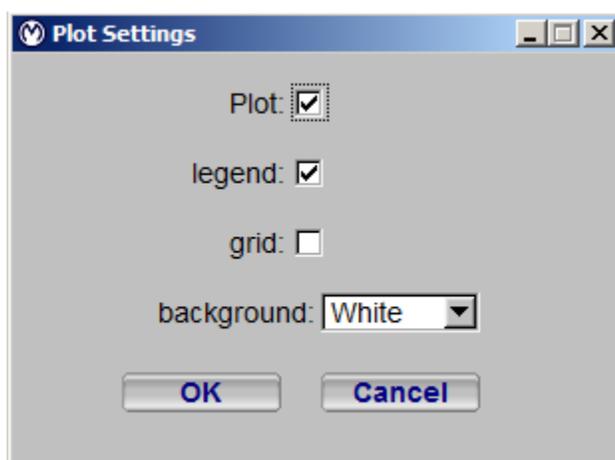
Zakładka „Plot” zawiera następujące dwa elementy (Rys. 33).



Rys. 33 Zakładka “Plot”

3.4.1 Zakładka Plot > Settings

W sekcji tej znajdują się podstawowe ustawienia definiujące wyświetlanie wykresów w OptiM.



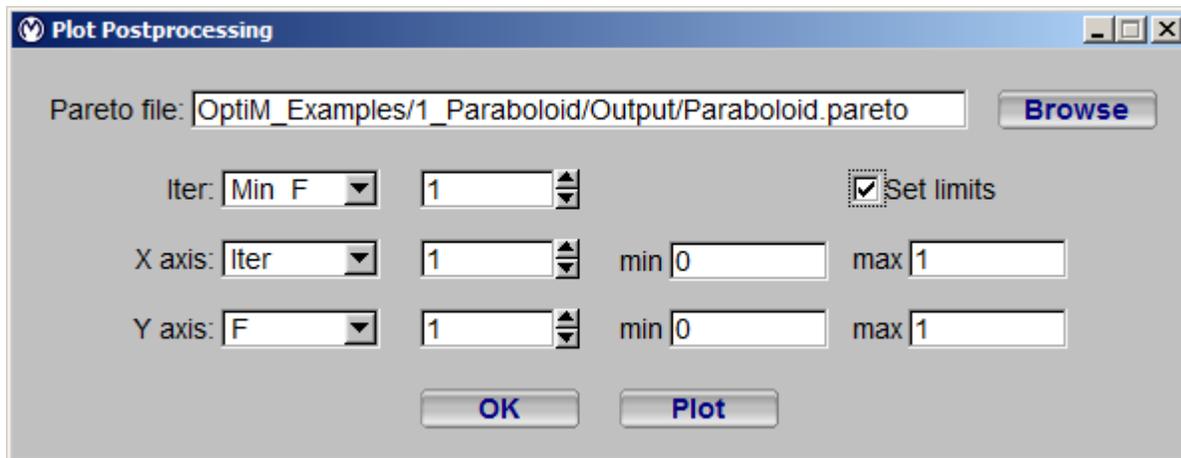
Rys. 34 Plot settings window.

Opis opcji w poniższej tabeli.

| | |
|-------------------|---|
| Plot | załącza wyświetlanie wykresu podczas procesu optymalizacji. |
| Legend | załącza wyświetlanie legendy. |
| Grid | załącza wyświetlanie siatki. |
| Background | zmiana koloru tła białe/czarne (<i>White/Black</i>). |

3.4.2 Zakładka Plot > Data

W sekcji tej definiowane są ustawienia wyświetlania wyników w postprocessingu, opartym na danych z pliku *.pareto. Szczegóły ...

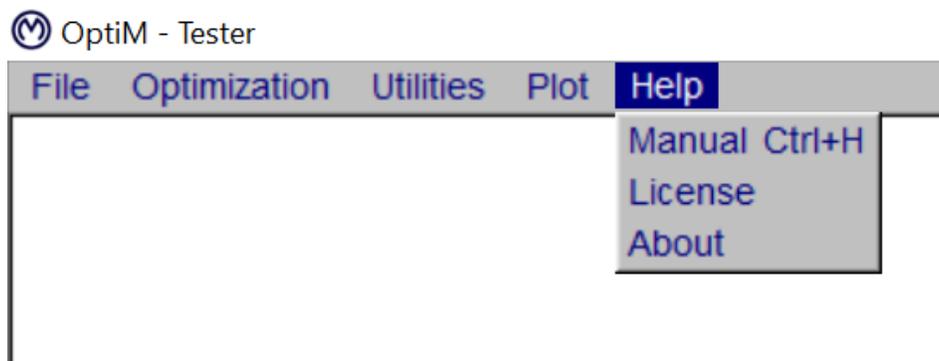


Rys. 35 Plot Postprocessing window.

| | |
|--------------------|--|
| Pareto file | Nazwa pliku Pareto z danymi. |
| Iter | Definicja zakresu iteracji do wykorzystanymi do analizy. Następujące opcje są dostępne: <ul style="list-style-type: none"> • All • Single+numer of the iteration • Fmin (szczegóły w Pełnej Instrukcji do programu OptiM) |
| X axis | Parametr dla osi X |
| Y axis | Parametr dla osi Y |
| Set limits | Definicja wartości minimalnych i maksymalnych dla osi wykresu. |

3.5 Zakładka Help

Zakładka „Help” zawiera trzy następujące elementy (Rys. 36).



Rys. 36 Zakładka „Help”

3.5.1 Zakładka Help > Manual

Otwiera instrukcje obsługi programu OptiM (w języku angielskim)

3.5.2 Zakładka Help > License

Licencja OptiM.

3.5.3 Zakładka Help > About

Krótką informacją na temat wersji OptiM.

4 Instrukcja do podprogramu VAREEDIT

VarEdit to prosty program, Rys. 37, do definiowania zmiennych wejściowych, ograniczeń i opcji wyjściowych dla OptiM. Dane zapisywane są w pliku w formacie zwykłego tekstu z rozszerzeniem *.var (można je edytować ręcznie). Tabele zmiennych, ograniczeń i funkcji celu są ograniczone do 1000 wierszy.

The screenshot shows the VarEdit application window with the following data:

| Variables | | 0 | 0 | All | All | All | |
|-----------|------|-----|-----|--|-------------------------------|---|---------|
| Id | Name | Min | Max | Active | Plot | Range | Comment |
| 0 | X0 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |
| 1 | X1 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |
| 2 | X2 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |
| 3 | X3 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |
| 4 | X4 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |
| 5 | X5 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |
| 6 | X6 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |
| 7 | X7 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |
| 8 | X8 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |
| 9 | X9 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |
| 10 | X10 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |
| 11 | X11 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |
| 12 | X12 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |
| 13 | X13 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |
| 14 | X14 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |
| 15 | X15 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |
| 16 | X16 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |
| 17 | X17 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |
| 18 | X18 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |
| 19 | X19 | 0.0 | 1.0 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input type="checkbox"/> Plot | <input checked="" type="checkbox"/> Fixed | |

| Constrains | | 0 | All | All | | |
|------------|------|---|------|--|--|---------|
| Id | Name | - | Gain | Active | Plot | Comment |
| 0 | C0 | | 0.01 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input checked="" type="checkbox"/> Plot | |
| 1 | C1 | | 0.01 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input checked="" type="checkbox"/> Plot | |
| 2 | C2 | | 0.01 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input checked="" type="checkbox"/> Plot | |
| 3 | C3 | | 0.01 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input checked="" type="checkbox"/> Plot | |
| 4 | C4 | | 0.01 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input checked="" type="checkbox"/> Plot | |

| Objective Functions | | - | - | - | All | |
|---------------------|------|---|---|---|--|---------|
| Id | Name | - | - | - | Plot | Comment |
| 0 | F0 | | | | <input checked="" type="checkbox"/> Plot | |
| 1 | F1 | | | | <input checked="" type="checkbox"/> Plot | |
| 2 | F2 | | | | <input checked="" type="checkbox"/> Plot | |
| 3 | F3 | | | | <input checked="" type="checkbox"/> Plot | |
| 4 | F4 | | | | <input checked="" type="checkbox"/> Plot | |

Rys. 37 Okno główne programu VarEdit.

Następujące funkcje

| | |
|-------------|--|
| File | Plik konfiguracyjny o rozszerzeniu var, w którym zapisane są wszystkie |
|-------------|--|

| | |
|-------------|---|
| | dane programu. |
| X nr | Liczba zdefiniowanych zmiennych niezależnych. |
| C nr | Liczba definiowanych ograniczeń. |
| F nr | Liczba monitorowanych funkcji celu. |

4.1 Zmienne niezależne

Pola i przyciski u góry kolumn ustawiają wartości we wszystkich wierszach dla konkretnej kolumny. W przypadku algorytmu, który rozpoczyna optymalizację od pojedynczego punktu projektowego, na przykład metody gradientowej, wartości zmiennych są obliczane jako średnie z wartości Min i Max. Tę samą wartość można określić dla Min i Max.

| | |
|----------------|--|
| Id | numer identyfikacyjny zmiennej (numer jest wykorzystywany w bibliotece DLL) |
| Name | nazwa zmiennej przedstawiana na wykresie i plikach wynikowych. |
| Min | wartość minimalna zmiennej |
| Max | wartość maksymalna zmiennej |
| Active | ustawia zmienną jako aktywną lub nieaktywną (czyli ulega zmianie lub pozostaje stała) |
| Plot | ustawia czy zmienna ma być wyświetlana na wykresie czy nie |
| Range | Ustawia czy wartości minimalna i maksymalna jest wartości stałą czy też nie. Niektóre algorytmu wymagają zmiany tych wartości. |
| Comment | Komentarz użytkownika do zmiennej – informacja opcjonalna |

The screenshot shows the VarEdit application window. At the top, there are input fields for 'X nr.' (set to 20), 'C nr.' (set to 5), and 'F nr.' (set to 5), along with a 'File:' field. Below these are 'Open', 'Save', and 'Update' buttons. The main area is a table with the following columns: 'Id', 'Name', 'Min', 'Max', 'Active', 'Plot', 'Range', and 'Comment'. The 'Active' column contains yellow squares with the word 'Active' next to them. The 'Plot' column contains small square icons. The 'Range' column contains yellow squares with the word 'Fixed' next to them. The 'Comment' column is currently empty.

| Id | Name | Min | Max | Active | Plot | Range | Comment |
|----|------|-----|-----|--------|------|-------|---------|
| 0 | X0 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |
| 1 | X1 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |
| 2 | X2 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |
| 3 | X3 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |
| 4 | X4 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |
| 5 | X5 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |
| 6 | X6 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |
| 7 | X7 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |
| 8 | X8 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |
| 9 | X9 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |
| 10 | X10 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |
| 11 | X11 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |
| 12 | X12 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |
| 13 | X13 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |
| 14 | X14 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |
| 15 | X15 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |
| 16 | X16 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |
| 17 | X17 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |
| 18 | X18 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |
| 19 | X19 | 0.0 | 1.0 | Active | Plot | Fixed | |

4.2 Więzy/Ograniczenia

Pola i przyciski u góry kolumn ustawiają wartości we wszystkich wierszach dla konkretnej kolumny.

| | |
|----------------|--|
| Id | numer identyfikacyjny ograniczenia (numer jest wykorzystywany w bibliotece DLL) |
| Name | nazwa ograniczenia przedstawiana na wykresie i plikach wynikowych. |
| Gain | wzmocnienie ograniczenia która określa jego „siłę” |
| Active | ustawia ograniczenia jako aktywne lub nieaktywne (czyli ulega zmianie lub pozostaje stała) |
| Plot | ustawia czy zmienna ma być wyświetlana na wykresie czy nie |
| Comment | Komentarz użytkownika do ograniczenia – informacja opcjonalna |

| Constrains | | 0 | All | All | | | |
|------------|------|---|------|--|--|---|---------|
| Id | Name | - | Gain | Active | Plot | - | Comment |
| 0 | C0 | | 0.01 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input checked="" type="checkbox"/> Plot | | |
| 1 | C1 | | 0.01 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input checked="" type="checkbox"/> Plot | | |
| 2 | C2 | | 0.01 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input checked="" type="checkbox"/> Plot | | |
| 3 | C3 | | 0.01 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input checked="" type="checkbox"/> Plot | | |
| 4 | C4 | | 0.01 | <input checked="" type="checkbox"/> Active | <input checked="" type="checkbox"/> Plot | | |

4.3 Funkcja Celu

| | |
|----------------|---|
| Id | numer identyfikacyjny funkcji celu (numer jest wykorzystywany w bibliotece DLL) |
| Name | nazwa ograniczenia przedstawiana na wykresie i plikach wynikowych. |
| Plot | ustawia czy zmienna ma być wyświetlana na wykresie czy nie |
| Comment | Komentarz użytkownika do funkcji celu – informacja opcjonalna |

| Objective Functions | | | | | All | | |
|---------------------|------|---|---|---|-------------------------------|---|---------|
| Id | Name | - | - | - | Plot | - | Comment |
| 0 | F0 | | | | <input type="checkbox"/> Plot | | |
| 1 | F1 | | | | <input type="checkbox"/> Plot | | |
| 2 | F2 | | | | <input type="checkbox"/> Plot | | |
| 3 | F3 | | | | <input type="checkbox"/> Plot | | |
| 4 | F4 | | | | <input type="checkbox"/> Plot | | |

APPENDIX – Lista skrótów klawiszowych

Zakładka File

| | |
|---------------------|----------|
| <u>P</u> arameters | Ctrl + P |
| <u>D</u> ata Format | Ctrl + D |
| Paralle <u>l</u> | Ctrl + L |

Zakładka Optimization

| | |
|--------------------|----------|
| File paths | Ctrl + O |
| <u>I</u> nitialize | Ctrl + I |

Solver

| | |
|-------------|---|
| Tester | T |
| Annealing | 1 |
| HookJeeves | 2 |
| Powell | 3 |
| NelderMead | 4 |
| Gradient | 5 |
| Monte Carlo | 6 |
| Genetic | 7 |
| Swarming | 8 |

| | |
|---------------------|------------------|
| <u>A</u> nnnealing | Shift + Ctrl + A |
| Hook <u>J</u> eeves | Shift + Ctrl + J |
| PO <u>w</u> ell | Shift + Ctrl + W |
| <u>N</u> elderMead | Shift + Ctrl + N |

Gradient

| | |
|---------------------|------------------|
| <u>D</u> irection | Shift + Ctrl + D |
| <u>A</u> lfa Search | Shift + Ctrl + F |
| <u>M</u> onte Carlo | Shift + Ctrl + M |

Genetic Algorithm

Genetic Selection Shift + Ctrl + G

Genetic Methods Shift + Ctrl + E

Swarming Shift + Ctrl + S

Stop Criterion Ctrl + C

Flags Ctrl + F

Zakładka Help

Manual Ctrl + H