

# **Panda 4.0**

dokumentacja

**Ryszard Paweł Kostecki**

[rpkost@tempac.okwf.fuw.edu.pl](mailto:rpkost@tempac.okwf.fuw.edu.pl)

[www.rysieq.prv.pl](http://www.rysieq.prv.pl)

25 listopada 2003

## 0 Wstęp

Panda (**P**rogram **A**Nalizy **D**Anych) to program służący do kompleksowej analizy danych liczbowych, pochodzących z szeroko rozumianego pomiaru. Przy jego pomocy można badać jednostkowe cechy pojedynczej serii danych (histogram, rozkład serii, średnia, przedział niepewności pomiarowej, dopasowanie krzywej Gaussa, itd.) a także współzależności pomiędzy różnymi zmiennymi (wykres zależności, dopasowanie prostej najmniejszych kwadratów, przekształcanie zmiennych, itd.).

Ze względu na swój charakter Panda przeznaczona jest przede wszystkim do zastosowań szkolnych - na lekcje fizyki, ale także chemii, matematyki i innych przedmiotów. Zastosowanie jej może wysoce uatrakcyjnić takie lekcje poprzez przyspieszenie obliczeń i wizualizację wyników przekształceń, obliczeń i dopasowań. Oczywiście, nie jest to jej jedyne przeznaczenie - z programu mogą z powodzeniem korzystać uczniowie, wykonujący w domu eksperymenty; również studenci, opracowujący ćwiczenia na pracowniach przedmiotowych ścisłych i przyrodniczych kierunków studiów. Panda zainteresuje także niejednego wychowawcę klasy, który zechce dokonać pogłębionej statystycznej analizy ocen semestralnych czy końcoworocznych, uzyskanych przez uczniów jego klasy.

Specyficzną cechą i zasadniczą zaletą programu Panda jest jego podobieństwo do arkusza kalkulacyjnego. Znakomicie ułatwi to posługiwanie się programem tym, którzy podstawy obsługi arkusza mają opanowane. Z kolei początkujący użytkownicy stwierdzą, że opanowanie prostych i nielicznych funkcji arkusza, występujących w Pandzie, jest bardzo łatwe. Może one w przyszłości przynieść korzyść w postaci łatwiejszego opanowania 'prawdziwego' arkusza kalkulacyjnego. Nie bez znaczenia jest tu możliwość dwukierunkowej wymiany danych pomiędzy programem Panda a arkuszem kalkulacyjnym Excel.

### 0.1 Istota i charakterystyczność programu Panda

Istotną i charakterystyczną cechą różnicującą Pandę od innych programów analizy danych jest *ściśle przypisanie* zmiennych do kolumn i *vice versa*. Co za tym idzie - użytkownik musi *jawnie* zadeklarować nazwy i ewentualne jednostki zmiennych, jak również format ich wyświetlania w arkuszu. Wymusza to na użytkowniku operację *zastanowienia się* nad danymi, którymi manipuluje. Następną charakterystyczną i kluczową cechą programu Panda jest *ograniczenie możliwych dopasowywanych krzywych* do trzech jedynie zależności - liniowej, kwadratowej i gaussowskiej. Jest to celowe ograniczenie - wymusić ma ono bowiem na użytkownika *orientacyjnej choćby wiedzy o charakterze zależności między analizowanymi danymi*. Dlatego też w zamian za ograniczone funkcje dopasowań, Panda ma rozbudowane i łatwe w użyciu funkcje przekształceń zmiennych - brak w niej zatem, znanych choćby z Excela, formuł.

W ten sposób realizuje się cel tego programu - stworzenie narzędzia analizy danych minimalizującego możliwość popełnienia błędu wynikającego z bezmyślności użytkownika.

## 1 Obsługa arkusza

Panda zawiera w sobie odpowiednik arkusza kalkulacyjnego, znanego z takich programów jak chociażby Excel czy 1-2-3. Jest to właściwie *coś na kształt* arkusza kalkulacyjnego. Ze względu bowiem na specyficzne przeznaczenie, Panda nie posiada wielu opcji dostępnych w zwyczajnym arkuszu, niektóre zaś są realizowane i obsługiwane w inny sposób. Użytkownik ma mniejszą dowolność w sposobie podawania danych do arkusza, za to uzyskuje większą przejrzystość tego, co się gdzie wewnątrz arkusza znajduje i co się w nim dzieje. Po zaakceptowaniu i opanowaniu specyfiki programu praca z danymi staje się znacznie szybsza i bardziej efektywna.

W Pandzie nie ma czegoś takiego jak znane z arkuszy kalkulacyjnych *formuły* czy *zakresy zmiennych*. Wszystkie operacje wykonywane są na całej kolumnie (kolumna równoważna jest tu wartościom jednej konkretnej zmiennej), zaś do ich określenia służy opcja (menu lub przycisk) **Przekształcenia zmiennych**. Szczegółowy opis tych czynności znajduje się w punkcie 3.

Warto zaznaczyć, iż Panda jest programem analizy danych, nie zaś arkuszem kalkulacyjnym, zatem należy ją raczej przyrównywać do takich programów jak Origin czy CurveExpert niżli do Excela.

Charakterystyczny dla Pandy arkusz dzieli się na dwie części. Pierwsza składa się z trzech wierszy (wyróżnionych kolorem) i służy do podawania nazw zmiennych, ich ewentualnych jednostek, oraz formatu wyświetlania liczb. Druga (o wierszach indeksowanych począwszy od 1) służy do podawania wartości zmiennych (patrz rysunek 1).

	1	2	3
zmienna:			
jednostki:			
format:	####.##	####.##	####.##
1			
2			
3			
4			
5			

Rysunek 1: Wygląd arkusza w programie Panda.

## 1.1 Wprowadzanie danych z klawiatury

Każdej zmiennej pochodzącej z pomiaru (lub będącej wynikiem przekształcenia) przypisana jest jednoznacznie cała kolumna. Z tego powodu zmierzone wartości zmiennej należy wprowadzać w wybranej kolumnie po kolei, nie zostawiając po drodze pustych wierszy (gwoźli ścisłości: pustych włączonych wierszy). Konieczne jest także podanie nazwy zmiennej, dzięki której kolumna i jej zawartość będą jednoznacznie rozpoznawane. Podawanie jednostek nie jest obowiązkowe - istnieją wielkości bezwymiarowe. Oczywiście zarówno format jak i nazwa czy jednostka każdej kolumny jest niezależny od formatu, nazwy czy jednostek innej. Uwaga! Wartość liczbową wprowadzona do komórki jest ignorowana przez program do czasu wyjścia użytkownika z komórki, bądź też zatwierdzenia wpisanej wartości klawiszem Enter.

## 1.2 Format (specyfikator formatu)

Format, a mówiąc ściśle: specyfikator formatu, określa w jaki sposób Panda traktuje wprowadzane do niej bądź otrzymywane z przekształceń dane. Specyfikator formatu składa się z:

- określonej liczby znaków # określających maksymalną liczbę cyfr przed przecinkiem (czyli rząd wielkości danych),
- kropki,
- określonej liczby znaków # określających liczbę miejsc po przecinku, do których wypisywane (i obliczane) liczby mają być zaokrąglane.

Jeżeli liczba nie przekracza ilości cyfr przed przecinkiem określonej przez format, to rozmiar kolumny dopasuje się do rozmiaru liczby. Jeżeli ilość cyfr przed przecinkiem przekroczy zakres dopuszczony przez format, to w kolumnie pojawi się znak # i będzie tkwił tam tak długo, aż nie zostanie zmieniona bądź liczba, bądź format. Wejście do komórki ze znakiem # spowoduje oczywiście wypisanie w niej pełnej liczby, tak długo, jak określona komórka będzie aktywna.

Na przykład liczba **234.5678** przy formacie **###.##** będzie zaokrąglona do **234.57**, natomiast przy formacie **##.##** zostanie zaokrąglona i wyświetlona jako **#**.

Przy okazji warto zaznaczyć, iż ułamki dziesiętne można wprowadzać do arkusza zarówno w zapisie 'z przecinkiem' jak i 'z kropką'. Wpisanie którejkolwiek z następujących wielkości **0.712**, **0,712**, **.712**, **,712** zostanie potraktowane tak samo.

Istnieje jeszcze jeden, dotychczas nieudokumentowany, specyfikator formatu, o postaci @. Specyfikator ten powoduje wyświetlenie *wszystkich* cyfr składających się na liczby znajdujące się w określonej kolumnie. Ze względów dydaktycznych nie zaleca się stosowania tego specyfikatora (bowiem użytkownik **powinien** rozumieć co znaczą dane, którymi operuje, zatem powinien też wiedzieć, jakiego rzędu wielkości ma się spodziewać), jakkolwiek w specyficznych sytuacjach może on być nieoceniony.

### 1.3 Menu dostępne poprzez kliknięcie na arkuszu

Większość operacji które można wykonać na danych, niezależnie od możliwości wybrania ich z górnego menu programu, jest dostępna poprzez kliknięcie bądź to prawym klawiszem myszki na części arkusza odpowiadającej za dane (rysunek 2), bądź to którymkolwiek klawiszem na nagłówku wiersza (rysunek 3) lub kolumny (rysunek 4).

	1	2	[3] = (A*[1] + B)^2	[4] = (A*[
zmienna:	R	I	R^2	
jednostki:	ohm	0.005A	ohm^2	
format:	###.###	##.##	####.##	
1	0	20		
2	10			
3	20			
4	30			
5	40			
6	50			
7	60			
8	70			
9	80			
10	90			

Wyświetlone menu kontekstowe (kliknięcie na komórce 1):

- Wyczyść kolumnę
- Usuń wiersz
- Włącz wiersz
- Wyłącz wiersz
- Przekształć zmienną
- Przekształć dwie zmienne
- Różniczkowanie
- Zmień parametry przekształcenia
- Analiza statystyczna zmiennej

Rysunek 2: Menu arkusza.

1	0	20
2	10	20
		19.5
		19
		18.5
6	50	18

Wyświetlone menu kontekstowe (kliknięcie na nagłówku wiersza 2):

- Usuń wiersz
- Włącz wiersz
- Wyłącz wiersz

Rysunek 3: Menu wiersza.

#### 1.3.1 Wyłączanie/włączanie/usuwanie wierszy

Czasem zdarza się tak, iż niektóre punkty pomiarowe ewidentnie odstają od reszty. Może być to wynikiem na przykład tzw. błędów grubych. W każdym razie pojawia się potrzeba czy to zbadania zależności, czy też zanalizowania zmiennej, o zbiorze wartości pomniejszonym o niektóre punkty. Służy do tego opcja menu **wyłącz wiersz**.

	1						
zmienna:							R
jednostki:	ohm	0.00€					ohm
format:	###.###	##.##					####.##
1	0						0
2	10						100
3	20	19					400
4	30	19	900	361			900

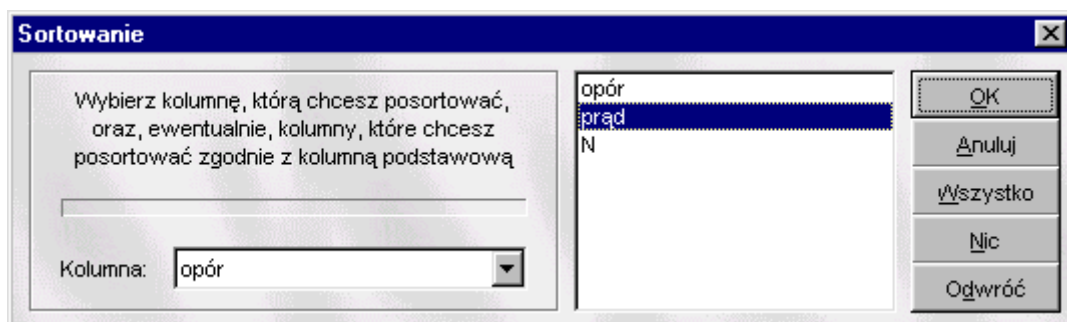
Rysunek 4: Menu kolumny.

Wyłączony wiersz nie będzie brany pod uwagę zarówno podczas analizy statystycznej, jak i badania zależności, za to będzie można go dwoma kliknięciami przywrócić do życia (klikając na **włącz**), jeżeli się nagle okaże, że jednak jest to wartościowy pomiar. Opcja **usuń** oczywiście usuwa nieodwołalnie cały wiersz, przesuując zawartość wszystkich kolumn w górę.

## 1.4 Menu edycja

Rysunek 5: Menu *edycja*.

### 1.4.1 Sortowanie kolumn



Rysunek 6: Okno sortowania kolumn.

W okienku tym można określić zmienną, której wartości mają zostać posortowane. Posortowane wartości będą ułożone w kolejności od najmniejszej do największej. Można również sprecyzować kolumny, których wartości zostaną przemieszczone zgodnie z tym, jak zostaną przemieszczone wartości w kolumnie sortowanej. Oczywiście

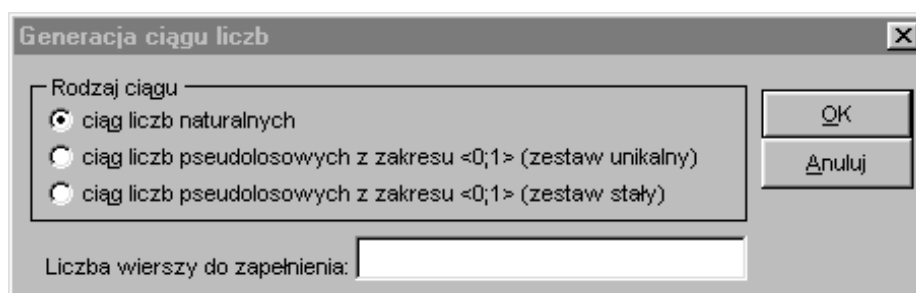
kolumny, które można posortować rekrutują się wyłącznie z kolumn niezależnych (czyli nie pochodzących z przekształceń).

Przycisk *Wszystko* zaznacza wszystkie kolumny, przycisk *Nic* powoduje usunięcie zaznaczenia, natomiast przycisk *Odwróć* odwraca selekcję (na przykładowym obrazku po wciśnięciu *Odwróć* zaznaczone zostałyby zmienne *opór* i *N*, zaś zmienna *prąd* pozostałaby nie zaznaczona). Aby zaznaczyć kilka kolejnych zmiennych na liście należy wcisnąć klawisz *Shift*, kliknąć na pierwszej interesującej pozycji, a potem na ostatniej. Zostaną wtedy zaznaczone, wraz z klikniętymi elementami listy, wszystkie elementy zawarte pomiędzy nimi. Aby wybrać kilka niekoniecznie sąsiadujących z sobą elementów z listy należy kliknąć je po kolei z wciśniętym klawiszem *Ctrl*. Uwaga ta odnosi się nie tylko do okienka sortowania kolumn, lecz dotyczy wszystkich list w programie.

### 1.4.2 Czyszczenie kolumn

Po wybraniu tej opcji wyświetla się lista wszystkich kolumn. Wybrane z niej kolumny zostaną wyczyszczone, co znaczy, że zawarte w nich dane zostaną usunięte. Kolumny, których wartości były zależne od wyczyszczonych kolumn, zostaną również usunięte.

### 1.4.3 Generacja ciągu liczb



Rysunek 7: Okno generacji ciągu liczb.

Dzięki temu narzędziu można wygenerować:

- ciąg liczb naturalnych od 1 do  $N$ , gdzie  $N$  jest liczbą wierszy do zapełnienia,
- ciąg liczb pseudolosowych z zakresu  $< 0; 1 >$  o unikalnym zarodku,
- ciąg liczb pseudolosowych z zakresu  $< 0; 1 >$  o zarodku określonym przez liczbę wierszy do zapełnienia. Dla tego samego zarodka na tym samym komputerze ciąg ten przyjmował będzie zawsze te same wartości.

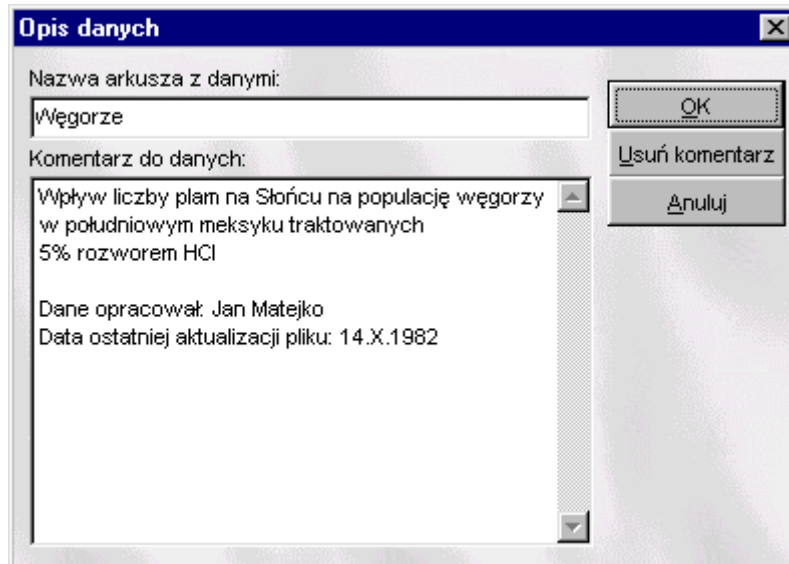
Generowanie liczb pseudolosowych jest procesem czasochłonnym, wobec czego dla dużej liczby wierszy do zapełnienia czas generacji może być zauważalny. Program będzie informował o postępie prac, tak jak na rysunku 8.



Rysunek 8: Informacja o postępie generacji ciągu liczb.

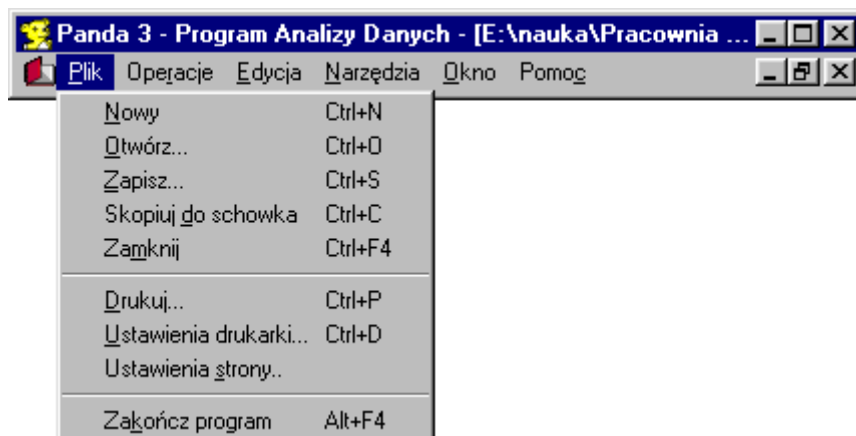
#### 1.4.4 Opis danych

Okienko to służy do sprecyzowania nazwy arkusza i, ewentualnie, skomentowania danych. Podana nazwa arkusza służy do łatwiejszej identyfikacji okienek wykresów i histogramów zależnych od danego arkusza. Prócz tego przy zapisie danych nazwa ta będzie proponowaną nazwą pliku. Okno opisu danych można wywołać zawsze klawiszem F2.



Rysunek 9: Okno opisu danych.

### 1.5 Menu *plik*



Rysunek 10: Menu *plik*.

#### 1.5.1 Zapis i odczyt danych z pliku

**1.5.1.1 Odczyt danych z pliku** Panda domyślnie odczytuje i zapisuje dane w swoim własnym formacie PND w plikach o takim właśnie rozszerzeniu. Niezależnie od tego, Panda jest w stanie odczytać dowolne dane zapisane w sensowny sposób w formacie tekstowym, w tym różne odmiany formatu CSV (czyli Comma Separated

Variables). Oprócz tego czyta ona bezpośrednio formaty programów Zegar (\*.zgr), Oscyloskop (\*.osc), Rozpad (\*.prm), Ruch2W (\*.r2w), Wykresy (\*.wkr), Kocyk (\*.koc), Atom (\*.atm), Drgania (\*.drg), Fotony (\*.ftn), Prąd Stały (\*.uis) oraz Lesqu (\*.lsq).

**1.5.1.2 Zapis danych do pliku** Panda może zapisywać dane bądź do formatu PND, bądź do któregoś z podtypów formatu CSV.

**1.5.1.3 Format PND (specyfikacja)** Panda domyślnie odczytuje i zapisuje dane w swoim formacie. Są to pliki z rozszerzeniem .PND. Są one plikami ASCII, czyli można je otwierać i edytować pod dowolnym edytorem tekstowym. Przykładowy plik .PND wygląda tak:



Rysunek 11: Przykładowy plik .PND.

A jego, interesująca nas nieco bardziej, przykładowa zawartość:

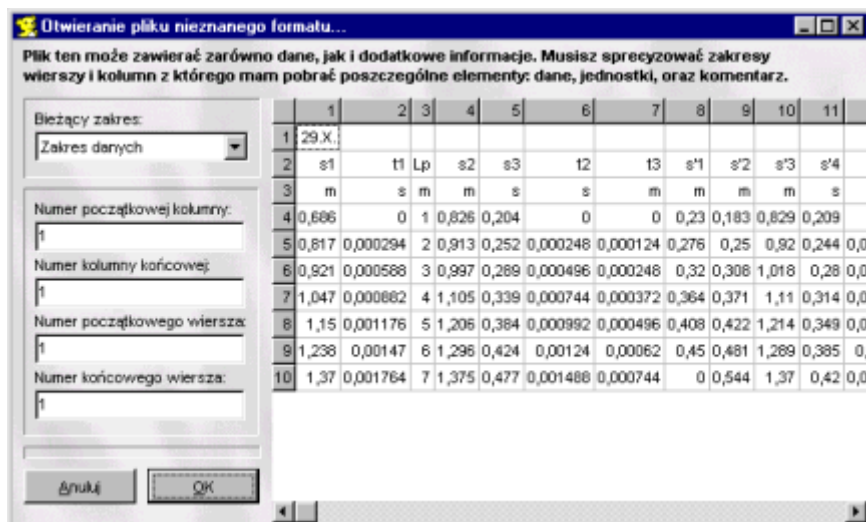
```
Pomiary wstępne prędkości dźwięku
T          U1          U2          U1+U2      U
st.C      mV          mV          mV          mV
#####.##  #####.##  #####.##  #####.##  #####.###
25         0.98         0.99         1.97         0.985
28         1.02         1.11         2.13         1.065
30         1.14         1.19         2.33         1.165
32         1.2         1.27         2.47         1.235
34         1.25         1.36         2.61         1.305
36         1.3         1.43         2.73         1.365
38         1.38         1.52         2.9          1.45
40         1.47         1.6         3.07         1.535
42         1.5         1.68         3.18         1.59
44         1.7         1.74         3.44         1.72
$
1          2          3          4          5
0          0          0          101         1
0          0          0          2          4
0          0          0          3          0
0          0          0          1          0.5
0          0          0          1          0
0          0          0          0          0
$
Przeprowadzono na Pracowni Fizycznej I
Dnia 15.X.2008 roku
```

- Wiersz pierwszy to nazwa, krótki opis danych. Przy odczycie przez Pandę stanie się on nazwą arkusza z danymi. Jeżeli pierwszy wiersz jest pusty, to jako nazwa arkusza z danymi zostanie przyjęta nazwa odczytanego pliku.
- Wiersz drugi zawiera nazwy zmiennych oddzielone od siebie tabulacją.
- Wiersz trzeci zawiera nazwy jednostek oddzielone od siebie tabulacją.



- Wiersz czwarty zawiera specyfikatory formatu oddzielone od siebie tabulacją.
- Od wiersza piątego rozpoczyna się sekcja danych. Kończy się ona pojedynczym wierszem zawierającym tylko znak \$.
- Po tym znaku rozpoczyna się sekcja informacji wewnętrznych Pandy o danych. Kolejny wiersz zawiera numery kolumn, z jakich zapisane dane zostały pobrane, oczywiście rozdzielone są one tabulacją.
- Następne 6 wierszy zawiera informacje o tym, czy wartości w kolumnie pochodzą z przekształceń (jeżeli nie, to wartość w pierwszym z tych wierszy wynosi 0), rodzaju przekształcenia (jeżeli liczba jest różna od zera, to jej wartość określa rodzaj przekształcenia), kolumnach od których dana kolumna się wywodzi (zapisane w dwóch następnych wierszach), oraz o współczynnikach przekształcenia (trzy ostatnie wiersze).
- Wiersz zawierający tylko znak \$ kończy sekcję informacji dotyczących operacji na danych.
- Wszystkie następne wiersze są przeznaczone na komentarz i są czytane aż do końca pliku.

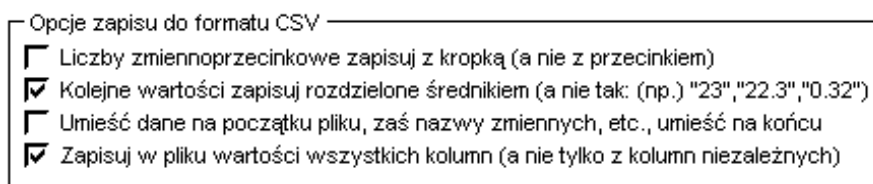
**1.5.1.4 Okienko odczytu dowolnego pliku z danymi nieznanego formatu** Jeżeli Panda zostanie poproszona o otwarcie pliku o nieznanym dla niej formacie (detekcja formatu pliku odbywa się poprzez analizę jego rozszerzenia (czyli tekstu po ostatniej kropce w nazwie pliku), a nie poprzez analizę jego zawartości!), to wyświetli następujące okienko:



Rysunek 12: Okienko odczytu dowolnego pliku z danymi nieznanego formatu.

Użytkownik powinien sprecyzować które wiersze i kolumny zawierają dane, a które zawierają nazwy zmiennych, jednostki, oraz komentarz. Wyboru tego można dokonać wpisując odpowiednie wartości w polach po lewej stronie, lub po prostu zaznaczając odpowiedni fragment w tabeli po prawej. To, czego dotyczy aktualnie zaznaczony fragment, określone jest przez aktualnie wybrany element z listy *Bieżący zakres*. Po dokonaniu przez użytkownika wszystkich, albo też nie wszystkich, wyborów (nie są one konieczne) i ich zatwierdzeniu poprzez kliknięcie na **OK**, Panda wczyta dane zgodnie z tym, jak zostało to określone.

**1.5.1.5 Kulisy formatu CSV** Format CSV jest jednym z bardziej popularnych formatów tekstowych używanych do przechowywania i wymiany danych. Posiada on jednak kilka odmian. Wiązą się z tym problemy z kompatybilnością. Na przykład, z niewiadomych przyczyn, Excel niepoprawnie odczytuje zapisywane przez siebie samego pliki CSV, jeżeli się je wczyta poprzez dwuklik. W związku z tym należy pliki CSV wczytywać prosto z Excela wybierając z menu: *Plik / Otwórz*. To zaś w jaki sposób Panda zapisuje dane do formatu CSV, określić można w okienku *Konfiguracja programu* na zakładce *Ustawienia arkusza* (patrz rysunek 13).



Rysunek 13: Opcje zapisu do formatu CSV.

Ustawienia takie jak przedstawione na rysunku 13 powodują zapis poprawnie interpretowany przez Excela, jeżeli plik jest odczytywany z jego menu **Plik / Otwórz**. Wyłączenie rozdzielania danych średnikiem umożliwi poprawne odczytywanie przez Excela zapisywanych przez Pandę plików CSV wtedy, gdy zostaną one otwarte poprzez dwuklik w Eksploratorze Windows, albo w czymś podobnym (co Excel zinterpretuje jako wywołanie pliku z linii komend).

### 1.5.2 Kopiowanie danych do schowka

Po wciśnięciu kombinacji klawiszy `Ctrl+C`, lub po wybraniu odpowiedniej opcji z menu **Plik**, do schowka zostanie skopiowana tabela składająca się z: nazw zmiennych, jednostek, oraz wartości zmiennych, o kolejnych kolumnach rozdzielonych tabulacją.

### 1.5.3 Wydruk danych

Po wybraniu tej opcji pojawia się lista, z której należy wybrać te zmienne, które chce się wydrukować.

## 2 Przekształcanie danych

**Przekształcania danych** są w Pandzie swoistym odpowiednikiem *formuł*, znanych z arkuszy kalkulacyjnych. Każde przekształcenie działa na całej kolumnie (albo na dwóch). Wynikiem przekształcenia jest nowa kolumna (a w jednym przypadku dwie kolumny) o wartościach wynikających z określonego przekształcenia. Warto wiedzieć, że:

- Jeżeli przekształcenie jest w którymś z punktów niewykonywalne (np. występuje operacja dzielenia przez zero), to komórka wynikowa jest czyszczona, zaś wiersz w którym rzecz zaszała jest dezaktywowany (wyłączany), aby poinformować użytkownika, że coś jest nie tak.
- Jeżeli, przykładowo, zmienna **prędkość** jest zależna od zmiennych **czas** i **droga** poprzez przekształcenie **prędkość = droga / czas**, to dopisanie dodatkowych (albo zmiana istniejących) wartości w zmiennych **czas** lub/i **droga** spowoduje automatyczne zaktualizowanie się wartości zmiennej **prędkość**.

Przekształcenia dzielą się na trzy zasadnicze grupy: proste, złożone (czyli wzajemne) i różniczkowanie.

### 2.1 Proste przekształcenia zmiennych

Proste przekształcenie tworzy na podstawie zmiennej  $x$  nową zmienną  $y$ , zgodnie ze wzorem:  $y=F(A*x+B)$ , gdzie  $F()$  jest jedną z funkcji:

- $( )$  - identyżność (oczywiście jest to identyżność względem przekształcenia liniowego  $A \cdot x + B$ , a nie względem wartości  $x$ ),
- $1 / ( )$  - odwrotność,
- $( )^2, ( )^3$  - podniesienie do drugiej lub trzeciej potęgi,
- $\text{sqr} ( )$  - pierwiastek kwadratowy (drugiego stopnia),
- $\text{exp} ( )$  - funkcja wykładnicza o podstawie równej  $e$ ,
- $\text{ln} ( )$  - logarytm naturalny,
- $\text{log10} ( )$  - logarytm o podstawie dziesiętnej,
- $\text{tg} ( )$  - tangens,
- $\text{arctg} ( )$  - arcus tangens,
- $\text{sin} ( )$  - sinus,
- $\text{sinh} ( )$  - sinus hiperboliczny,
- $\text{tgh} ( )$  - tangens hiperboliczny,
- $\text{arctgh} ( )$  - arcus tangens hiperboliczny,
- $\text{abs} ( )$  - moduł (wartość bezwzględna).

Czasem dane wejściowe są kątami podanymi w stopniach, a nie w radianach. Aby przekształcenia  $y = \sin(Ax + B)$ ,  $y = \text{tg}(Ax + B)$  i inne działały "poprawnie" (tj. zgodnie z intuicją), trzeba przekształcić stopnie na radiany. Można to zrobić szybko, zamiast wartości współczynnika  $A$  wpisując **deg**.

## 2.2 Przekształcenia wzajemne dwóch wybranych zmiennych

Przekształcenie wzajemne dwóch zmiennych tworzy na podstawie dwóch zmiennych:  $u$  i  $v$  nową zmienną  $y$ , zgodnie ze wzorem:  $y = F(u, v)$ , gdzie  $F( )$  jest jedną z funkcji:

- $A \cdot u + B \cdot v + C$ ,
- $A \cdot u \cdot v + C$ ,
- $A \cdot u / v + C$ .

## 2.3 Różniczkowanie

Jak powszechnie wiadomo, różniczkowanie określone jest w zbiorze liczb rzeczywistych, a pomiary są jedynie podzbiorem liczb wymiernych. Różniczkowanie danych musi więc odbywać się w myśl wybranej konwencji. Wyniki które otrzymujemy w ramach tego przekształcenia nie są bowiem pochodną funkcji, lecz jedynie jej przybliżeniem. W programie Panda proponowane są dwie konwencje różniczkowania: przez iloraz różnicowy i przez wielomian interpolacyjny.

### 2.3.1 Iloraz różnicowy

Na podstawie dwóch zmiennych:  $Fx$  i  $x$  otrzymujemy nową zmienną  $y$ , zgodnie ze wzorem:

$$y(n) = \frac{Fx(n+1) - Fx(n)}{x(n+1) - x(n)},$$

gdzie  $n$  jest numerem porządkowym punktu w serii pomiarowej, lub, jak kto woli, po prostu numerem wiersza. Jak widać ze wzoru, przybliżenie pochodnej jest tutaj tym lepsze, im więcej mamy punktów pomiarowych i im mniejsze odległości pomiędzy nimi. W ten sposób otrzymujemy, dla  $N$  punktów pomiarowych na wejściu operacji,  $N - 1$  punktów na jej wyjściu. Dlatego też wraz ze zmienną  $y$  generowana jest zmienna  $x'$  o wartościach opisanych wzorem

$$x'(n) = \frac{x(n+1) + x(n)}{2}.$$

Jak widać, zmienna  $x'$  będzie miała również  $N - 1$  wartości. I bardzo dobrze, bowiem wartość  $y(n)$  jest wartością ilorazu różnicowego właśnie w punkcie  $x'(n)$ .

### 2.3.2 Wielomian interpolacyjny

Przybliżenie pochodnej poprzez wielomian interpolacyjny polega w rzeczywistości na zrealizowaniu następującego algorytmu (tu zapisanego w quasi-kodzie, dla większej jasności):

```
for (n=2;n<N;n++)
{
  dopasuj_parabolę_do_punktów( (x,Fx)(n-1), (x,Fx)(n), (x,Fx)(n+1) );
  p3 = pochodna_paraboli_w_punkcie(n);
  p1 = iloraz_różnicowy_pomiędzy_punktami( (x,Fx)(n-1), (x,Fx)(n) );
  p2 = iloraz_różnicowy_pomiędzy_punktami( (x,Fx)(n), (x,Fx)(n+1) );
  wartość_pochodnej_w_punkcie(n) = (p1+p2+2*p3)/4;
}
```

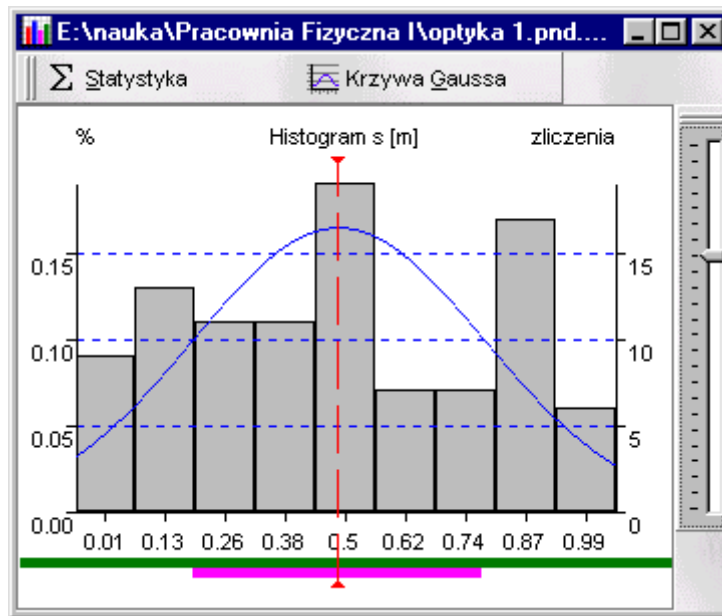
Dla  $n = 1$  i  $n = N$  zachodzi ten sam algorytm, tyle, że okrojony do ilorazu różnicowego w jedną stronę, zaś brane wagi są następujące:  $(p1 + p3)/2$ , oraz  $(p2 + p3)/2$ .  $N$  oznacza oczywiście liczebność danych wejściowych.

## 3 Analiza statystyczna + histogram

### 3.1 Histogram

Na histogramie widzimy następujące elementy:

- Słupki - to tak zwane biny: symbolizują one zliczenia w danym przedziale. Środek każdego przedziału jest zaznaczony na dole binu. Liczby wzdłuż osi poziomej to właśnie wartości środków przedziałów.
- Liczbę binów można regulować przy pomocy suwaka po prawej stronie. Minimalna liczba binów wynosi 2.
- Liczby położone po lewej stronie histogramu określają procentową wysokość binu (100% = wszystkie punkty, 0% = 0 punktów), zaś liczby po prawej stronie histogramu to po prostu ilość punktów, które wpadły do przedziału.
- Szersza pozioma kreska pod napisami oznaczającymi środki binów określa przedział (średnia wartość  $\pm 3$ \*odchylenie standardowe), zaś węższa pozioma kreska określa przedział pojedynczego odchylenia od średniej.



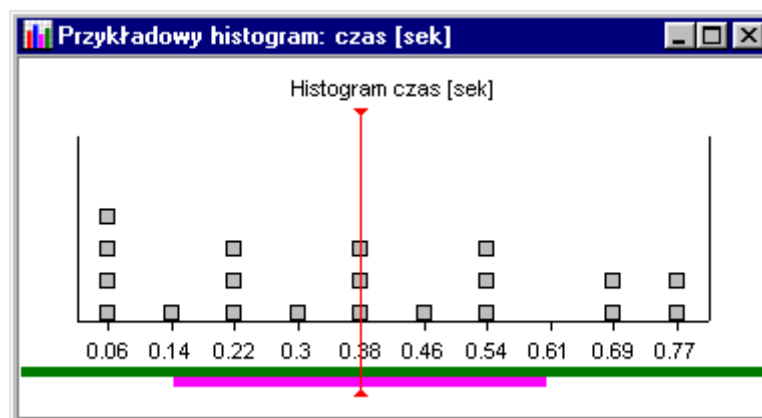
Rysunek 14: Okno histogramu.

- Pionowa czerwona kreska oznacza średnią wartość zmiennej.
- Niebieska krzywa to oczywiście krzywa Gaussa, określona wzorem:

$$y(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} * dx} * \exp\left(-\frac{(x - x_{\acute{s}r})^2}{2 * dx^2}\right),$$

gdzie  $dx$  oznacza pojedyncze odchylenie standardowe, zaś  $x_{\acute{s}r}$  średnią wartość zmiennej.

Wygląd histogramu można dowolnie skonfigurować w menu **Konfiguracja programu**. Specjalną opcją tam dostępną jest **Na histogramie stawiaj punkty**. Wybranie tej opcji powoduje traktowanie każdego zliczenia jako osobny, oddzielający się od innych, punkt. Przy wybraniu tej opcji niemożliwa jest normalizacja histogramu, a co za tym idzie - brak jest osi %, osi **zliczenia**, oraz krzywej Gaussa. Histogram wówczas wygląda tak, jak to zostało przedstawione na rysunku 15.



Rysunek 15: Wygląd histogramu z osobnymi punktami reprezentującymi zliczenia.

Regulacja szerokości binów jest tutaj dostępna, mimo jej braku na tej przykładowej ilustracji.

## 3.2 Statystyka

Po kliknięciu na przycisk **Statystyka** (bądź też po wybraniu odpowiedniej opcji z menu) wyświetlone zostanie okienko z informacją podobną do tej:

```
Ilość pomiarów zmiennej s: 100
Suma wartości: 48.37 m
Minimum: 0.01 m
Maksimum: 0.99 m
Średnia: 0.4837 m
Odch. std.: 0.296751259475002 m
Mediana: 0.465 m
-----
Po zaokrągleniu:
s = ( 0.48 +/- 0.3 ) m
Błąd procentowy (odch.std./śr.) wynosi 61.35%
```

Odch. std. to oczywiście odchylenie standardowe. O tym, czy jest to odchylenie standardowe populacji, próby, czy średniej decyduje użytkownik, poprzez wybranie odpowiedniej opcji w **Konfiguracji programu**. Różnią się one wzorami:

- odchylenie std. populacji:  $dx = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(x_{\acute{s}r} - x_i)^2}{N}}$ ,

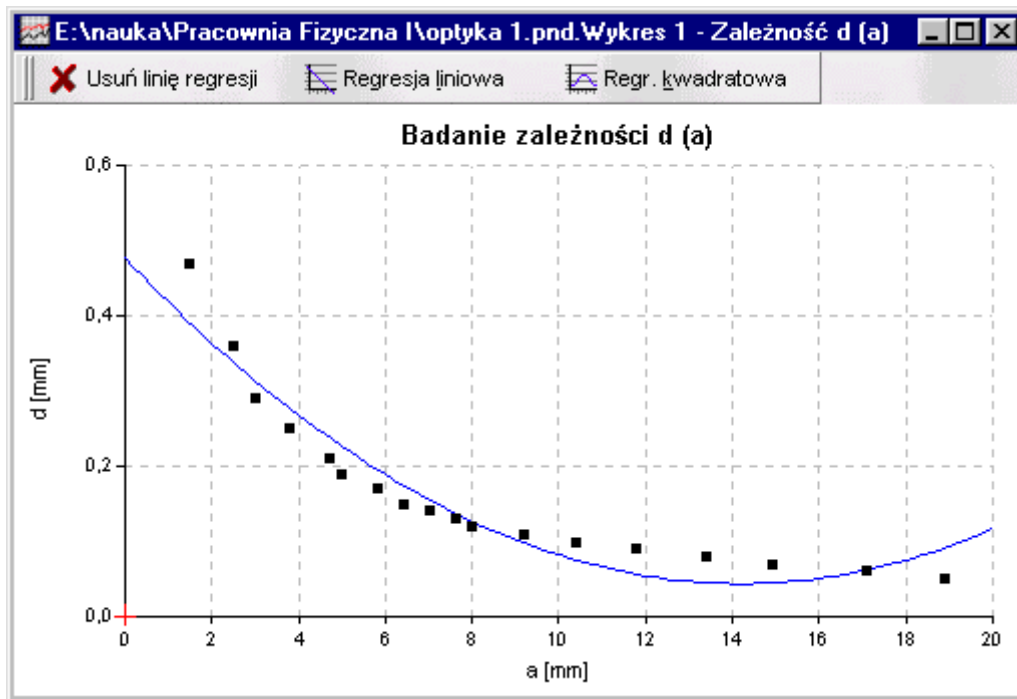
- odchylenie std. próby:  $dx = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(x_{\acute{s}r} - x_i)^2}{N-1}}$ ,

- odchylenie std. średniej:  $dx = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(x_{\acute{s}r} - x_i)^2}{N * (N-1)}}$ .

Mediana zaś jest to wartość dzieląca serię pomiarów na pół.

## 3.3 Eksport danych

- Histogram można skopiować do schowka jako bitmapę wybierając opcję menu **Plik / Skopiuj do schowka**, bądź też poprzez kombinację klawiszy **Ctrl+C**.
- Można go również zapisać do pliku, jako plik bitmapowy .BMP, wybierając opcję menu **Plik / Zapisz...**, bądź też poprzez kombinację klawiszy **Ctrl+S**.
- Dane z okienka **Statystyka** można skopiować do schowka poprzez zaznaczenie jego zawartości i wciśnięcie kombinacji klawiszy **Ctrl+C**.
- Zarówno histogram jak i zawartość okienka **Statystyka** można wydrukować postępując w sposób typowy dla aplikacji systemu Windows.



Rysunek 16: Okno wykresu.

## 4 Badanie zależności + wykres

### 4.1 Okno wykresu

Przycisk *Usuń linię regresji* usuwa linię regresji, jeżeli takowa znajduje się na wykresie, zaś pozostałe przyciski służą do dopasowywania odpowiednich regresji. Opcją dostępną tylko z menu **Wykres** (albo przez **Ctrl+M**) jest podawanie chwilowych współrzędnych myszy na wykresie. Wybrany fragment wykresu można powiększyć wciskając **Shift** i zaznaczając go myszą. Powrót do wyświetlenia pełnego zakresu jest wtedy możliwy poprzez wcisnięcie **Shift** i jednokrotne kliknięcie gdzieś na wykresie.

Wygląd wykresu można dowolnie skonfigurować w menu *Konfiguracja programu*.

### 4.2 Dopasowywanie regresji

Do punktów pomiarowych można dopasować prostą lub parabolę. Dopasowanie to jest dokonywane metodą najmniejszych kwadratów. Dla dopasowania prostej wzory te przyjmują postać:

$$S_x := \sum_{i=1}^N x_i, \quad S_y := \sum_{i=1}^N y_i, \quad S_{xx} := \sum_{i=1}^N x_i^2, \quad S_{yy} := \sum_{i=1}^N y_i^2, \quad S_{xy} := \sum_{i=1}^N x_i * y_i,$$

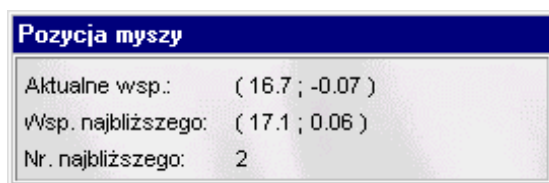
$$a = \frac{N * S_{xy} - S_x S_y}{N * S_{xx} - S_x^2}, \quad b = \frac{S_y S_{xx} - S_x S_{xy}}{N * S_{xx} - S_x^2},$$

$$da = \sqrt{\left| \frac{N * \frac{S_{yy} - a * S_{xy} - b * S_y}{N - 2}}{N * S_{xx} - S_x^2} \right|}, \quad db = \sqrt{\left| \frac{S_{xx} * \frac{S_{yy} - a * S_{xy} - b * S_y}{N - 2}}{N * S_{xx} - S_x^2} \right|},$$

$$R = \frac{N * S_{xy} - S_x * S_y}{\sqrt{|(N * S_{xx} - S_x^2) * (N * S_{yy} - S_y^2)|}}$$

Miarą zgodności dopasowanej krzywej z punktami jest współczynnik korelacji R. Im jego moduł jest bliższy jedności, tym zgodność jest większa, czyli dopasowanie lepsze.

### 4.3 Podawanie pozycji myszy



Rysunek 17: Okienko z danymi o aktualnej pozycji myszy.

W okienku tym są wyświetlane informacje o aktualnej pozycji myszy na wykresie (*Aktualne wsp.*), o współrzędnych najbliższego (licząc po osi argumentów) punktu (*Wsp. najbliższego*), oraz o numerze porządkowym tego punktu w serii.

Okienko to zamyka się tak, jak się je otwiera.

### 4.4 Eksport danych

Wykres można zapisać bądź to do pliku .BMP (jako grafikę rastrową, czyli bitmapę), bądź do pliku .WMF (jako grafikę wektorową). Zapis do pliku .WMF ma tę przewagę, iż pliki .WMF można dowolnie powiększać, bez tzw. pikselizacji.

Prócz tego zarówno wykres, jak i informacje o dopasowaniu regresji można drukować i kopiować do schowka podobnie jak w typowych aplikacjach dla systemu Windows. Wykres kopiowany jest do schowka jako grafika wektorowa.

## 5 Narzędzia

### 5.1 Tablica stałych

Tablica stałych zawiera stałe określone w pliku `const.txt`, znajdującym się w tym samym katalogu, co plik wykonywalny programu `panda.exe`. Plik ten jest plikiem tekstowym. Użytkownik może dodawać (bądź też odejmować) do niego własne stałe. Struktura pliku jest następująca:

```
nazwa_stalej
wartosc_stalej
```

...i tak dalej... W celu uzyskania "pseudo-nagłówka" należy jako wartość stałej dać pusty wiersz.



## 5.2 Kalkulator

Wybranie opcji *Kalkulator* uruchamia systemowy kalkulator Windows.

## 6 Konfiguracja programu

Panda posiada ogromne możliwości konfiguracyjne. Wszystkie one dostępne są w menu *Narzędzia / Konfiguracja programu*. Działanie większości opcji jest tożsame lub zbliżone do podobnych opcji w typowych aplikacjach Windows. Niezależnie od tego są one opisane w programie. Nieliczne opcje, nie mające odpowiedników w typowych aplikacjach, zostały wyjaśnione w odpowiednich fragmentach powyżej. Konfiguracja programu przechowywana jest tylko i wyłącznie w pliku `panda.ini`, znajdującym się w tym samym katalogu co program. Plik ten jest otwartym plikiem tekstowym.

## 7 Informacje dodatkowe

### 7.1 Współpraca z programami Word, Excel i innymi

#### 7.1.1 Eksport

Panda w pełni korzysta z udogodnienia systemowego, jakim jest schowek. Wszystkie dane jakie Panda oblicza, wyświetla czy przechowuje można do niego skopiować, wciskając `Ctrl+C`, albo wybierając odpowiednią pozycję z menu *Plik*. Panda potrafi również zapisywać wszystkie informacje w formatach powszechnie akceptowanych:

- dane do plików w formacie `.CSV`,
- wykresy do plików w formatach `.WMF` lub `.BMP`,
- histogramy do plików w formacie `.BMP`.

#### 7.1.2 Import

Panda potrafi czytać dane z dowolnych plików tekstowych (ze specjalnym uwzględnieniem formatów: `.PND`, `.OSC`, `.ZGR`, `.PRM`, `.WKR`, `.R2W`, `.LSQ`, `.KOC`, `.ATM`, `.DRG`, `.FTN`, `.UIS`). Wśród nich jest format `.CSV`, do którego może zapisywać dane program Excel.

### 7.2 Przypisanie plików `.PND` i innych do programu Panda

Aby program Panda można było uruchomić poprzez kliknięcie na plik o rozszerzeniu `.PND`, konieczne jest dokonanie przypisania plików typu `.PND` do Pandy. W tym celu wciśnij klawisz `Shift` i (trzymając go nadal wciśniętym) kliknij prawym przyciskiem myszki na dowolny plik `.PND`. Z menu, które się pojawi, wybierz opcję *Otwórz z...* Pojawi się okienko wyboru programu. Jeżeli opcja *Do otwierania tego typu pliku używaj zawsze tego programu* nie jest zaznaczona, to zaznacz ją teraz, a następnie kliknij na przycisk *Inne...* Pojawi się teraz przed tobą okienko wyboru pliku. Znajdź w nim plik wykonywalny programu Panda `.exe` i wybierz go, klikając następnie na *Otwórz*. Okienko wyboru pliku się zamknie. Wtedy kliknij w oknie, które pozostało, na przycisk *OK*. Od tej chwili pliki z rozszerzeniem `.PND` są przypisane do programu Panda. Operację tę można powtórzyć z plikiem dowolnego innego typu.

## 7.3 Skróty klawiszowe

### 7.3.1 Wszystkie okna

F1	Otwarcie pliku pomocy do programu
F12	Wyświetlenie informacji o programie
Ctrl+F4	Zamknięcie bieżącego okna
Alt+F4	Zakończenie pracy programu

### 7.3.2 Okna arkusza, wykresu i histogramu

Ctrl+N	Otwarcie nowego czystego arkusza
Ctrl+O	Wyświetlenie okienka dialogowego otwarcia pliku
Ctrl+S	Wyświetlenie okienka dialogowego zapisu pliku
Ctrl+C	Skopiowanie zawartości bieżącego okna do schowka
Ctrl+P	Wyświetlenie okienka dialogowego wydruku
Ctrl+D	Wyświetlenie okienka dialogowego ustawień drukarki
Ctrl+K	Uruchomienie kalkulatora Windows
Ctrl+T	Wyświetlenie tablicy stałych

### 7.3.3 Okna arkusza

F2	Wyświetlenie okienka opisu pliku
F3	Wyświetlenie okienka wyboru kolumn do analizy statystycznej i wykreślenia histogramu
F4	Wyświetlenie okienka wyboru kolumn do badania zależności i wykreślenia wykresu zależności
F5	Wyświetlenie okienka przekształceń wybranej zmiennej
F6	Wyświetlenie okienka przekształceń dwóch wybranych zmiennych
F7	Wyświetlenie okienka różniczkowania zmiennych
F8	Wyświetlenie okienka zmiany parametrów istniejącego przekształcenia
F9	Wyświetlenie okienka generacji ciągu liczb

### 7.3.4 Okna wykresu

Ctrl+L	Wyświetlenie okienka dopasowania regresji liniowej
Ctrl+K	Wyświetlenie okienka dopasowania regresji kwadratowej
Ctrl+U	Usunięcie linii regresji
Ctrl+M	Wyświetlenie okienka aktualnej pozycji myszy

### 7.3.5 Okna histogramu

Ctrl+S	Wyświetlenie okienka statystyki
Ctrl+G	Narysowanie/usunięcie z histogramu krzywej Gaussa

## 8 Minimalne sprzętowe wymagania programu

Program Panda.exe w wersji 4.0 uruchomi się i będzie działać zadowalająco szybko na każdym komputerze z procesorem klasy Pentium (lub wyższym) pod kontrolą każdego 32-bitowego systemu operacyjnego Windows.

## Spis treści

<b>0</b>	<b>Wstęp</b>	<b>2</b>
0.1	Istota i charakterystyczność programu Panda . . . . .	2
<b>1</b>	<b>Obsługa arkusza</b>	<b>2</b>
1.1	Wprowadzanie danych z klawiatury . . . . .	3
1.2	Format (specyfikator formatu) . . . . .	3
1.3	Menu dostępne poprzez kliknięcie na arkuszu . . . . .	4
1.3.1	Wyłączanie/włączanie/usuwanie wierszy . . . . .	4
1.4	Menu <i>edycja</i> . . . . .	5
1.4.1	Sortowanie kolumn . . . . .	5
1.4.2	Czyszczenie kolumn . . . . .	6
1.4.3	Generacja ciągu liczb . . . . .	6
1.4.4	Opis danych . . . . .	7
1.5	Menu <i>plik</i> . . . . .	7
1.5.1	Zapis i odczyt danych z pliku . . . . .	7
1.5.1.1	Odczyt danych z pliku . . . . .	7
1.5.1.2	Zapis danych do pliku . . . . .	8
1.5.1.3	Format PND (specyfikacja) . . . . .	8
1.5.1.4	Okienko odczytu dowolnego pliku z danymi nieznanego formatu . . . . .	9
1.5.1.5	Kulisy formatu CSV . . . . .	9
1.5.2	Kopiowanie danych do schowka . . . . .	10
1.5.3	Wydruk danych . . . . .	10
<b>2</b>	<b>Przekształcanie danych</b>	<b>10</b>
2.1	Proste przekształcenia zmiennych . . . . .	10
2.2	Przekształcenia wzajemne dwóch wybranych zmiennych . . . . .	11
2.3	Różniczkowanie . . . . .	11
2.3.1	Iloraz różnicowy . . . . .	12
2.3.2	Wielomian interpolacyjny . . . . .	12

<b>3</b>	<b>Analiza statystyczna + histogram</b>	<b>12</b>
3.1	Histogram . . . . .	12
3.2	Statystyka . . . . .	14
3.3	Eksport danych . . . . .	14
<b>4</b>	<b>Badanie zależności + wykres</b>	<b>15</b>
4.1	Okno wykresu . . . . .	15
4.2	Dopasowywanie regresji . . . . .	15
4.3	Podawanie pozycji myszy . . . . .	16
4.4	Eksport danych . . . . .	16
<b>5</b>	<b>Narzędzia</b>	<b>16</b>
5.1	Tablica stałych . . . . .	16
5.2	Kalkulator . . . . .	17
<b>6</b>	<b>Konfiguracja programu</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Informacje dodatkowe</b>	<b>17</b>
7.1	Współpraca z programami Word, Excel i innymi . . . . .	17
7.1.1	Eksport . . . . .	17
7.1.2	Import . . . . .	17
7.2	Przypisanie plików .PND i innych do programu Panda . . . . .	17
7.3	Skróty klawiszowe . . . . .	18
7.3.1	Wszystkie okna . . . . .	18
7.3.2	Okna arkusza, wykresu i histogramu . . . . .	18
7.3.3	Okna arkusza . . . . .	18
7.3.4	Okna wykresu . . . . .	18
7.3.5	Okna histogramu . . . . .	18
<b>8</b>	<b>Minimalne sprzętowe wymagania programu</b>	<b>18</b>