

System Informatyczny

CELAB

Instrukcja obsługi - Statystyka

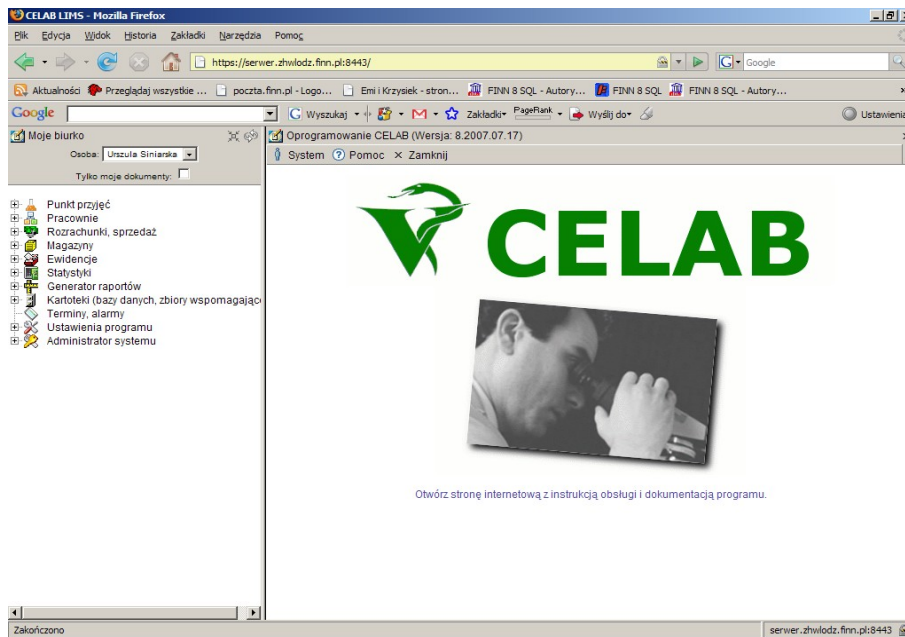
Spis treści:

1. Drzewo poleceń - uruchamianie poleceń programu.....	2
2. Analiza danych.....	3
2.1.1 seria danych.....	4
2.2.2 i więcej serii danych	5
3. Walidacja metod jakościowych.....	6
4. Walidacja metod ilościowych.....	9
4.1.Granica wykrywalności (współczynnik 3, 5, 6, 10).....	12
4.2.Dokładność (Z-wynik).....	13
4.3.Odzysk/Powtarzalność/Odtwarzalność.....	15
4.4.Liniowość.....	16
4.4.1.Regresja liniowa ortogonalna (GMFR) - Przykład implementacji.....	16
5. Walidacja metod ilościowych zgodnie z Decyzją 2002/657/EC.....	21
5.1.CCalfa/CCbeta.....	24
5.2.Poprawność.....	25
5.3.Precyzja metod ilościowych.....	27
5.4.Stabilność roztworów.....	28
6. Walidacja metod ilościowych mikrobiologicznych (jak w module II).....	28
6.1.Dokładność (Z-wynik).....	29
6.2.Odzysk/Powtarzalność/Odtwarzalność.....	30
6.3.Liniowość (2 metody do wyboru).....	32
7. Szacowanie niepewności (metoda A i metoda A dla metod mikrobiologicznych płytkowych).....	36
7.1.Metoda Typu A.....	36
7.2.Metoda Typu A dla metod mikrobiologicznych płytkowych.....	37
8. Karty kontrolne.....	38
8.1.Karty kontrolne R.....	39
8.2.Karty kontrolne S.....	41
8.3.Karty kontrolne X.....	43
8.4.Karty kontrolne np.....	45
9. Testy i wnioskowanie statystyczne.....	47
9.1.CHI_KWADRAT zgodności.....	47
9.2.Test-F.....	49
9.3.Test-T.....	51
9.4.Test ANOWA.....	53
9.5.Test MANOWA.....	55
10. Testy nieparametryczne.....	56
10.1.Test Wilcoxona.....	56

10.2. Test znaków.....	60
10.3. Analiza cech jakościowych.....	61
10.4. Test Manna Withneya.....	63
11. Test Q-Dixon'a.....	64
12. Test Grubbs'a.....	65
13. Test normalności Shapiro-Wilk'a.....	68
14. Epidemiologia.....	71
14.1. Wskaźnik zgodności Cohena/ Kappa.....	71
15. Korelacja i analiza trendów.....	71
15.1. Miernik współzależności między cechami jakościowymi.....	71
15.2. Miernik współzależności między cechami ilościowymi.....	73
15.3. Wskaźniki korelacyjne Pearsona.....	74
15.4. Rachunek regresji.....	75
16. Statystyki wspomagające.....	78
16.1. Z wyniki (standaryzacja).....	78
17. Badania biegłości.....	79
17.1. Test Cochran'a.....	80
17.2. Analiza Powtarzalności/ odtwarzalności	80
17.3. Z-score.....	81
18. NPL (MPN).....	83
19. Liczebność próbki.....	83

1. Drzewo poleceń - uruchamianie poleceń programu



Po poprawnym zalogowaniu się użytkownika do programu pojawi się przedstawione na rysunku poniżej okno programu.



Z lewej strony okna programu znajduje się **Drzewo poleceń**. Poszczególne gałęzi tego drzewa grupują tematycznie podgałęzi służące do uruchomienia poszczególnych poleceń programu.

Rozwinięcie gałęzi drzewa poleceń (pokazanie jej podgałęzi) jest możliwe poprzez kliknięcie plusa znajdującego się z lewej strony gałęzi. Aby zwinąć gałąź drzewa poleceń, należy kliknąć znak minus znajdujący się z lewej strony gałęzi.

W lewej górnej części ekranu, nad drzewem poleceń, znajdują się następujące elementy:

-  – za pomocą tej ikony można całkowicie zwinąć drzewo poleceń
-
-  – za pomocą tej ikony można odświeżyć drzewo poleceń
-

Kliknięcie podgałęzi z nazwą polecenia powoduje uruchomienie tego polecenia - pola i funkcje uruchomionego polecenia będą widoczne w prawej części ekranu.

Zawartość prawej części ekranu zależy od tego, które polecenie zostało wybrane z drzewa poleceń (znajdującego się w lewej części ekranu).

Kliknięcie na drzewie poleceń, na plusiku przy gałęzi **Statystyka**, powoduje rozwinięcie drzewa poleceń. Kolejne podgałęzi drzewa są listą metod statystycznych. Kliknięcie na wybranej metodzie powoduje uruchomienie tego polecenia. Pola i funkcje uruchomionego polecenia będą widoczne w prawej części ekranu.

Do zapisu danych z przeprowadzonych metod służy moduł Analiza danych. Obliczenia niżej opisanych metod, wykonane w w tym module mogą być zapisane do pliku (będą wyświetlane w formie listy).

2. Analiza danych

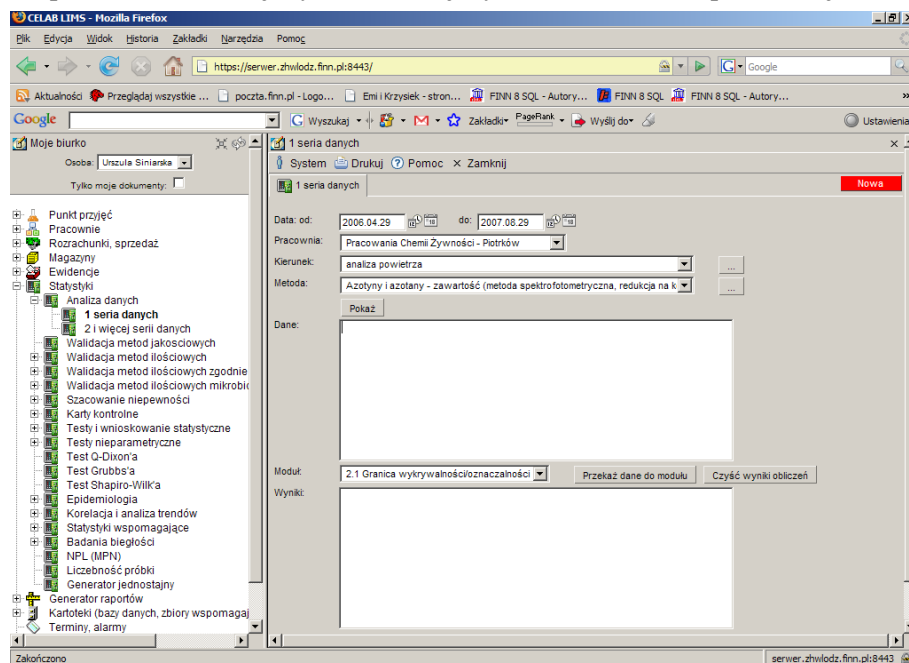
Moduł **Analiza danych** składa się z dwóch podgałęzi służących do wykonywania obliczeń na niżej opisanych metodach statystycznych. Obliczenia wykonane w tym module mogą być zapisane do pliku (będą wyświetlane w formie listy).

Podgałąź o nazwie **1 seria danych** służy do wykonania metod które wymagają do wykonania obliczeń jednej serii danych.

Podgałąź o nazwie **2 i więcej serii danych** służy do wykonania metod które wymagają do wykonania obliczeń więcej niż jednej serii danych.

2.1. 1 seria danych

W górnej części okna **1 seria danych** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Pola: **Data od** i **Data do** służy do ograniczania czasowego, wyświetlanych rekordów. Pola te można wypełnić ręcznie, wpisując z klawiatury odpowiednie cyfry lub poprzez kliknięci którejs w ikonki znajdujących się przy tym polu. Pierwsza ikonka powoduje automatyczne wpisanie bieżącej daty, druga ikonka wyświetla kalendarz z którego można wybrać odpowiedni dzień.

Pole słownikowe **Pracownia** służy do ustalenia, z której pracowni mają być pobrane dane do wykonania badań statystycznych. W słowniku tym znajduje się spis wszystkich pracowni ZHW.

Na polu **Kierunek** należy wybrać ze słownika kierunek badań z którego chcemy pobrać dane do wykonania obliczeń metod statystycznych.

Na polu **Metoda** należy wybrać ze słownika metodę badań z której chcemy pobrać dane do wykonania obliczeń metod statystycznych.

Po kliknięciu przycisku **Pokaż** w polu **Dane** pokażą się wyniki z badań, wynikające z ustalonego zakresu. (np. Wyniki z badania w kierunku albumina, wprowadzone w ciągu ostatniego miesiąca).

Pole słownikowe **Moduł** służy do wyboru metody statystycznej którą mają być wykonane obliczenia, na liczbach wprowadzonych do pola Dane.

Kliknięcie przycisku **Przełącz dane do modułu** przenosi zawartość pola Dane, do okna wybranej w polu Moduł, metody statystycznej. W oknie wybranej metody należy przeprowadzić obliczenia, a następnie kliknąć przycisk Zapisz, co spowoduje powrót do modułu Analiza danych. Po wykonaniu tej czynności, w module Analiza danych pojawiają się, na polu Dane – dane na których były przeprowadzane badania(jeśli dane zostały zmienione w oknie danej metody to podczas zapisu dane zostaną zaktualizowane w polu Dane modułu Analiza danych), a na polu Wyniki – wyniki z przeprowadzonego badania statystycznego zostaną doklejone do poprzedniej zawartości pola.

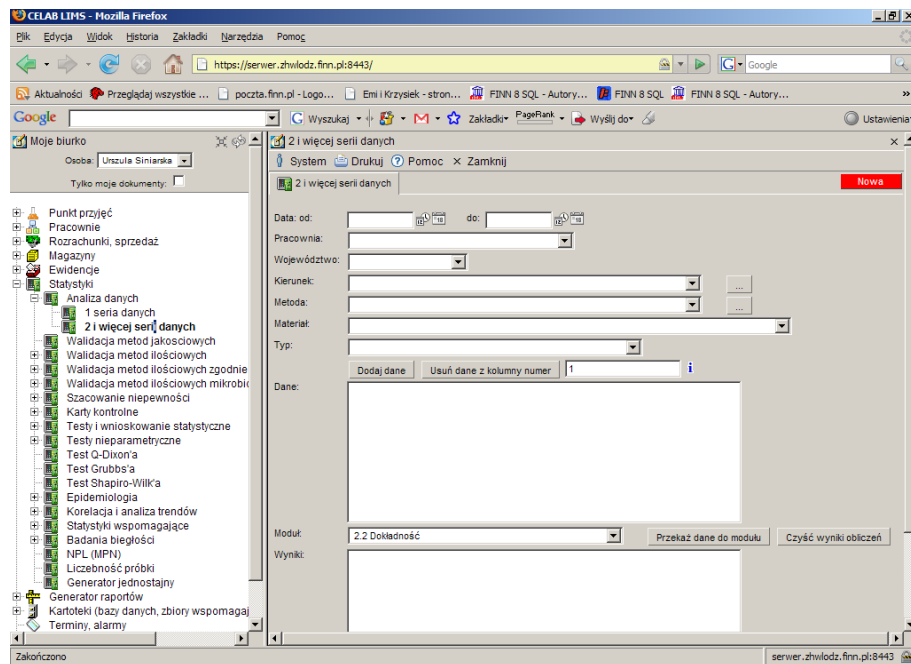
Przycisk **Czyść wyniki obliczeń** służy do usuwania wszystkich wpisów w pola Wyniki.

Pole **Wyniki** jest przeznaczone na informacje z przeprowadzonych badań statystycznych. Do tego pola są zaczytywane wyniki, ale można również dopisać ręcznie, za pomocą klawiatury np. Opisać jaką metodą wykonano badanie lub dokładnie opisać wyniki.

Przycisk **Powrót bez zapisu** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu.

2.2. 2 i więcej serii danych

W górnej części okna **2 i więcej serii danych** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Pola: **Data od** i **Data do** służą do ograniczania czasowego, wyświetlanych rekordów. Pola te można wypełnić ręcznie, wpisując z klawiatury odpowiednie cyfry lub poprzez kliknięci którejs w ikonki znajdujących się przy tym polu. Pierwsza ikonka powoduje automatyczne wpisanie bieżącej daty, druga ikonka wyświetla kalendarz z którego można wybrać odpowiedni dzień.

Pole słownikowe **Pracownia** służy do ustalenia, z której pracowni mają być pobrane dane do wykonania badań statystycznych. W słowniku tym znajduje się spis wszystkich pracowni ZHW.

Na polu **Województwo** należy wybrać ze słownika województwo z którego będą pobierane dane do wykonania badań statystycznych.

Na polu **Kierunek** należy wybrać ze słownika kierunek badań z którego chcemy pobrać dane do wykonania obliczeń metod statystycznych.

Na polu **Metoda** należy wybrać ze słownika metodę badań z której chcemy pobrać dane do wykonania obliczeń metod statystycznych.

Na polu **Materiał** należy wybrać ze słownika materiał, z którego będą pobierane dane do wykonania badań statystycznych.

Na polu **Typ** należy wybrać ze słownika typ badań, z którego będą pobierane dane do wykonania badań statystycznych.

Po kliknięciu przycisku **Dodaj dane** w polu **Dane** pojawią się wyniki z badań, wynikające z ustalonego zakresu. (np. Wyniki z badania w kierunku albumina, wprowadzone w ciągu ostatniego miesiąca).

Pole **Usuń dane z kolumny** służy do usuwania niepotrzebnych danych. Aby usunąć kolumnę danych należy do pola znajdującego się po prawej stronie tego przycisku wprowadzić numer kolumny

która ma być usunięta, a następnie kliknąć przycisk **Usuń dane** z kolumny. (Kolumny są numerowane w kolejności, od lewej strony).

Pole słownikowe **Moduł** służy do wyboru metody statystycznej którą mają być wykonane obliczenia, na liczbach wprowadzonych do pola Dane.

Kliknięcie przycisku **Przełącz dane do modułu** przenosi zawartość pola Dane, do okna wybranej w polu Moduł, metody statystycznej. W oknie wybranej metody należy przeprowadzić obliczenia, a następnie kliknąć przycisk **Zapisz**, co spowoduje powrót do modułu Analiza danych. Po wykonaniu tej czynności, w module Analiza danych pojawią się, na polu Dane – dane na których były przeprowadzane badania(jeśli dane zostały zmienione w oknie danej metody to podczas zapisu dane zostaną zaktualizowane w polu Dane modułu Analiza danych), a na polu Wyniki – wyniki z przeprowadzonego badania statystycznego zostaną doklejone do poprzedniej zawartości pola.

Przycisk **Czyść wyniki obliczeń** służy do usuwania wszystkich wpisów z pola Wyniki.

Pole **Wyniki** jest przeznaczone na informacje z przeprowadzonych badań statystycznych. Do tego pola są zaczytywane wyniki, ale można również dopisać ręcznie, za pomocą klawiatury np. Opisać jaką metodą wykonano badanie lub dokładnie opisać wyniki.

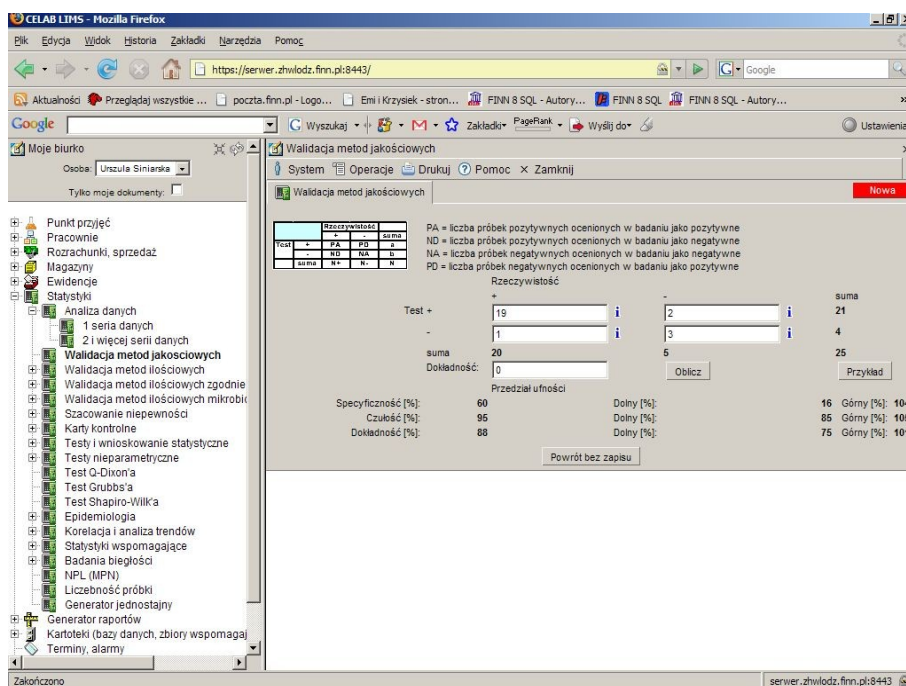
Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu.

3. Walidacja metod jakościowych

Opracowano na podstawie: PN-EN ISO 16140 Mikrobiologia żywności i pasz. Protokół walidacji metod alternatywnych

Parametry walidacyjne metod jakościowych:

- **Granica wykrywalności** (Limit of Detection - LOD): najmniejsza ilość lub najmniejsze stężenie analitu (jtk, związku, substancji) możliwe do wykrycia za pomocą danej metody czy też techniki analitycznej z określonym prawdopodobieństwem. (zwykle od 50% do 95%).
- **Dokładność** (AC) – stopień zgodności między wynikiem badania a przyjętą wartością odniesienia.
- **Specyficzność** (SP) – zdolność metody do nie wykrywania analitu, gdy go nie ma w próbce.
- **Czułość** (SE) – zdolność metody do wykrywania analitu, gdy on jest w próbce.



Opis pól:

W poszczególne pola wpisuje się wyniki badań uzyskane walidowaną metodą jakościową. Wyniki grupuje się w następujące kategorie:

PA = liczba próbek pozytywnych ocenionych w badaniu jako pozytywne – wpisać do pola oznaczonego: „Test +”, „Rzeczywistość +”.

ND = liczba próbek pozytywnych ocenionych w badaniu jako negatywne – wpisać do pola oznaczonego: „Test -”, „Rzeczywistość +”.

NA = liczba próbek negatywnych ocenionych w badaniu jako negatywne – wpisać do pola oznaczonego: „Test -”, „Rzeczywistość -”.

PD = liczba próbek negatywnych ocenionych w badaniu jako pozytywne – wpisać do pola oznaczonego: „Test +”, „Rzeczywistość -”.

Po kliknięciu przycisku **Oblicz**, wyliczone zostaną parametry walidowanej metody.

Obliczenia:

$$\text{Dokładność: } AC = \frac{(PA + NA)}{N} \times 100 \% ;$$

$$\text{Specyficzność: } SP = \frac{NA}{N_-} \times 100 \% ;$$

$$\text{Czułość: } SE = \frac{PA}{N_+} \times 100 \% ;$$

Przedziały ufności:

$$CI = p \pm 2 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad z \quad n = N, N_+, N_- \text{ odpowiednio dla } p \text{ (w \%)} = AC, SE, SP.$$

Gdzie:

PA = liczba próbek pozytywnych ocenionych w badaniu jako pozytywne

ND = liczba próbek pozytywnych ocenionych w badaniu jako negatywne

NA = liczba próbek negatywnych ocenionych w badaniu jako negatywne

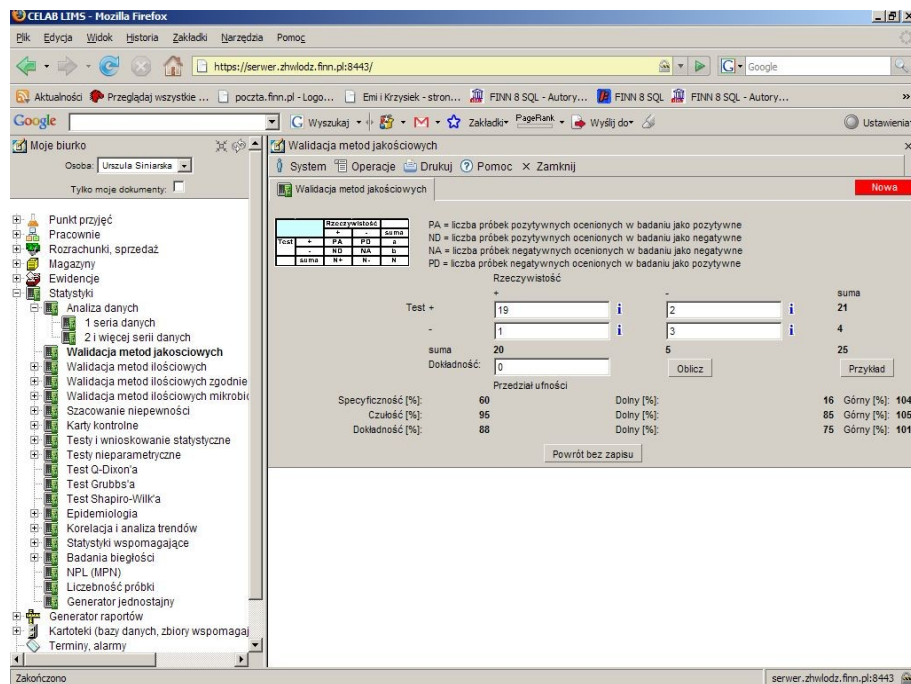
PD = liczba próbek negatywnych ocenionych w badaniu jako pozytywne

N ogólna liczba próbek (Suma NA + PA + PD + ND)

N₋ ogólna liczba ujemnych wyników uzyskanych metodą odniesienia (Suma NA + PD)

N₊ ogólna liczba dodatnich wyników uzyskanych metodą odniesienia (Suma PA + ND)

Dane są wpisywane w oknie przedstawionym poniżej.



Aby przeprowadzić Walidację metod jakościowych należy kliknąć na plusik znajdujący się przy pozycji Statystyka na drzewie poleceń programu. Spowoduje to rozwinięcie gałęzi drzewa poleceń. Następnie należy kliknąć na podgałąź Walidacja metod jakościowych, spowoduje to uruchomienie tego polecenia i w prawej części ekranu pojawi się okno zatytułowane Walidacja metod jakościowych. Następnie do czterech pól należy wprowadzić wyniki badań, poniżej znajduje się schemat obliczeń.

Schemat obliczeń:

	+	-	Σ
+	a	b	a+b
-	c	d	c+d
Σ	a+c	b+d	a+b+c+d = n

Przykład:

Badania walidacyjne metody wykrywania pałeczek *Salmonella* spp. wykonano na trzech poziomach zawartości czynnika: niski – powyżej granicy wykrywalności (10 oznaczeń), średni (10 oznaczeń) oraz wysoki (10 oznaczeń). Wykonano również badanie próbek nie zawierających czynnika w matrycy (20 oznaczeń). Otrzymane wyniki podsumowano i wpisano do odpowiednich pól bazy danych do wyliczenia parametrów metody jakościowej:

Z łącznej ilości 30-stu próbek, zawierających pałeczki *Salmonella* spp., wykryto je w 28-u próbkach i taką ilość wpisano w pole: PA = liczba próbek pozytywnych ocenionych w badaniu jako pozytywne – pole oznaczone: „Test +”, „Rzeczywistość +”.

W dwóch próbkach zawierających *Salmonella* spp. nie wykryto badanego czynnika. Wynik wpisano w pole: ND = liczba próbek pozytywnych ocenionych w badaniu jako negatywne – pole oznaczone: „Test -”, „Rzeczywistość +”.

Z 20-stu badanych próbek nie zawierających *Salmonella* spp., wszystkie zostały wykryte jako negatywne. Oznaczenia zostały wpisane w pole: NA = liczba próbek negatywnych ocenionych w badaniu jako negatywne – wpisać do pola oznaczonego: „Test -”, „Rzeczywistość -”.

W badaniach nie było próbek negatywnych oznaczonych jako pozytywne. Do pola: PD = liczba próbek negatywnych ocenionych w badaniu jako pozytywne („Test +”, „Rzeczywistość -”) wpisano zero.

Po kliknięciu przycisku **Oblicz**, wyliczone zostały parametry walidowanej metody:

W programie wygląda to w następujący sposób:

Rzeczywistość		suma	
+	-		
Test +	28	0	28
Test -	2	20	22
suma	30	20	50

Przedział ufności					
Specyficzność [%]:	100,00	Dolny [%]:	100,0	Górny [%]:	100,0
Czułość [%]:	93,33	Dolny [%]:	84,2	Górny [%]:	102,4
Dokładność [%]:	96,00	Dolny [%]:	90,5	Górny [%]:	101,5

Po wprowadzeniu danych należy kliknąć przycisk **Oblicz**, co spowoduje wyświetlenie wyników w dolnej części okna.

Przycisk **Przykład** powoduje automatyczne wypełnienie pól przykładowymi danymi.

Przycisk **Powrót** powoduje zamknięcie bieżącego okna i powrót do strony głównej programu bez zapisu wprowadzonych danych.

W części liczącej są wykorzystywane podstawowe operatory algebraiczne. Nie zostały wykorzystane specjalizowane funkcje języka R.

4. Walidacja metod ilościowych

Opracowano na podstawie: ALINORM 04/27/23, ISO 5725:1994, PN-EN ISO 16140: 2004 – Mikrobiologia żywności i pasz. Protokół walidacji metod alternatywnych.

Parametry walidacyjne metod ilościowych (definicje – Help):

- **Granica wykrywalności** (Limit of Detection - LOD): najmniejsza ilość lub najmniejsze stężenie analitu (jtk, związku, substancji) możliwe do wykrycia za pomocą danej metody czy też techniki analitycznej z określonym prawdopodobieństwem. (zwykle od 50% do 95%).
- **Granica oznaczalności** (Limit of Quantification - LOQ): najmniejsza ilość drobnoustroju lub najmniejsze stężenie substancji, możliwe do ilościowego oznaczenia daną metodą analityczną z założoną dokładnością i precyzją.
- **Liniiowość** (linearity) – przedział zakresu oznaczeń metody analitycznej, w którym wynik końcowy jest proporcjonalny do ilości oznaczanego czynnika lub analitu.
- **Dokładność** (accuracy) – stopień zgodności między wynikiem badania a przyjętą wartością odniesienia.
- **Obciążenie** (bias)- różnica między oczekiwaną wartością wyników badania a przyjętą wartością odniesienia.

UWAGA - Obciążenie jest całkowitym błędem systematycznym w odróżnieniu od błędu losowego. Na obciążenie może składać się jedna składowa błęd systematycznego lub więcej. Większa różnica systematyczna od przyjętej wartości odniesienia jest odzwierciedlana przez większą wartość obciążenia.

- **Odzysk** (recovery) – Odzysk oznacza procent rzeczywistego stężenia substancji odzyskanej w czasie procedury analitycznej.
- **Powtarzalność** (repeatability - *r*) – precyzja wyników uzyskanych w tych samych warunkach pomiarowych (dane laboratorium, analityk, instrument pomiarowy, odczynniki).
- **Odtwarzalność** (reproducibility - *R*) – precyzja wyników uzyskanych w różnych laboratoriach z zastosowaniem danej metody pomiarowej.

Dane należy wprowadzać do okna przedstawionego poniżej.

Opis pól:

W polu danych, wpisać w pionowej kolumnie wartości oznaczeń. Przed przeliczeniem wybrać rodzaj wyliczanego parametru (Granicz wykrywalności/ oznaczalności) oraz odpowiedni mnożnik k.

Obliczenia:

LOD

$$LOD = x_{ps} + 3 * s_{ps}$$

LOQ

$$LOQ = x_{ps} + k * s_{ps}$$

gdzie:

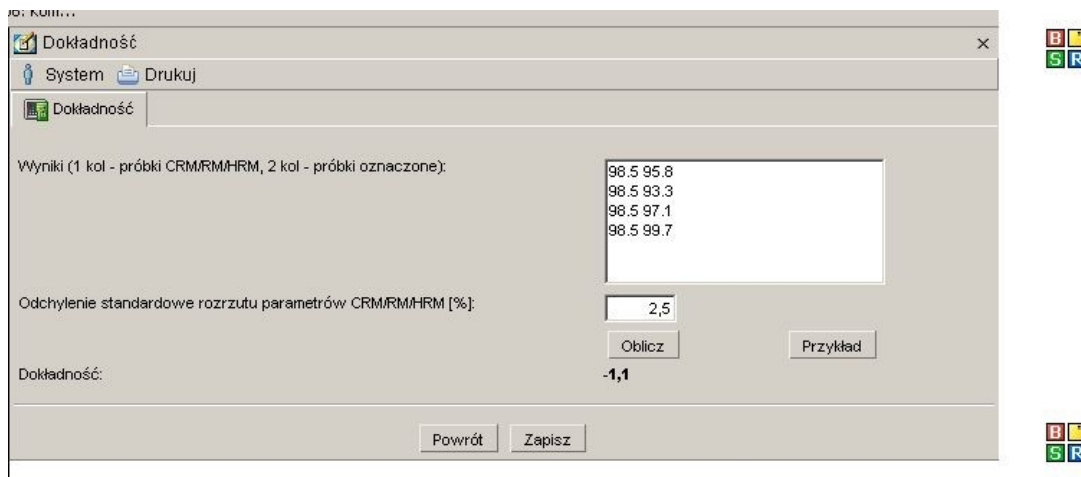
x_{ps} średni wynik z analizy próbek ślepych

s_{ps} odchylenie standardowe z wyników otrzymanych z analiz próbek ślepych

k – współczynnik do wyboru (6, 10)

Dokładność

Estymacja przez Z-wynik (*Z-value*) zgodnie z **ALINORM 04/27/23**



Przykład:

W badaniach dokładności metody oznaczania GMO użyto CRM, o wartości $x = 98.5 \text{ g/kg}$ i niepewności $U = \pm 2,5 \text{ g/kg}$ (dane ze świadectwa). Wartości podane były dla prawdopodobieństwa $P = 95\%$ ($k=2$).

Kolejne oznaczenia CRM badaną metodą dały następujące wyniki: $95,8 \text{ g/kg}$, $93,3 \text{ g/kg}$, $97,1 \text{ g/kg}$, $99,7 \text{ g/kg}$.

Po przeliczeniu uzyskano standaryzowaną wartość: $-1,1$. Ponieważ wartość ta mieści się w zakresie: od -2 do 2 , dokładność metody jest zadowalająca.

Obliczenia:

$$z = \frac{(X_{\text{found}} - X_{\text{certified}})}{\sqrt{\frac{\sigma_{\text{found}}^2}{n_{\text{found}}} + \left(\frac{CI}{2}\right)^2}}$$

gdzie:

$X_{\text{certified}}$ – wartość średnia CRM (RM lub HRM)

X_{found} – wartość średnia z oznaczonych próbek

n_{found} – ilość próbek oznaczanych

σ_{found} – odchylenie std. dla wartości średniej oznaczonych próbek

CI – przedział ufności (niepewność).

Interpretacja wyników: wartość otrzymana powinna mieścić się w przedziale $|z| \leq 2$ (zakres wartości od -2 do 2). Wartości wyższe wymagają uwzględnienia obciążenia (błędu systematycznego) metody. Wyniki zbliżone do wartości 0 można interpretować jako bardzo dobrą dokładność.

Odzysk:

$$\text{Odzysk (\%)} = (C1 - C2) / C3 \times 100$$

gdzie:

C1 – wykryta koncentracja w próbce fortyfikowanej/wzbogaconej (fortyfikacja próbki C2)

C2 – wykryta koncentracja w próbce ślepej lub próbce badanej

C3 – koncentracja fortyfikacji

Powtarzalność: $r=2,8 * S_r$

gdzie: S_r – odchylenie standardowe powtarzalności

Odtwarzalność: $R=2,8 * S_R$

gdzie: S_r – odchylenie standardowe odtwarzalności

Względne odchylenie standardowe powtarzalności $RSD = S_r / x_{sr}$

gdzie: S_r – odchylenie standardowe powtarzalności

x_{sr} – średnia z badanych próbek

Współczynnik zmienności (%) $CV = RSD * 100$

4.1. Granica wykrywalności (współczynnik 3, 5, 6, 10)

Obliczenia:

LOD

$$LOD = x_{ps} + 3 * S_{ps}$$

LOQ

$$LOQ = x_{ps} + k * S_{ps}$$

gdzie:

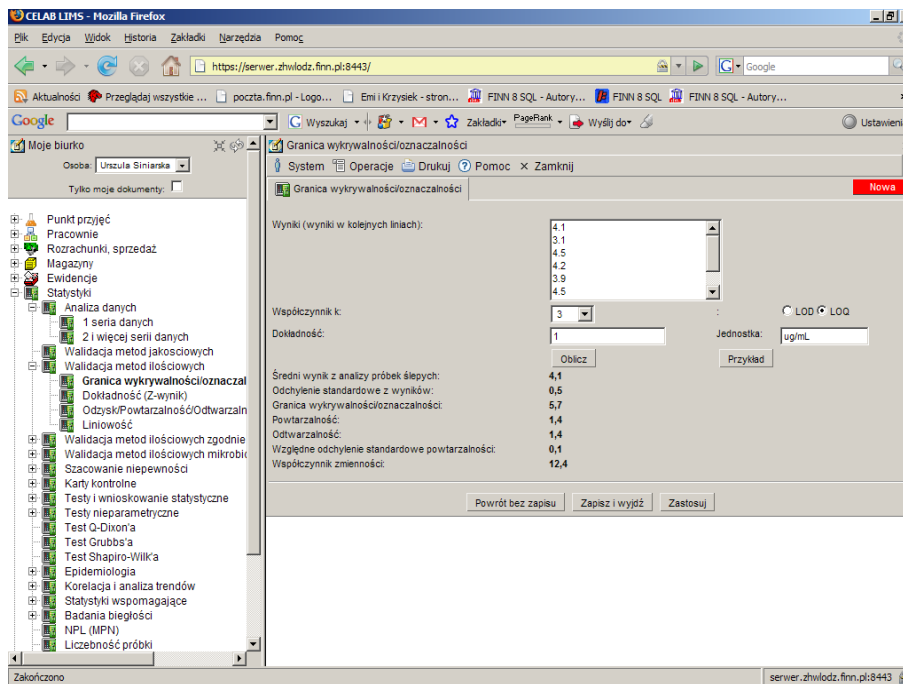
x_{ps} – średni wynik z analizy próbek ślepych

S_{ps} – odchylenie standardowe z wyników otrzymanych z analiz próbek ślepych

k – współczynnik do wyboru (6, 10)

Dane należy wprowadzać do okna przedstawionego poniżej.

W górnej części okna **Granica wykrywalności / oznaczalności** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań, kolejno jeden pod drugim. Po wpisaniu każdego wyniku należy kliknąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnego wyniku badania.

Na polu **Współczynnik k** należy wybrać jedną z liczb. Aby dokonać wyboru należy kliknąć w oknie polecenia co spowoduje rozwinięcie listy ustalonych wartości współczynników, a następnie ustawić kursorem myszy na wybranym współczynniku i kliknąć na nim lewym klawiszem myszy.

Na polu **Dokładność** należy określić z jaką dokładnością mają być obliczane dane. W polu należy wprowadzić liczbę określającą ilość miejsc po przecinku wyświetlanych w polach wyników po dokonaniu obliczeń. Po wpisaniu odpowiedniej liczby w danym polu należy kliknąć przycisk **Ustaw**.

Na polu **Jednostka** należy wprowadzić skróconą nazwę jednostki miary.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń. Po poprawnym wprowadzeniu wyników i ustawieniu odpowiedniego współczynnika należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

W części liczącej są wykorzystywane podstawowe operatory algebraiczne. Nie zostały wykorzystane specjalizowane funkcje języka R.

4.2. Dokładność (Z-wynik)

(Estymacja przez Z-wynik Z -value zgodnie z ALINORM 04/27/23)

W przypadku gdy wartość CRM (RM lub HRM) wynosi: $X_{\text{certified}} \pm CI$ (dla 95% przedziału ufności):

$$z = \frac{(X_{found} - X_{certified})}{\sqrt{\frac{\sigma_{found}^2}{n_{found}} + \left(\frac{CI}{2}\right)^2}}$$

W przypadku gdy nie jest znane odchylenie standardowe rozrzutu parametrów CRM (RM lub HRM) dla przedziału ufności 95%:

$$z = \frac{(X_{found} - X_{certified})}{\sqrt{\frac{\sigma_{found}^2}{n_{found}} + \frac{\sigma_{certified}^2}{n_{certified}}}}$$

gdzie:

$X_{certified}$ – wartość średnia CRM (RM lub HRM)

X_{found} – wartość średnia z oznaczonych próbek

$n_{certified}$ – ilość próbek CRM (RM lub HRM)

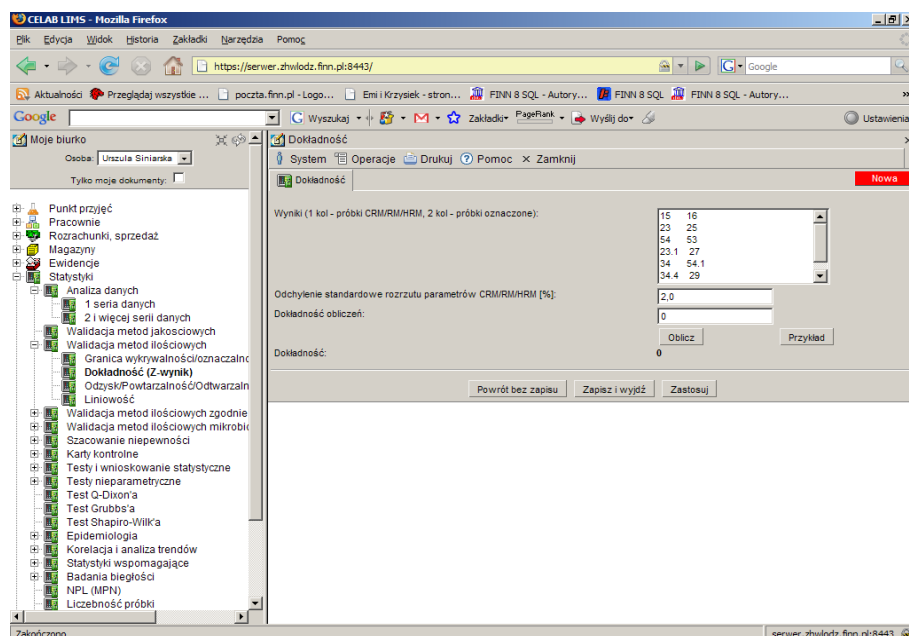
n_{found} – ilość próbek oznaczanych

$\sigma_{certified}$ – odchylenie std. dla wartości średniej CRM (RM lub HRM)

σ_{found} – odchylenie std. dla wartości średniej oznaczonych próbek

Wartość otrzymana powinna mieścić się w przedziale $|z| \leq 2$. Wartości wyższe wymagają uwzględnienia obciążenia (błędu systematycznego) metody.

W górnej części okna **Dokładność** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań, kolejno w dwóch kolumnach, jedna pod drugą. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć „spacje” lub „tabulator” i wpisać drugi wynik a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej pary wyników badań.

Na polu **Odchylenie standardowe rozrzutu parametrów CRM/RM/HRM [%]** należy wprowadzić odpowiednią liczbę. Wprowadzona wartość jest wartością procentową.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń. Po poprawnym wprowadzeniu wyników i ustawieniu odpowiedniego współczynnika należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Pole **Dokładność** jest to pole wyniku. Po poprawnym wprowadzeniu wyników i ustawieniu odpowiedniego odchylenia standardowego rozrzutu parametrów CRM/RM/HRM należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

W części liczącej są wykorzystywane podstawowe operatory algebraiczne. Nie zostały wykorzystane specjalizowane funkcje języka R.

4.3. Odzysk/Powtarzalność/Odtwarzalność

$$\text{Odzysk (\%)} = (C1-C2)/C3 \times 100$$

gdzie:

C1 – wykryta koncentracja w próbce fortyfikowanej/wzbogaconej (fortyfikacja próbki C2)

C2 – wykryta koncentracja w próbce ślepej lub próbce badanej

C3 – koncentracja fortyfikacji

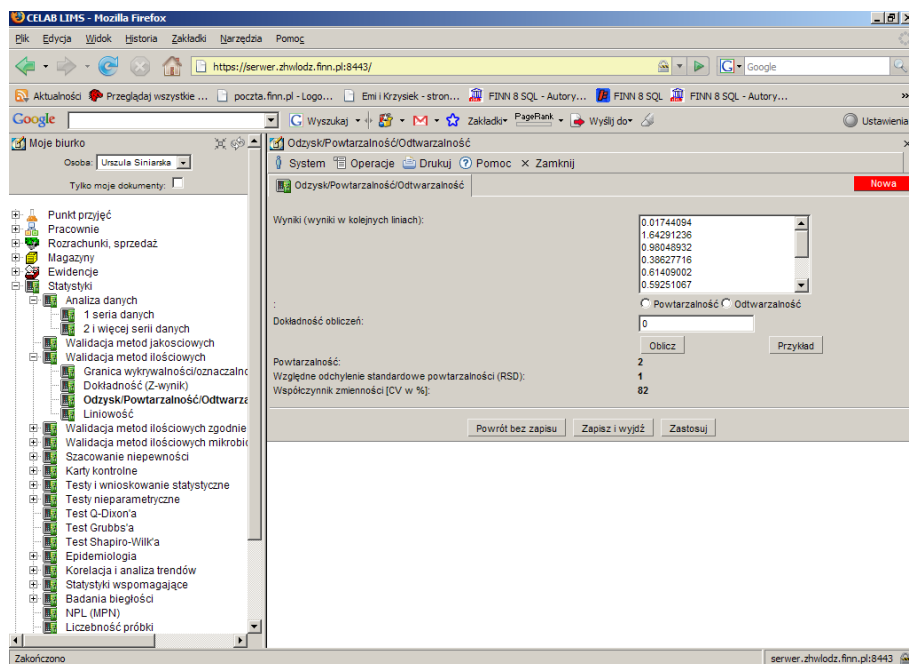
$$\text{Powtarzalność } r = 2,8 * S_r$$

$$\text{Odtwarzalność } R = 2,8 * S_R$$

$$\text{Względne odchylenie standardowe powtarzalności } RSD = s_r / x_{sr}$$

$$\text{Współczynnik zmienności (\%)} CV = RSD * 100$$

W górnej części okna **Odzysk/Powtarzalność/Odtwarzalność** (po prawej stronie ekranu) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań, w jednej kolumnie, jedna wartość pod drugą. Po wpisaniu wyniku w pierwszym wierszu należy wcisnąć "enter" i wpisać kolejny wynik.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń. Po poprawnym wprowadzeniu wyników i ustawieniu odpowiedniego współczynnika należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Pole **Powtarzalność, Odtwarzalność, Względne odchylenie standardowe powtarzalności, Współczynnik zmienności** są to pole wyniku. Po poprawnym wprowadzeniu wyników i kliknięciu lewym klawiszem myszy przycisku Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyników na tych polach.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

W części liczącej są wykorzystywane podstawowe operatory algebraiczne. Nie zostały wykorzystane specjalizowane funkcje języka R.

4.4. Liniowość

Dla wprowadzonych danych zastosować regresję liniową (linear regression) wyznaczając: linię prostą $y = a + bx$, odchylenia standardowe $s_r(x)$ i $s_r(y)$, błąd resztowy $S_{y,x}$, oraz jej współczynnik korelacji r . (techniki wyznaczania regresji: GRFM)

4.4.1. Regresja liniowa ortogonalna (GMFR) - Przykład implementacji

- Ogólne odchylenia standardowe:

Obliczyć **ogólne odchylenia standardowe** dla zbioru elementów $x (S_x)$ i zbioru elementów $y (S_y)$ jak następuje:

$$S_x = \sqrt{V_x} \text{ gdzie } V_x = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^q \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x})^2$$

$$S_y = \sqrt{V_y} \text{ gdzie } V_y = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^q \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y})^2$$

- Oszacować współczynnik korelacji r jak następuje:

$$r \approx \frac{V_{xy}}{\sqrt{V_x \cdot V_y}} \text{ gdy kowariancja } V_{xy} = \frac{1}{q-1} \sum_{i=1}^q (\bar{x}_i - \bar{x})(\bar{y}_i - \bar{y})$$

- Obliczyć **współczynnik przesunięcia a** i **współczynnik kierunkowy b** krzywej regresji $y = a + bx$ jak następuje:

Współczynnik kierunkowy $b = S_y/S_x$, współczynnik przesunięcia $a = \bar{y} - b\bar{x}$

- Oszacować **resztowe odchylenie standardowe $S_{y:x}$** z punktów obliczonych metodą regresji.

$$s_{y:x} \approx S_{My:x} \sqrt{n} \text{ gdzie } S_{My:x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^q (\bar{y}_i - y_i)^2}{q-2}} \text{ z oszacowanych punktów przez regresję:}$$

$$y_i = a + b\bar{x}_i; (i = 1 \text{ do } q)$$

- Szacowanie odchylenia standardowego s_a dla współczynnika przesunięcia a i zbadanie hipotezy, że $a = 0$

$$s_a \approx S_{Mx:y} \sqrt{\frac{1}{q} + \frac{\bar{x}^2}{(q-1) \cdot V_x}}$$

Test dla $a = 0$: $t = |a| / s_a$ z $(q-2)$ stopniami swobody;

Tablica t-Studenta podaje $p(t) = p \{a = 0\}$; wartość krytyczna ≈ 2 dla dwustronnego $\alpha = 0,05$.

- Oszacowanie odchylenia standardowego S_b współczynnika kierunkowego b i zbadanie hipotezy dla $b = 1$.

$$s_b \approx \frac{S_{My:x}}{Sx\sqrt{q-1}}$$

Test dla $b = 1$: $t = |b-1| / S_b$ z $(q - 2)$ stopniami swobody;

Tabela t-Studenta podaje $p(t) = p \{b = 1\}$; wartość krytyczna ≈ 2 dla dwustronnego $\alpha = 0,05$.

Następnie przejsć do R.5 poniżej.

Implementacja (R):

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION "cstat_gmfr"(x_numeric, y_numeric)
  RETURNS record AS
  $BODY$
```

```
# Załadowanie bibliotek graficznych
library("GDD")
library("qcc")
library("sfsmisc")
```

```
# Zaczytanie pobierające tymczasową lokalizację pliku png na dysku
katalog=pg.spi.exec("select stemp_get_localpath()");
url=pg.spi.exec("select stemp_get_remotepath()");
plik=pg.spi.exec("select stemp_add()");
url=ccat(url,plik,".png");
```

```
katalog1=ccat(katalog,plik,".png");
```

```
# ODCHYLENIE STANDARDOWE
```

```
xtmp = x;
```

```
xtmp = xtmp - mean(x);
xtmp = xtmp^2;
```

```
xsuma = sum(xtmp)
```

```
Vx = xsuma / (length(x)-1);
```

```
Sx = sqrt(Vx);
```

```
ytmp = y;
```

```
ytmp = ytmp - mean(y);
ytmp = ytmp^2;
```

```
ysuma = sum(ytmp);
```

```
Vy = ysuma / (length(y)-1);
```

```
Sy = sqrt (Vy);
```

```
# WSP KORELACJI r
```

```
wsuma = 0;
```

```

for (i in 1:length(x)) {
  wsuma=wsuma + ( mean(x[c(1:i)]) - mean(x) ) * ( mean(y[c(1:i)]) - mean(y) );
}

Vxy = wsuma / (length(x)-1);

r = Vxy / sqrt(Vx*Vy);

# KRZYWA REGRESJI y = a + bx

b = Sy/Sx;
a = mean(y) - b * mean(x);

xtmp = x;

xtmp = sort(xtmp);

z = c(xtmp[1],xtmp[length(xtmp)]);
w = b * z + a;

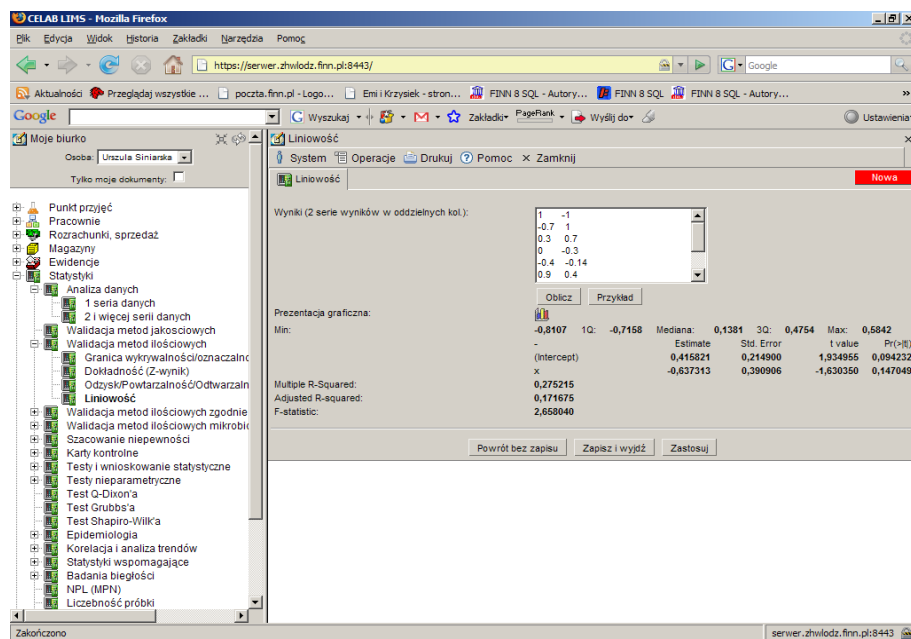
# Tworzenie wykresu
GDD(file=katalog1, type="png", w=800,h=600);
plot(x,y);
lines(z,w);
dev.off();
system("chmod 644 /jsp/jsp/jboss/img/*");

return(data.frame(adres=url))

$BODY$
LANGUAGE 'plr' VOLATILE;

```

W górnej części okna **liniowość** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



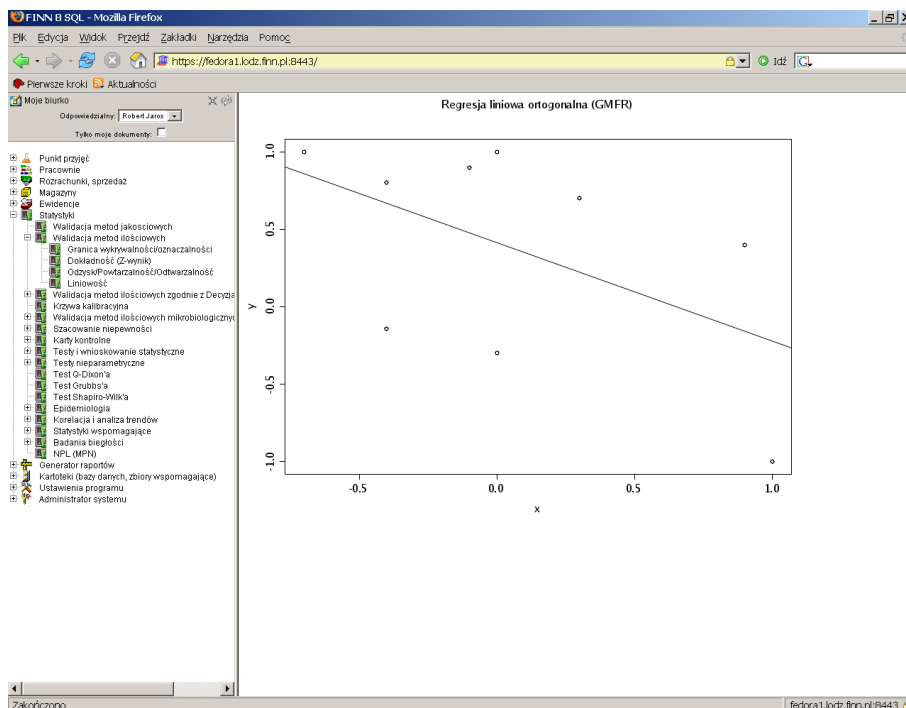
Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań, kolejno w dwóch kolumnach, jedna pod drugą. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć „spacje” lub „tabulator” i wpisać drugi wynik a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej pary wyników badań.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń liniowości. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Na polu **Prezentacja graficzna** znajduje się link do strony z wykresem, utworzonym na podstawie wprowadzonych wcześniej danych i wykonanych na ich podstawie obliczeń. Aby obejrzeć wykres należy kliknąć na obrazek.



Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

5. Walidacja metod ilościowych zgodnie z Decyzją 2002/657/EC

dokumenty związane: PN-ISO 11843-1,2 ALINORM 04/27/23, PN ISO 5725:1994, Decyzja 2002/657/EC

Parametry walidacyjne metod ilościowych (definicje - Help):

Wszystkie tak jak w II module: Walidacja metod ilościowych (badania ilościowe)

Dodatkowo:

- Błąd alpha (α) oznacza prawdopodobieństwo, że badana próbka jest zgodna, pomimo iż otrzymano niezgodny pomiar (mylnie niezgodny wynik).
- Błąd beta (β) oznacza prawdopodobieństwo, że badana próbka jest rzeczywiście niezgodna, chociaż otrzymano zgodny pomiar (mylnie zgodny wynik).
- Decyzyjna wartość graniczna ($CC\alpha$) oznacza wartość graniczną, na poziomie, której i powyżej której można wnioskować z prawdopodobieństwem błędu α , że próbka jest niezgodna.
- Zdolność wykrywania ($CC\beta$) oznacza najmniejszą zawartość substancji, jaką można wykryć, zidentyfikować i/lub określić ilościowo w próbce z prawdopodobieństwem błędu β . W przypadku substancji, dla których nie ustanowiono żadnej dopuszczalnej wartości granicznej, zdolność wykrywania to najmniejsze stężenie, przy którym metoda jest w stanie wykryć rzeczywiście zanieczyszczone próbki ze statystyczną pewnością $1-\beta$. W przypadku substancji posiadających ustanowioną dopuszczalną wartość graniczną, zdolność wykrywania to stężenie, przy którym metoda jest w stanie wykryć dopuszczalną wartość graniczną stężeń ze statystyczną pewnością $1-\beta$.
- Interpretacja wyników:

1. Wynik analizy uznaje się za niezgodny, jeżeli przekroczona jest decyzyjna wartość graniczna metody potwierdzającej dla analitu.

2. Jeżeli dla danej substancji została ustanowiona dopuszczalna wartość graniczna, decyzyjną wartością graniczną jest stężenie, powyżej którego można stwierdzić ze statystyczną pewnością $1-\alpha$, że dopuszczalna wartość graniczna została naprawdę przekroczona.

3. Jeżeli dla danej substancji nie ustanowiono żadnej dopuszczalnej wartości granicznej, decyzyjną wartością graniczną jest najniższy poziom stężenia, przy którym daną metodą można stwierdzić ze statystyczną pewnością $1-\alpha$ obecność określonego analitu.

4. W odniesieniu do substancji wymienionych w grupie A załącznika I do dyrektywy 96/23/WE, błąd α wynosi 1 % lub poniżej. W odniesieniu do wszystkich pozostałych substancji, błąd α wynosi 5 % lub poniżej.

Tabela: Minimalna poprawność metod ilościowych

Ułamek masy	Zakres dokładności
$\leq 1 \mu\text{g/kg}$	- 50 % do + 2 %
$< 1 \mu\text{g/kg}$ do $10 \mu\text{g/kg}$	- 30 % do + 10 %
$\geq 10 \mu\text{g/kg}$	- 20 % do + 10 %

Obliczenia:

Sprawdzanie poprawności metody uwzględniające odzysk:

$$\text{Poprawność (\%)} = C1(1+\text{Odzysk}/100)/C3 * 100$$

gdzie:

C1 – wykryta średnia koncentracja w próbce fortyfikowanej CRM-em

Odzysk – Odzysk metody (w %)

C3 – koncentracja CRM

Wynik = Sprawdzenie zależności z zakresu podanego jako C3 z zakresem patrz tabela „ułamek masy” a wynikiem C(%) z zakresem patrz tabela „zakres dokładności”.

W części liczącej są wykorzystywane podstawowe operatory algebraiczne. Nie zostały wykorzystane specjalizowane funkcje języka R.

Sprawdzenie precyzji metod ilościowych:

Międzylaboratoryjny współczynnik zmienności (CV) dla powtórnej analizy materiału odniesienia lub materiału wzmocnionego, w warunkach odtwarzalności:

$$CV = 2^{(1 - 0,5 \log C)}$$

gdzie: C to ułamek masy wyrażony jako potęga (wykładnik) 10 (np. $1 \text{ mg/g} = 10^{-3}$)

Wynik sprawdzić z tabelą:

Dla C= (tylko zakres)	CV nie powinno przekroczyć:
1 $\mu\text{g/kg}$	(*tylko obliczyć)
10 $\mu\text{g/kg}$	(* tylko obliczyć)
100 $\mu\text{g/kg}$	23
1 000 $\mu\text{g/kg}$ (1 mg/kg)	16

Wewnątrzlaboratoryjny współczynnik zmienności (CV)

Obliczenia jak powyżej

Kryteria sprawdzenia:

Dla C= (tylko zakres) CV nie powinno przekroczyć:

10 µg/kg 20

100 µg/kg 15

1 000 µg/kg (1 mg/kg) 10

Tabela Klasyfikacja metod analitycznych według cech wydajności, które muszą być ustalone

		Detection limit CCB	Decision limit CCa	Trueness/recovery	Precision	Selectivity/ specificity	Applicability/ ruggedness/ stability
Qualitative methods	S	+	-	-	-	+	+
	C	+	+	-	-	+	+
Quantitative methods	S	+	-	-	+	+	+
	C	+	+	+	+	+	+

S = screening methods; C = confirmatory methods; + = determination is mandatory.

Poprawność

Poprawność (%) = średnie wykryte stężenie z uwzględnieniem odzysku × 100/wartość certyfikowana.

Poprawność uwzględniająca odzysk (patrz powyżej).

Stabilność roztworów:

Stabilność analitu (%) = $C_i \times 100 / C_{\text{fresh}}$

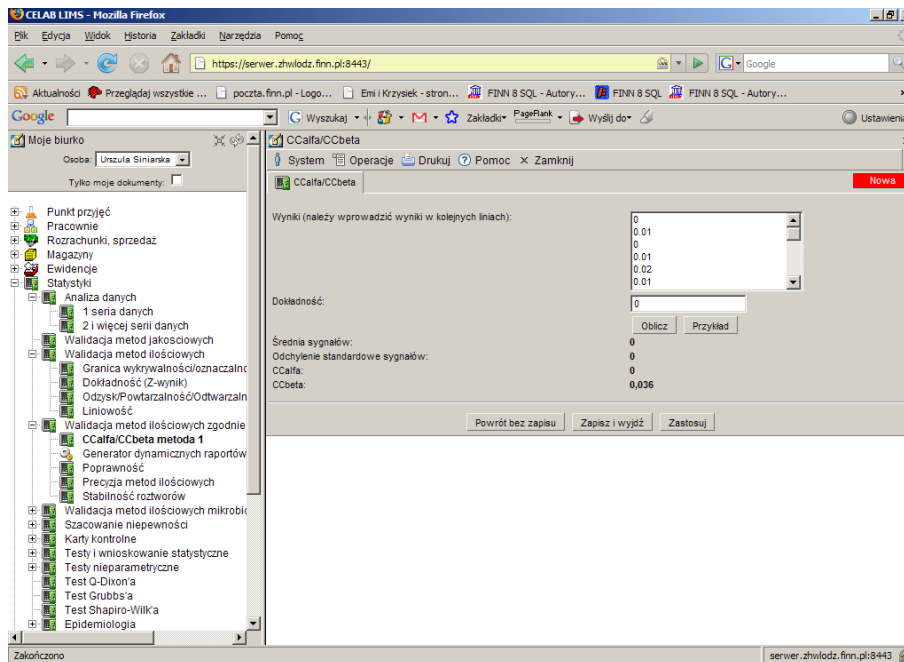
C_i – koncentracja analitu pod koniec badanego przedziału czasowego

C_{fresh} - koncentracja świeżego analitu (np. tuż po jego przygotowaniu)

Krzywa kalibracyjna

Zastosować regresję liniową.

5.1. CCalfa/CCbeta



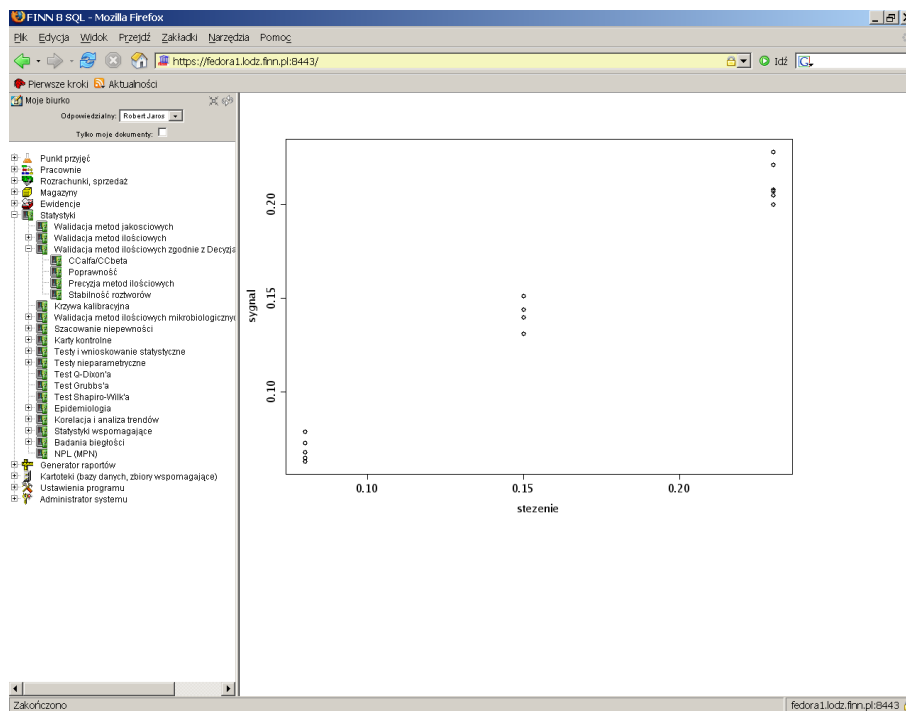
W górnej części okna **CCalfa/CCbeta** (po prawej stronie ekranu) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.

Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań, kolejno w trzech kolumnach, jedna obok drugiej. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć „spacje” lub „tabulator” i wpisać kolejny wynik a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej partii wyników badań.

Uwaga: Na polu Wyniki liczby (ułamki) należy wprowadzać oddzielając „kropką”.

Na polu **Prezentacja graficzna** znajduje się link do strony z wykresem, utworzonym na podstawie wprowadzonych wcześniej danych i wykonanych na ich podstawie obliczeń. Aby obejrzeć wykres należy kliknąć na obrazek.



Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń. Po poprawnym wprowadzeniu wyników i ustawieniu odpowiedniego współczynnika należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

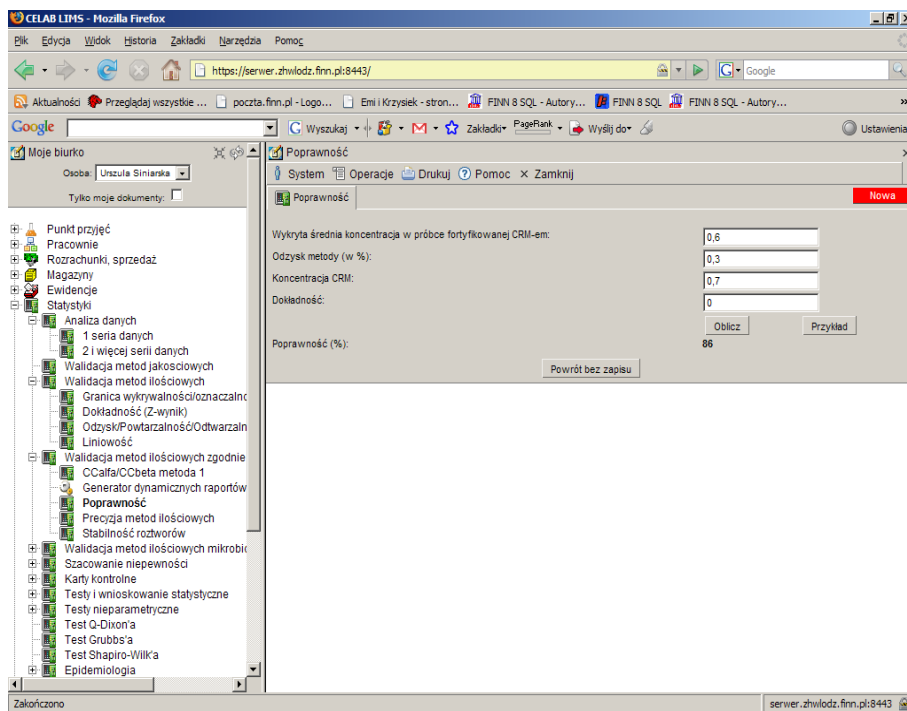
Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

W części liczącej są wykorzystywane podstawowe operatory algebraiczne. Nie zostały wykorzystane specjalizowane funkcje języka R.

5.2. Poprawność

W górnej części okna **Poprawność** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wykryta średnia koncentracja w próbce fortyfikowanej CRM-em** należy wprowadzić wynik średniej koncentracji.

Na polu **Odzysk metody (w%)** służy do wprowadzenia wyniku z przeprowadzonego badania odzysku metody.

Na polu **Koncentracja CRM** należy wprowadzić wynik badania koncentracji wg CRM.

Uwaga: W trzech powyższych polach liczby, ułamki należy wprowadzać oddzielając liczby "przecinkiem".

Na polu **Poprawność** po wprowadzeniu i wciśnięciu przycisku **Oblicz** pojawi się wynik obliczony na podstawie wcześniej wprowadzonych danych.

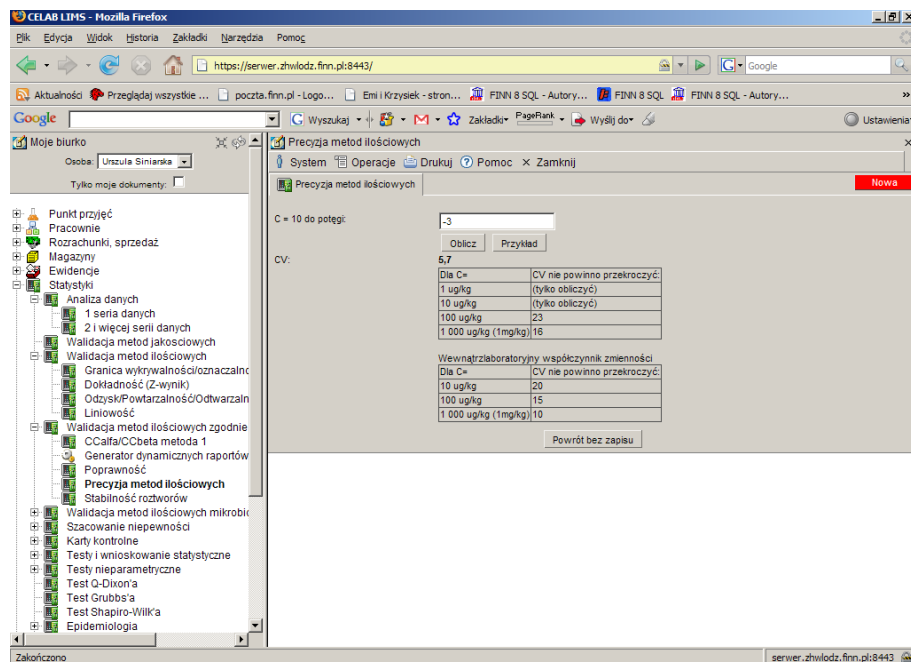
Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk **Oblicz**. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

W części liczącej są wykorzystywane podstawowe operatory algebraiczne. Nie zostały wykorzystane specjalizowane funkcje języka R.

5.3. Precyzja metod ilościowych.



W górnej części okna **Precyzja metod ilościowych** (po prawej stronie ekranu) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.

Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **C=10 do potęgi** należy wpisać odpowiednią wartość z wykonanego badania.

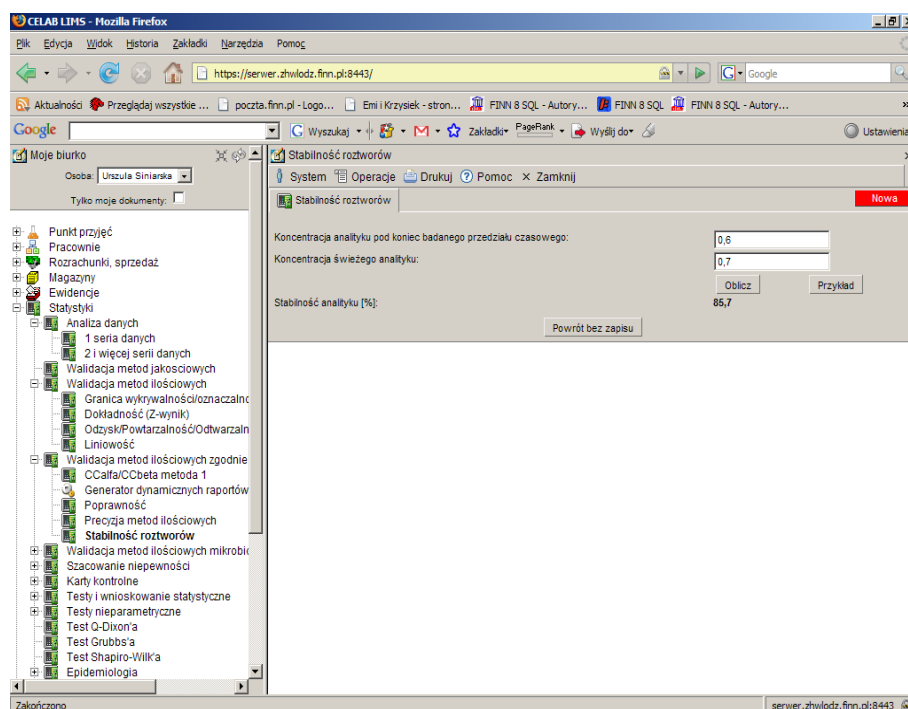
Na polu **CV** wyświetlana jest tabela z wynikami przeprowadzonego badania.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

5.4. Stabilność roztworów.



W górnej części okna **Stabilność roztworów** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.

Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Koncentracja analityku pod koniec badanego przedziału czasowego** należy wpisać odpowiednią wartość z wykonanego badania.

Na polu **Koncentracja świeżego analityku** należy wprowadzić wynik stopnia koncentracji z przeprowadzonego badania.

Uwaga: W trzech powyższych polach liczby, ułamki należy wprowadzać oddzielając liczby "przecinkiem".

Na polu **Stabilność analityku(%)**, po kliknięciu przycisku oblicz, zostanie wyświetlona wartość określająca stabilność, obliczona na podstawie wyżej wprowadzonych danych.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

6. Walidacja metod ilościowych mikrobiologicznych (jak w module II)

dokumenty związane: PN-EN ISO 16140, ISO 5725:1994, EA Guide 4/10

Parametry walidacyjne metod ilościowych (definicje - Help):

- **Granica wykrywalności** (Limit of Detection - LOD): najmniejsza ilość czynnika możliwe do wykrycia za pomocą danej metody czy też techniki analitycznej z określonym prawdopodobieństwem. (zwykle od 50% do 95%).

- **Granica oznaczalności** (Limit of Quantification - LOQ): najmniejsza ilość drobnoustroju lub najmniejsze stężenie czynnika, możliwe do ilościowego oznaczenia daną metodą analityczną z założoną dokładnością i precyzją.
- **Liniowość** (linearity) – przedział zakresu oznaczeń metody analitycznej, w którym wynik końcowy jest proporcjonalny do ilości oznaczanego czynnika.
- **Dokładność** (accuracy) – stopień zgodności między wynikiem badania a przyjętą wartością odniesienia.
- **Powtarzalność** (repeatability - r) – precyzja wyników uzyskanych w tych samych warunkach pomiarowych (dane laboratorium, analityk, instrument pomiarowy, odczynniki).
- **Odtwarzalność** (reproducibility - R) – precyzja wyników uzyskanych w różnych laboratoriach z zastosowaniem danej metody pomiarowej.

Obliczenia:

Liniowość Dokładność Powtarzalność Odtwarzalność	Obliczenia wg II modułu z tą różnicą, iż wpisywane dane mają być zlogarytmowane (\log_{10}).
RSD CV	Obliczenia wg II modułu z tą różnicą, iż wpisywane dane mają być zlogarytmowane (\log_{10}) i ma istnieć możliwość wyboru jako miary wartości centralnej: średniej (\bar{x}) lub mediany (MED)

6.1. Dokładność (Z-wynik)

(Estymacja przez Z-wynik Z -value zgodnie z ALINORM 04/27/23)

W przypadku gdy wartość CRM (RM lub HRM) wynosi: $X_{\text{certified}} \pm CI$ (dla 95% przedziału ufności):

$$Z = \frac{(X_{\text{found}} - X_{\text{certified}})}{\sqrt{\frac{\sigma_{\text{found}}^2}{n_{\text{found}}} + \left(\frac{CI}{2}\right)^2}}$$

W przypadku gdy nie jest znane odchylenie standardowe rozrzutu parametrów CRM (RM lub HRM) dla przedziału ufności 95%:

$$Z = \frac{(X_{\text{found}} - X_{\text{certified}})}{\sqrt{\frac{\sigma_{\text{found}}^2}{n_{\text{found}}} + \frac{\sigma_{\text{certified}}^2}{n_{\text{certified}}}}}$$

gdzie:

$X_{\text{certified}}$ – wartość średnia CRM (RM lub HRM)

X_{found} – wartość średnia z oznaczonych próbek

$n_{\text{certified}}$ – ilość próbek CRM (RM lub HRM)

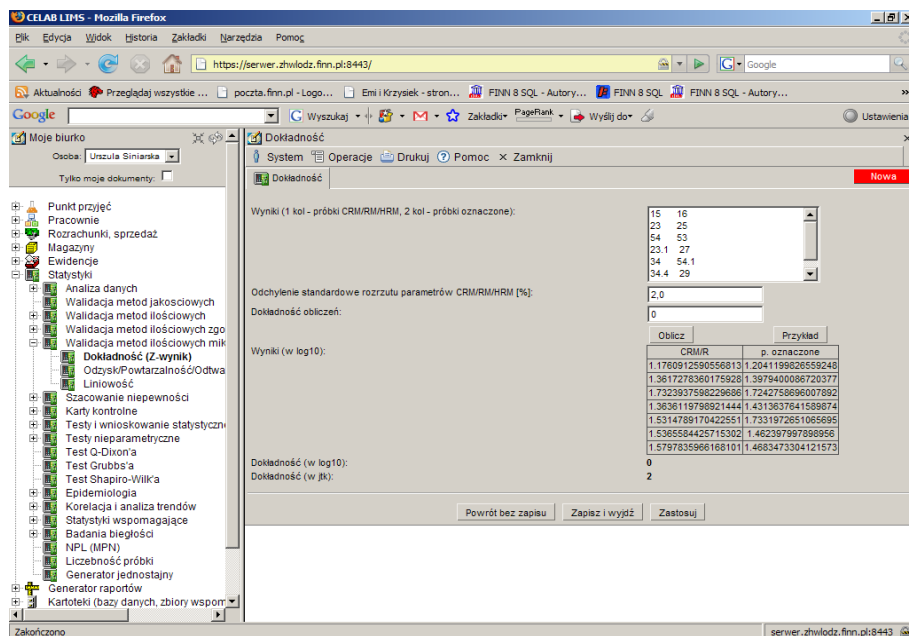
n_{found} – ilość próbek oznaczanych

$\sigma_{\text{certified}}$ – odchylenie std. dla wartości średniej CRM (RM lub HRM)

σ_{found} – odchylenie std. dla wartości średniej oznaczonych próbek

Wartość otrzymana powinna mieścić się w przedziale $|z| \leq 2$. Wartości wyższe wymagają uwzględnienia obciążenia (błędu systematycznego) metody.

W górnej części okna **Dokładność** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić zlogarytmowane wyniki badań, kolejno w dwóch kolumnach, jedna pod drugą. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć „spacje” lub „tabulator” i wpisać drugi wynik a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej pary wyników badań.

Na polu **Odchylenie standardowe rozrzutu parametrów CRM/RM/HRM [%]** należy wprowadzić odpowiednią liczbę. Wprowadzona wartość jest wartością procentową.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń. Po poprawnym wprowadzeniu wyników i ustawieniu odpowiedniego współczynnika należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Pole **Dokładność** jest to pole wyniku. Po poprawnym wprowadzeniu wyników i ustawieniu odpowiedniego odchylenia standardowego rozrzutu parametrów CRM/RM/HRM należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

W części liczącej są wykorzystywane podstawowe operatory algebraiczne. Nie zostały wykorzystane specjalizowane funkcje języka R.

6.2. Odzysk/Powtarzalność/Odtwarzalność

$$\text{Odzysk (\%)} = (C1-C2)/C3 \times 100$$

gdzie:

C1 – wykryta koncentracja w próbce fortyfikowanej/wzbogaconej (fortyfikacja próbki C2)

C2 – wykryta koncentracja w próbce ślepej lub próbce badanej

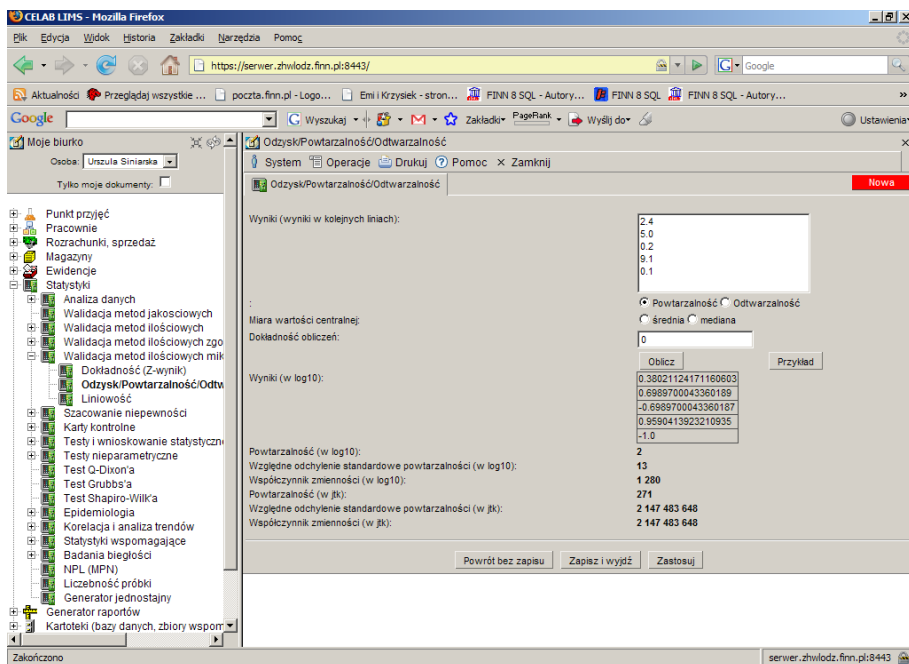
C3 – koncentracja fortyfikacji

Powtarzalność $r=2,8 * S_r$

Odtwarzalność $R=2,8 * S_R$

Względne odchylenie standardowe powtarzalności $RSD = S_r / X_{Sr}$

Współczynnik zmienności (%) $CV = RSD * 100$



W górnej części okna **Odzysk/Powtarzalność/Odtwarzalność** (po prawej stronie ekranu) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.

Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić zlogarytmowane wyniki badań, w jednej kolumnie, jedna wartość pod drugą. Po wpisaniu wyniku w pierwszym wierszu należy wcisnąć “enter” i wpisać kolejny wynik.

Przełącznik **Miara wartości centralnej** służy do zaznaczenia jaką metodą ma być policzona dana miara. Do wyboru są dwa pola **średnia** i **mediana**.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń. Po poprawnym wprowadzeniu wyników i ustawieniu odpowiedniego współczynnika należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Pole **Powtarzalność, Odtwarzalność, Względne odchylenie standardowe powtarzalności, Współczynnik zmienności** są to pole wyniku. Po poprawnym wprowadzeniu wyników i kliknięciu lewym klawiszem myszy przycisku Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyników na tych polach.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

W części liczącej są wykorzystywane podstawowe operatory algebraiczne. Nie zostały wykorzystane specjalizowane funkcje języka R.

6.3. Liniowość (2 metody do wyboru)

Dla wprowadzonych danych zastosować regresję liniową (linear regression) wyznaczając: linię prostą $y = a + bx$, odchylenia standardowe $s_x(x)$ i $s_y(y)$, błąd resztowy $S_{y,x}$, oraz jej współczynnik korelacji r . (techniki wyznaczania regresji: OLS, GRFM)

Regresja liniowa ortogonalna (GMFR) - Przykład implementacji

- Ogólne odchylenia standardowe:

Obliczyć **ogólne odchylenia standardowe** dla zbioru elementów $x (S_x)$ i zbioru elementów $y (S_y)$ jak następuje:

$$S_x = \sqrt{V_x} \text{ gdzie } V_x = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^q \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x})^2$$

$$S_y = \sqrt{V_y} \text{ gdzie } V_y = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^q \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y})^2$$

- Oszacować współczynnik korelacji r jak następuje:

$$r \approx \frac{V_{xy}}{\sqrt{V_x \cdot V_y}} \text{ gdy kowariancja } V_{xy} = \frac{1}{q-1} \sum_{i=1}^q (\bar{x}_i - \bar{x})(\bar{y}_i - \bar{y})$$

- Obliczyć **współczynnik przesunięcia a** i **współczynnik kierunkowy b** krzywej regresji $y = a + bx$ jak następuje:

$$\text{Współczynnik kierunkowy } b = S_y/S_x, \text{ współczynnik przesunięcia } a = \bar{y} - b\bar{x}$$

- Oszacować **resztowe odchylenie standardowe $S_{y,x}$** z punktów obliczonych metodą regresji.

$$s_{y,x} \approx S_{My:x} \sqrt{n} \text{ gdzie } S_{My:x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^q (\bar{y}_i - y_i)^2}{q-2}} \text{ z oszacowanych punktów przez regresję:}$$

$$y_i = a + b\bar{x}_i; (i = 1 \text{ do } q)$$

- Szacowanie odchylenia standardowego s_a dla współczynnika przesunięcia a i zbadanie hipotezy, że $a = 0$

$$s_a \approx S_{Mx:y} \sqrt{\frac{1}{q} + \frac{\bar{x}^2}{(q-1) \cdot V_x}}$$

Test dla $a = 0$: $t = |a| / s_a$ z $(q - 2)$ stopniami swobody;

Tablica t-Studenta podaje $p(t) = p \{a = 0\}$; wartość krytyczna ≈ 2 dla dwustronnego $\alpha = 0,05$.

- Oszacowanie odchylenia standardowego S_b współczynnika kierunkowego b i zbadanie hipotezy dla $b = 1$.

$$s_b \approx \frac{S_{My:x}}{Sx\sqrt{q-1}}$$

Test dla $b = 1$: $t = |b-1| / S_b$ z $(q - 2)$ stopniami swobody;

Tabela t-Studenta podaje $p(t) = p \{b = 1\}$; wartość krytyczna ≈ 2 dla dwustronnego $\alpha = 0,05$.

Następnie przejdź do R.5 poniżej.

Implementacja (R):

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION "cstat_gmfr"(x_numeric, y_numeric)
  RETURNS record AS
  $BODY$
```

```
# Załadowanie bibliotek graficznych
library("GDD")
library("qcc")
library("sfsmisc")
```

```
# Zaczytanie pobierające tymczasową lokalizację pliku png na dysku
katalog=pg.spi.exec("select stemp_get_localpath()");
url=pg.spi.exec("select stemp_get_remotepath()");
plik=pg.spi.exec("select stemp_add()");
url=ccat(url,plik,".png");
```

```
katalog1=ccat(katalog,plik,".png");
```

```
# ODCHYLENIE STANDARDOWE
```

```
xtmp = x;
```

```
xtmp = xtmp - mean(x);
xtmp = xtmp^2;
```

```
xsuma = sum(xtmp)
```

```
Vx = xsuma / (length(x)-1);
```

```
Sx = sqrt(Vx);
```

```
ytmp = y;
```

```

ytmp = ytmp - mean(y);
ytmp = ytmp^2;

ysuma = sum(ytmp);

Vy = ysuma / (length(y)-1);

Sy = sqrt (Vy);

# WSP KORELACJI r

wsuma = 0;

for (i in 1:length(x)) {

  wsuma=wsuma + ( mean(x[c(1:i)]) - mean(x) ) * ( mean(y[c(1:i)]) - mean(y) );
}

Vxy = wsuma / (length(x)-1);

r = Vxy / sqrt(Vx*Vy);

# KRZYWA REGRESJI y = a + bx

b = Sy/Sx;
a = mean(y) - b * mean(x);

xtmp = x;

xtmp = sort(xtmp);

z = c(xtmp[1],xtmp[length(xtmp)]);
w = b * z + a;

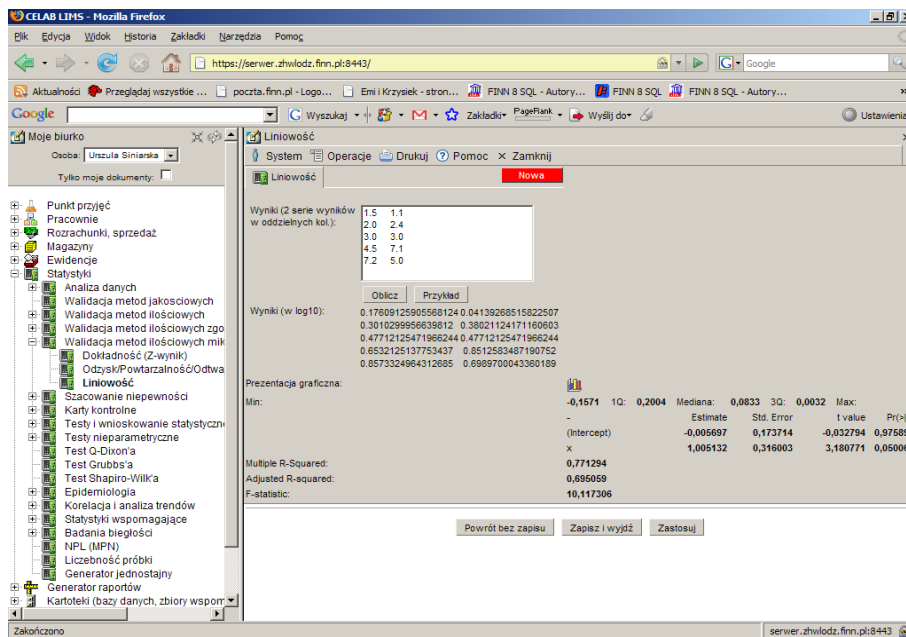
# Tworzenie wykresu
GDD(file=katalog1, type="png", w=800,h=600);
plot(x,y);
lines(z,w);
dev.off();
system("chmod 644 /jsp/jsp/jboss/img/*");

return(data.frame(adres=url))

$BODY$
LANGUAGE 'plr' VOLATILE;

```

W górnej części okna **liniowość** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.

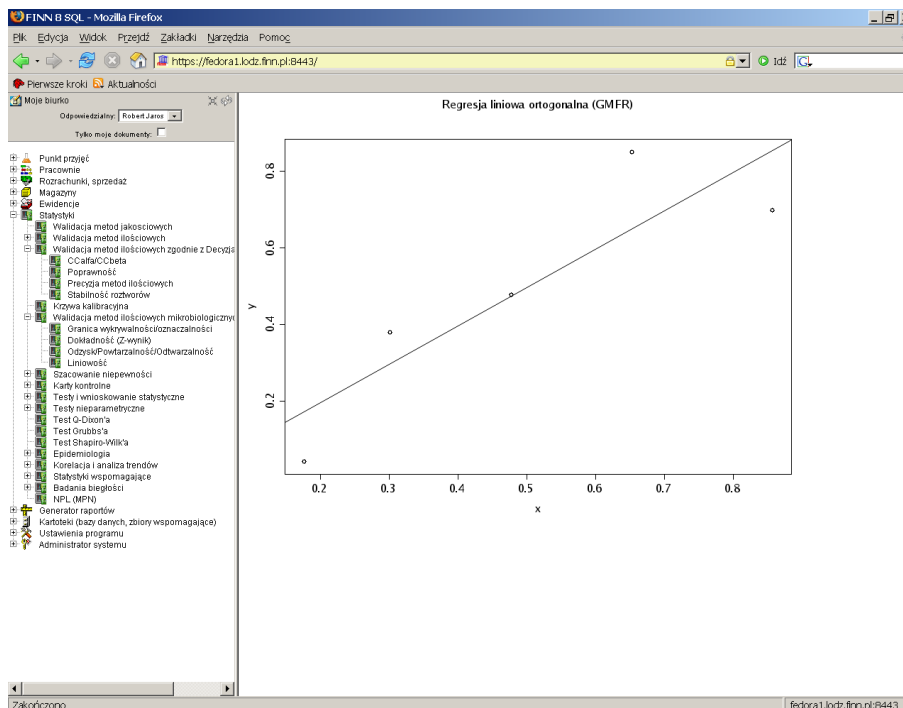


Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić zlogarytmowane wyniki badań, kolejno w dwóch kolumnach, jedna pod drugą. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć „spacje” lub „tabulator” i wpisać drugi wynik a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej pary wyników badań.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń liniowości. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.



Na polu **Prezentacja graficzna** znajduje się link do strony z wykresem, utworzonym na podstawie wprowadzonych wcześniej danych i wykonanych na ich podstawie obliczeń. Aby obejrzeć wykres należy kliknąć na obrazek.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

7. Szacowanie niepewności (metoda A i metoda A dla metod mikrobiologicznych płytkowych)

dokumenty związane: *ISO 19036:2006*, *EA Guide 4/02*, *GUM, Guide to the expression of uncertainty in measurement, 1995*, *EURACHEM/CITAC Guide "Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement", 2nd edition*, *QUAM: 2000* –chyba istnieje jego polskie tłumaczenie.

Metoda typu A szacowania niepewności (Niepewność typu A)

Oparte o liczenie odchylenia standardowego

$$u = t_{1-\alpha} * S * \frac{1}{\sqrt{n}}$$

końcowy wynik przedstawiony jako:

$$U=2*u$$

n- liczba powtórzeń

$t_{1-\alpha}$ – współczynnik dla rozkładu T-studenta dla poziomu istotności $\alpha=0,05$ lub $P=95\%$

S –odchylenie standardowe z wyników kolejnych powtórzeń

Implementacja w języku R:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION "cstat_metodaa"(x_numeric)
```

```
RETURNS record AS
```

```
$BODY$
```

```
    t_stud=t.test(x);          # Test t-Studenta  
    odchyl_sd = sd(x);        # Odchylenie standardowe
```

```
    wyn1=2*t_stud$statistic*odchyl_sd/sqrt(length(x));
```

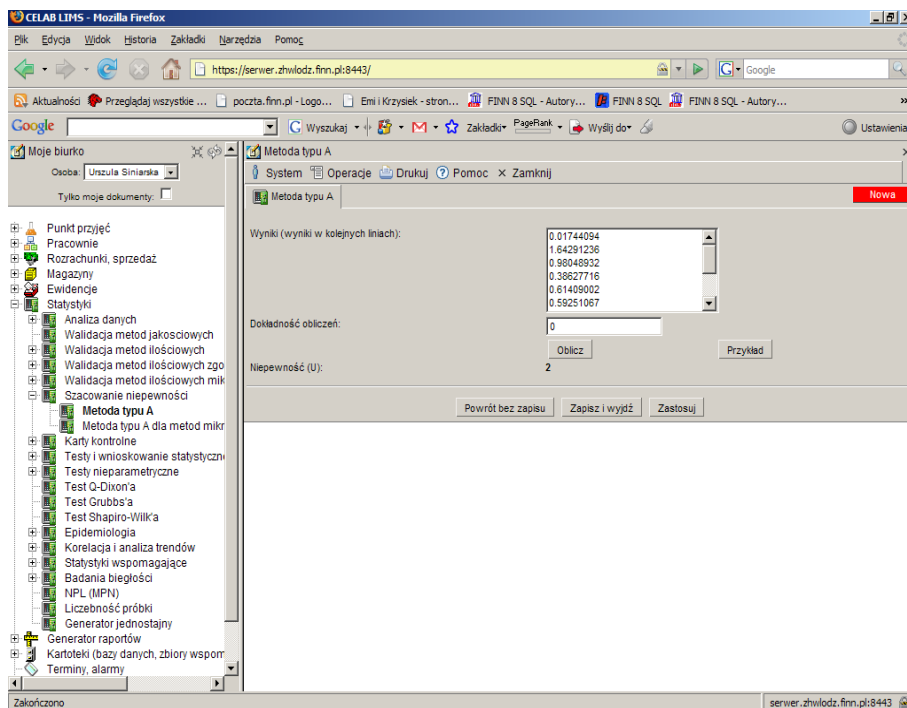
```
    return(data.frame(wyn=wyn1[1]))
```

```
$BODY$
```

```
LANGUAGE 'plr' VOLATILE;
```

7.1. Metoda Typu A

W górnej części okna **Metoda typu A** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań, kolejno jeden pod drugim. Po wpisaniu każdego wyniku należy kliknąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnego wyniku badania.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń. Po poprawnym wprowadzeniu wyników i ustawieniu odpowiedniego współczynnika należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

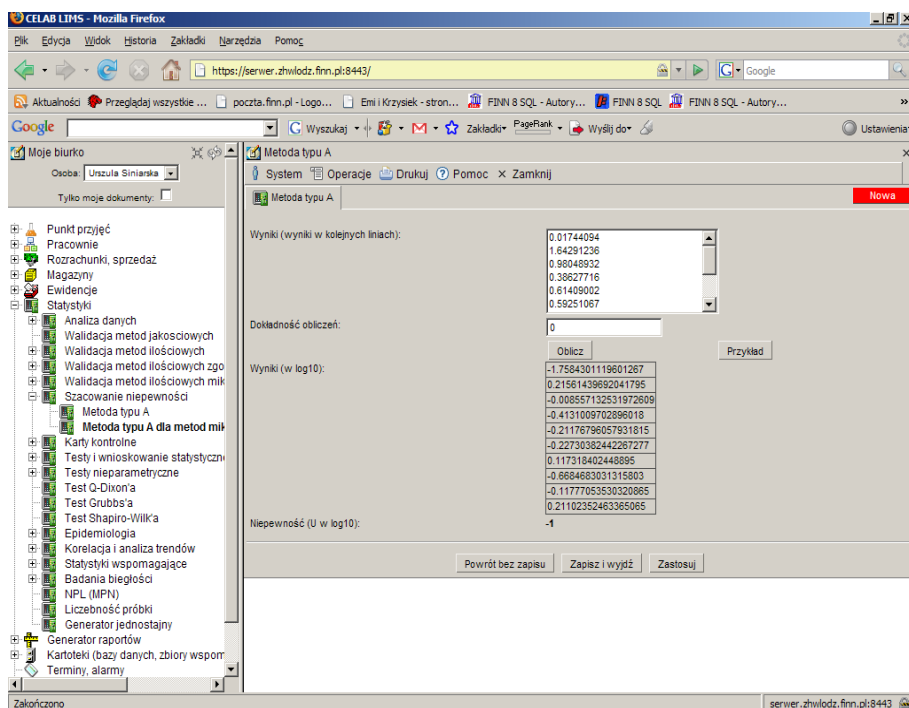
Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

W części liczącej są wykorzystywane podstawowe operatory algebraiczne. Nie zostały wykorzystane specjalizowane funkcje języka R.

7.2. Metoda Typu A dla metod mikrobiologicznych płytkowych

W górnej części okna **Metoda typu A** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań, kolejno jeden pod drugim. Po wpisaniu każdego wyniku należy kliknąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnego wyniku badania.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń. Po poprawnym wprowadzeniu wyników i ustawieniu odpowiedniego współczynnika należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

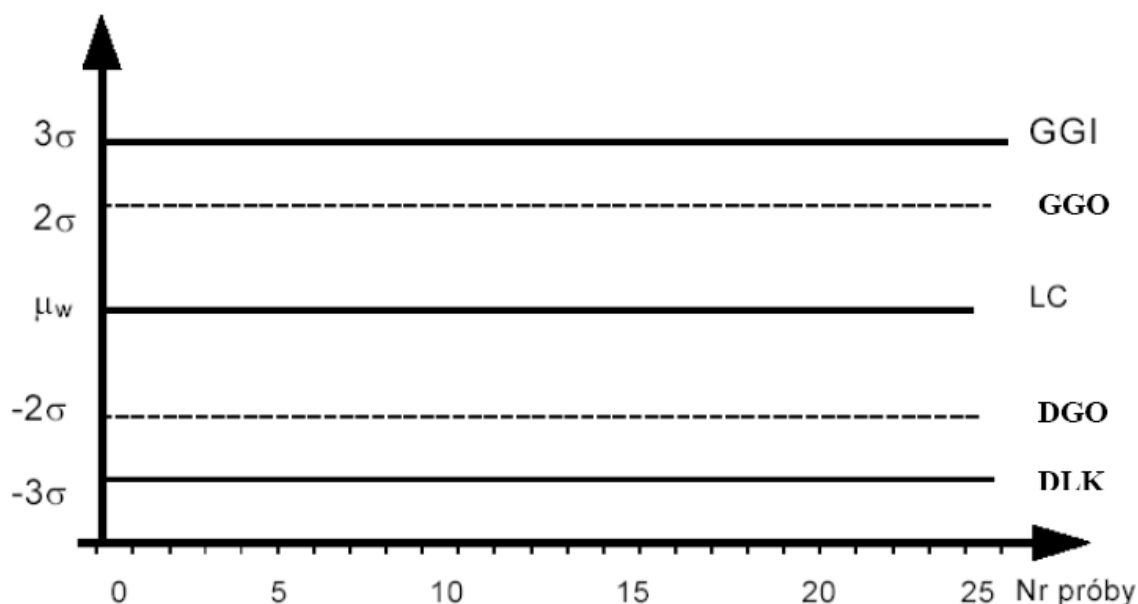
W porównaniu do metody A, metoda A dla metod mikrobiologicznych płytkowych logarytmuje wprowadzone dane oraz podaje wynik w postaci zlogarytmowanej.

W części liczącej są wykorzystywane podstawowe operatory algebraiczne. Nie zostały wykorzystane specjalizowane funkcje języka R.

8. Karty kontrolne

Dokumenty związane PN-ISO 8258 +ACI

Rys. 1.1 Idea karty kontrolnej.



Wyznaczanie linii kontrolnych dla karty R metodą tradycyjną (SPC)

- Rozstęp definiowany jako - $X_{max} - X_{min}$ (R)
- linia centralna – LC równa jest średniej z obliczanych różnic $R_{\bar{s}}$ (średni rozstęp)
- granice ostrzegawcze – $GO = R_{\bar{s}} \pm 2 * \text{odch. Std. z elementów R (rozstępów)}$
- granice kontrolne – $GK = R_{\bar{s}} \pm 3 * \text{odch. Std. z elementów R (rozstępów)}$

8.1. Karty kontrolne R

Wyznaczenie linii kontrolnych dla karty R

1) dla znanych wartości normatywnych

$$GLK = d_2(n) + 3d_3(n)\sigma \quad LC = d_2(n)\sigma \quad DLK = d_2(n) - 3d_3(n)\sigma$$

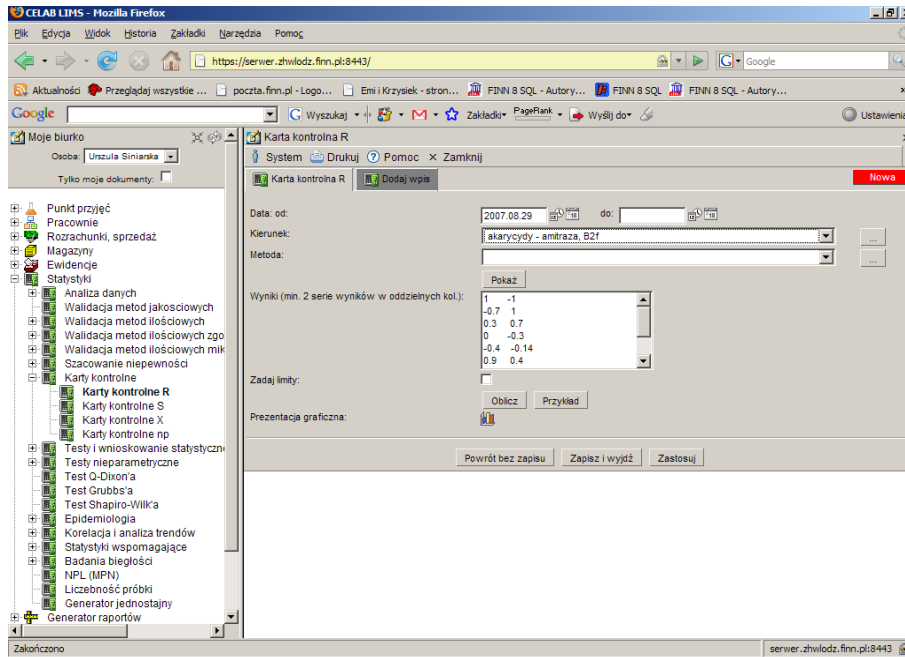
2) dla nieznanymi wartości normatywnych

$$GLK = \bar{R} + 3d_3(n) \frac{\bar{R}}{d_2(n)} = D_4(n)\bar{R} \quad LC = \bar{R}$$

$$DLK = \bar{R} - 3d_3(n) \frac{\bar{R}}{d_2(n)} = D_3(n)\bar{R}$$

$$D_4(n) = 1 + 3 \frac{d_3(n)}{d_2(n)} \quad D_3(n) = 1 - 3 \frac{d_3(n)}{d_2(n)}$$

W górnej części okna **Karta kontrolna R** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.

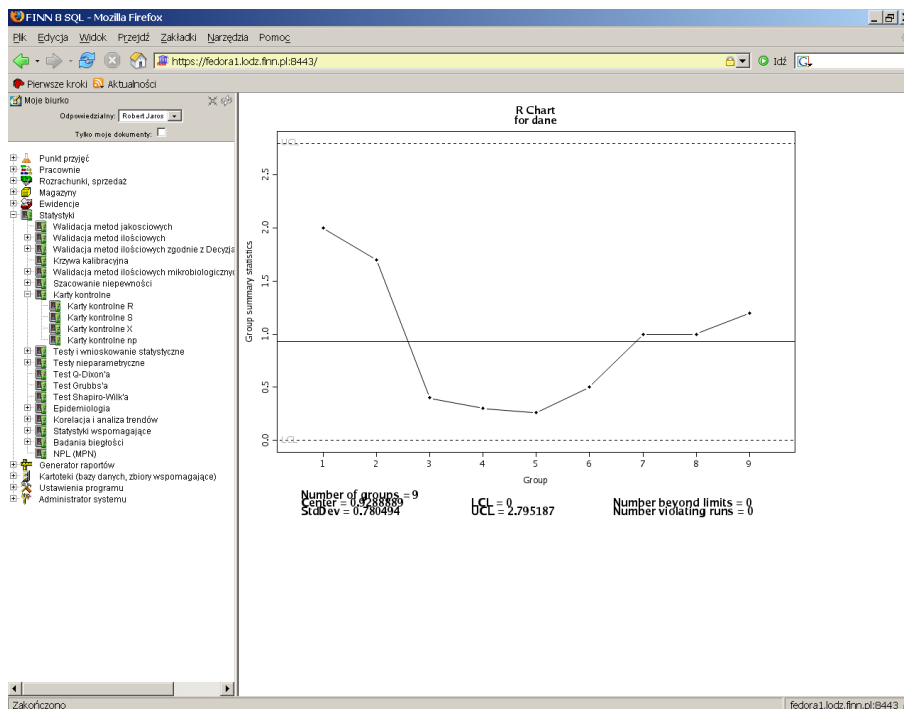


Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań kolejno w dwóch kolumnach. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć “spacje” lub „tabulator” i wpisać wynik do drugiej kolumny, a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej partii wyników badań.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń Karta kontrolna R. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyników w poniższych polach.

Na polu **Prezentacja graficzna** zostaje wyświetlony link do wykresu zbudowanego na podstawie wcześniej wprowadzonych danych do pola wyniki.



Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

8.2. Karty kontrolne S

Wyznaczenie linii kontrolnych dla karty S

1) dla znanych wartości normatywnych

$$GLK = c_4(n)\sigma + 3\sqrt{1 - c_4^2(n)} = B_6(n)\sigma \quad LC = c_4(n)\sigma$$

$$DLK = c_4(n)\sigma - 3\sqrt{1 - c_4^2(n)} = B_5(n)\sigma$$

$$B_5(n) = c_4(n) - 3\sqrt{1 - c_4^2(n)} \quad B_6 = c_4(n) + 3\sqrt{1 - c_4^2(n)}$$

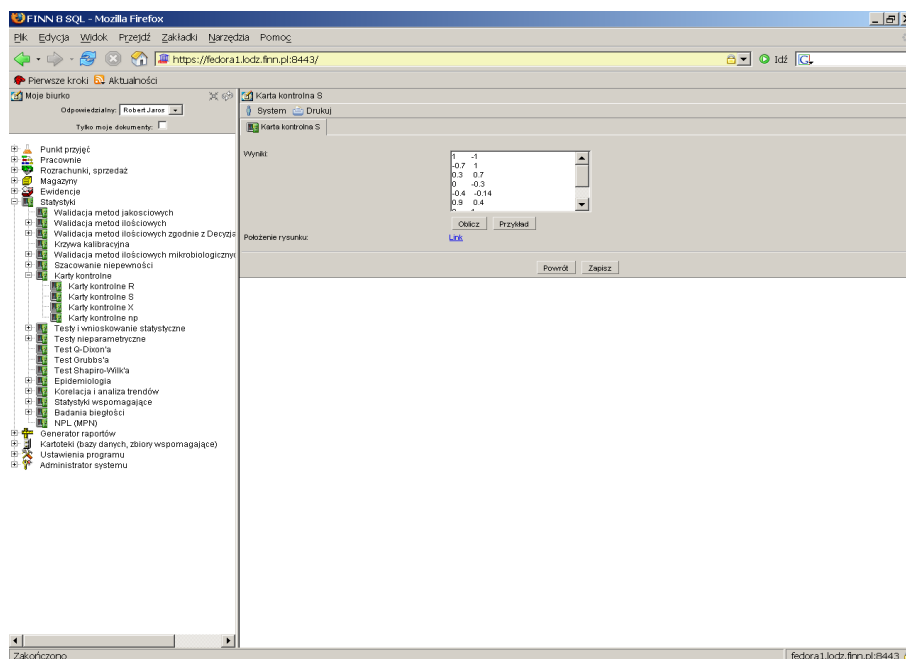
2) dla nieznanymi wartości normatywnych (szacowanie 1.3)

$$GLK = \bar{S} + 3\frac{\bar{S}}{c_4(n)}\sqrt{1 - c_4^2(n)} = \bar{S}B_4(n) \quad LC = \bar{S}$$

$$DLK = \bar{S} - 3\frac{\bar{S}}{c_4(n)}\sqrt{1 - c_4^2(n)} = \bar{S}B_3(n)$$

$$B_4(n) = 1 + \frac{3}{c_4(n)}\sqrt{1 - c_4^2(n)} \quad B_3(n) = 1 - \frac{3}{c_4(n)}\sqrt{1 - c_4^2(n)}$$

W górnej części okna **Karta kontrolna S** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.

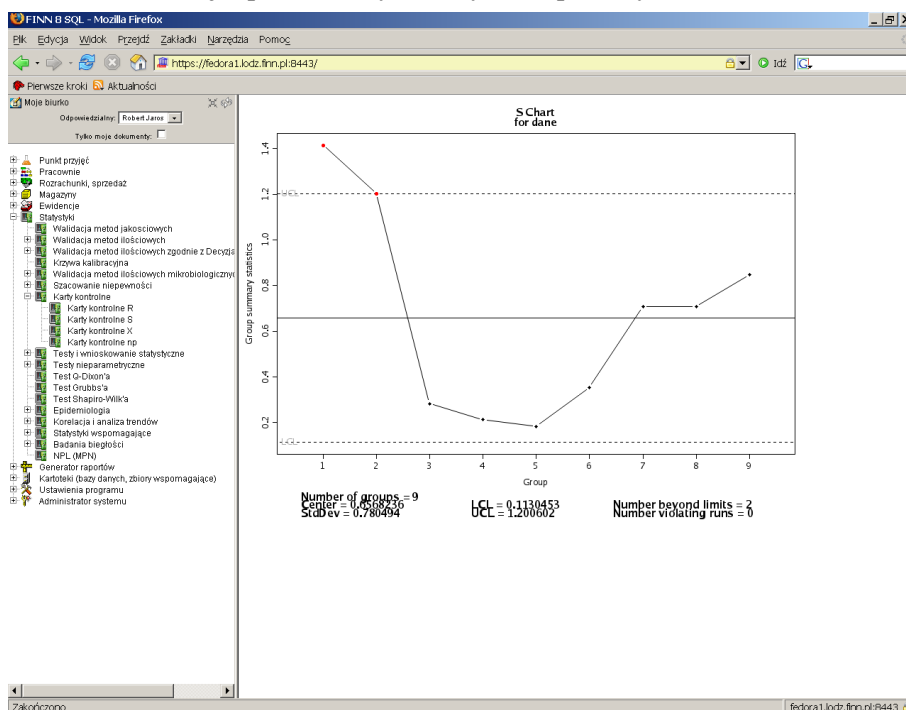


Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań kolejno w dwóch kolumnach. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć "spacje" lub „tabulator” i wpisać wynik do drugiej kolumny, a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej partii wyników badań.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń Karta kontrolna S. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyników w poniższych polach.

Na polu **Prezentacja graficzna** zostaje wyświetlony link do wykresu zbudowanego na podstawie wcześniej wprowadzonych danych do pola wyniki.



Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

8.3. Karty kontrolne X

Wyznaczenie linii kontrolnych dla Karty \bar{X}

1) dla znanych wartości normalywnych

$$GLK = m + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad LC = m \quad DLK = m - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

2) dla nieznanymi wartości normalywnych (szacowanie 1.1 oraz 1.2)

$$GLK = \bar{x} + \frac{3}{d_2(n)\sqrt{n}} \bar{R} = \bar{x} + A_2(n)\bar{R} \quad LC = \bar{x}$$

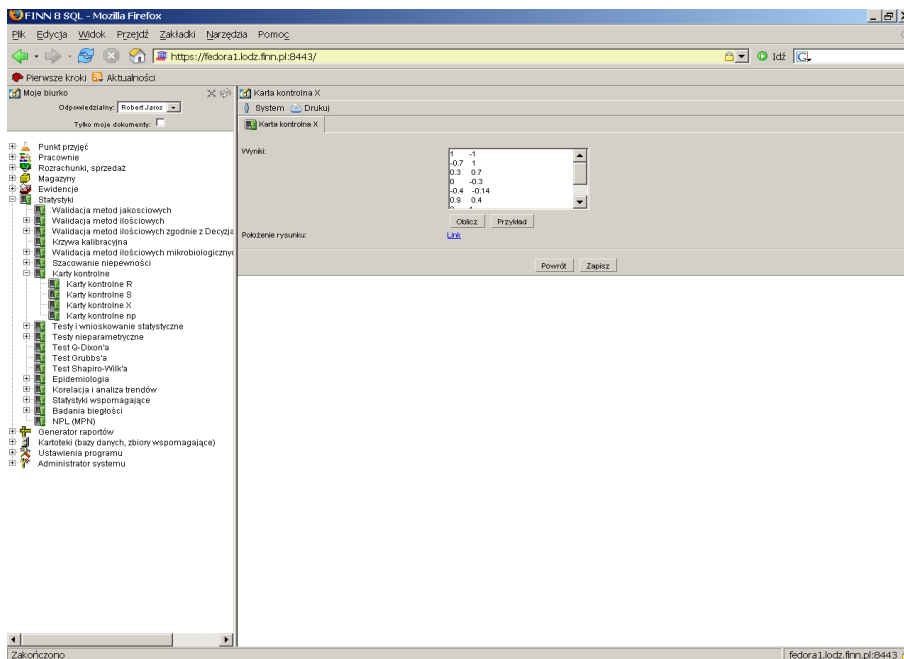
$$DLK = \bar{x} - \frac{3}{d_2(n)\sqrt{n}} \bar{R} = \bar{x} - A_2(n)\bar{R}$$

3) dla nieznanymi wartości normalywnych (szacowanie 1.1 oraz 1.3)

$$GLK = \bar{x} + 3 \frac{\bar{S}}{c_4(n)\sqrt{n}} = \bar{x} + A_3(n)\bar{S} \quad LC = \bar{x}$$

$$DLK = \bar{x} - 3 \frac{\bar{S}}{c_4(n)\sqrt{n}} = \bar{x} - A_n(n)\bar{S} \quad c_4(n) = \frac{4(n-1)}{4n-3}$$

W górnej części okna **Karta kontrolna X** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.

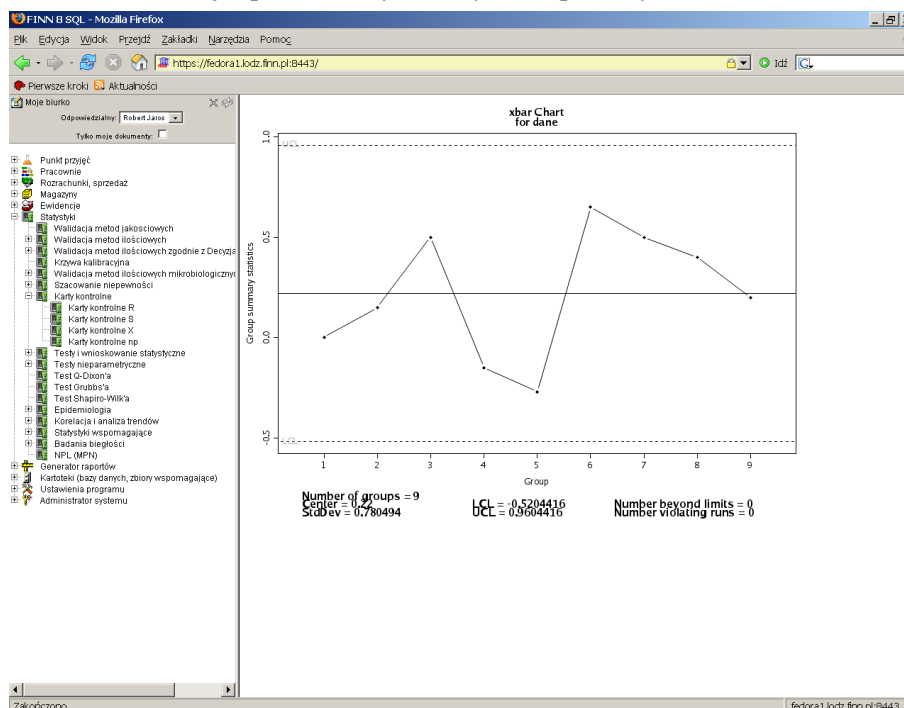


Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań kolejno w dwóch kolumnach. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć „spacje” lub „tabulator” i wpisać wynik do drugiej kolumny, a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej partii wyników badań.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń Karta kontrolna X. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyników w poniższych polach.

Na polu **Prezentacja graficzna** zostaje wyświetlony link do wykresu zbudowanego na podstawie wcześniej wprowadzonych danych do pola wyniki.



Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

Implementacja w języku R:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION "cstat_shewher"(dane _numeric, ilosc _numeric, typ text,
limity _numeric)
```

```
RETURNS record AS
```

```
$BODY$
```

```
library("GDD")
```

```
library("qcc")
```

```
library("sfsmisc")
```

```
f = pg.spi.prepare ("select stemp_get_localpath()",NA);
```

```
katalog=pg.spi.execp(f);
```

```
f = pg.spi.prepare ("select stemp_get_remotepath()",NA);
```

```
url=pg.spi.execp(f);
```

```
f = pg.spi.prepare ("select stemp_add()",NA);
```

```
plik=pg.spi.execp(f);
```

```
url=ccat(url,plik,".png");
```

```
katalog1=ccat(katalog,plik,".png");
```

```
dlugosc = length(dane);
```

```
dim(dane)=c(dlugosc/ilosc,ilosc);
```

```
GDD(file=katalog1, type="png", w=800,h=600);
```

```
qcc(dane,type=typ,plot=TRUE, size=10, limits=limity);
```

```
dev.off());
```

```
polecenie = ccat("chmod 644 ", katalog,"*");
```

```
system(polecenie);
```

```
return(data.frame(adres=url))
```

```
$BODY$
```

```
LANGUAGE 'plr' VOLATILE;
```

8.4. Karty kontrolne np

Karta kontrolna np.

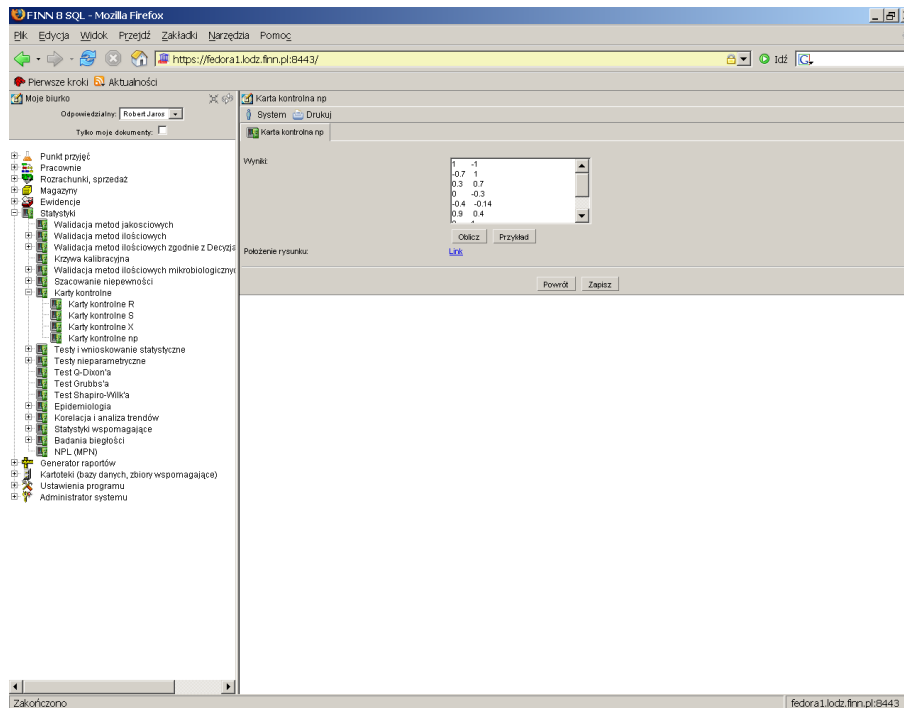
1) przy znanej wadliwości procesu

$$GLK = np + 3\sqrt{np(1-p)} \quad LC = np \quad DLK = np - 3\sqrt{np(1-p)}$$

2) przy nieznannej wadliwości procesu

$$GLK = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} \quad LC = n\bar{p} \quad DLK = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

W górnej części okna **Karta kontrolna np** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.

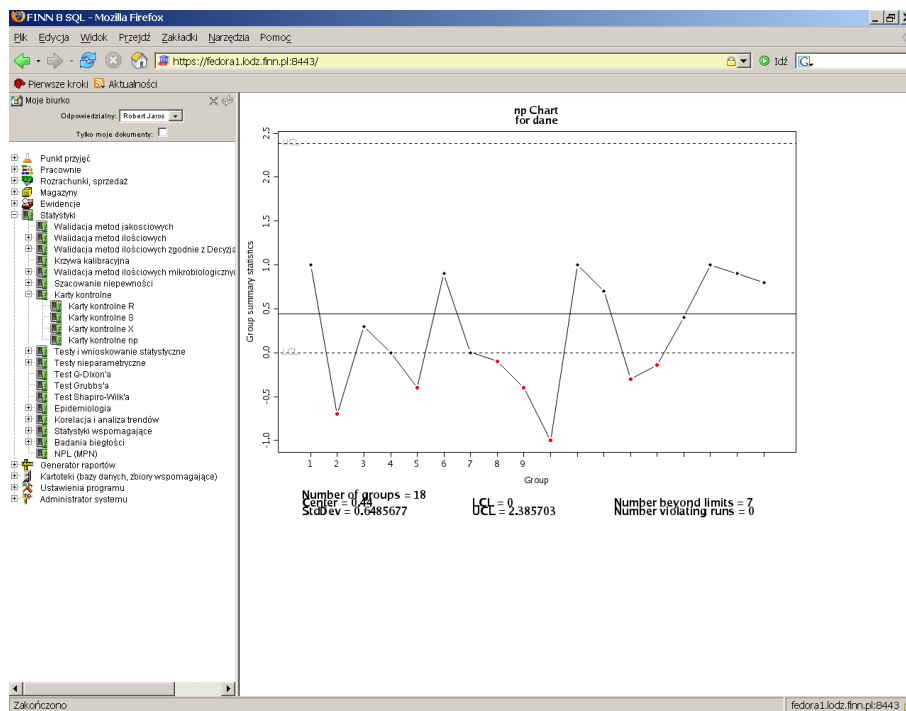


Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań kolejno w dwóch kolumnach. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć „spacje” lub „tabulator” i wpisać wynik do drugiej kolumny, a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej partii wyników badań.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń Karta kontrolna X. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyników w poniższych polach.

Na polu **Prezentacja graficzna** zostaje wyświetlony link do wykresu zbudowanego na podstawie wcześniej wprowadzonych danych do pola wyniki.



Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

Implementacja w języku R:

9. Testy i wnioskowanie statystyczne

9.1. CHI_KWADRAT zgodności

- H_0 – hipoteza zerowa
NIE MA RÓŻNIC POMIĘDZY ROZKŁADEM TEORETYCZNYM A EMPIRYCZNYM
- H_1 – hipoteza alternatywna
JEST RÓŻNICA STATYSTYCZNIE ZNAMIENNA POMIĘDZY ROZKŁADAMI
- Liczba stopni swobody $\mu = r - k - 1$
poziom istotności ZAŁOŻONY (α)
- Wartość statystyki

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$$

gdzie: n – liczebność całkowita

n_i – liczebność obserwowana w i -tej klasie

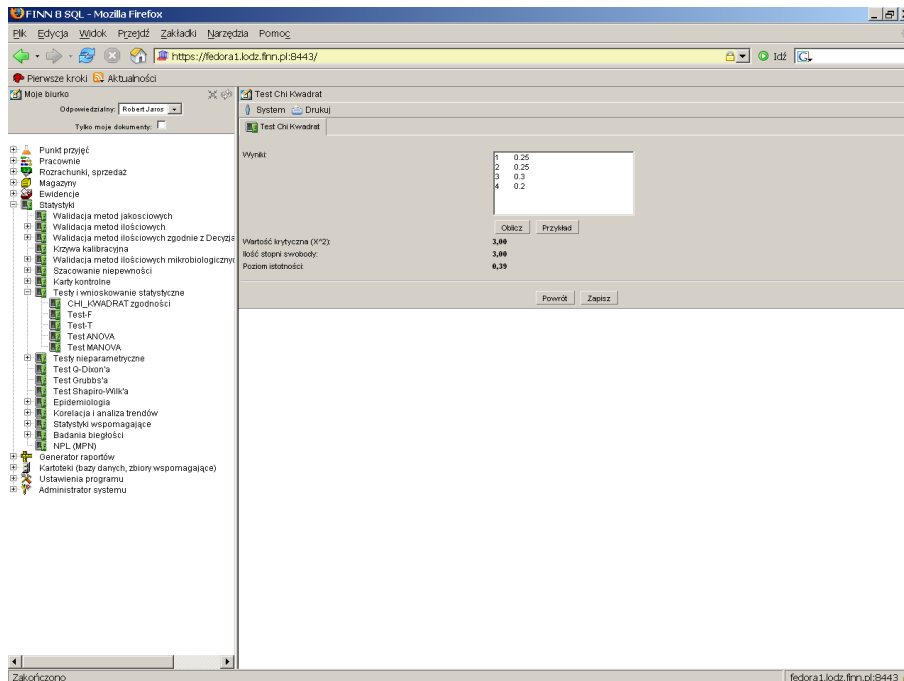
p_i – prawdopodobieństwo oczekiwane w i -tej klasie

r – liczba przedziałów (klas)

k – liczba szacowanych parametrów

- 4. Wartość krytyczna $\chi^2_{kr}(\mu, \alpha)$ – obszar krytyczny
- 5. Decyzja końcowa

W górnej części okna **Test Chi kwadrat** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań i oczekiwane prawdopodobieństwo każdego wyniku, kolejno w dwóch kolumnach. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć „spacje” lub „tabulator” i wpisać oczekiwane prawdopodobieństwo, a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej pary wyników badań i oczekiwanego prawdopodobieństwa.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń testu Chi kwadrat. Po poprawnym wprowadzeniu wyników i oczekiwanego prawdopodobieństwa należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyników w poniższych polach.

Na polu **Wartość krytyczna** zostaje wyświetlona wartość policzona według wzoru na wartość krytyczną z wprowadzonych wcześniej danych do pola wyniki.

Na polu **Ilość stopni swobody** zostaje wyświetlona liczba stopni swobody.

Na polu **Poziom istotności** jest wyświetlana liczba mówiąca o poziomie istotności.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

Implementacja w języku R:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION "cstat_chisq"(dane_numeric, prawdop_numeric)
RETURNS record AS
$BODY$
```

```
wyn1=chisq.test(dane,p=prawdop); # Wykonanie testy Chi Kwadrat
return(data.frame(xSquared=wyn1$statistic[[1]],df=wyn1$parameter,
```


pvalue=wyn1\$(p.value));
\$BODY\$
LANGUAGE 'plr' VOLATILE;

9.2. Test-F

TEST – F

1. H_0 – hipoteza zerowa
 NIE MA RÓŻNIC POMIĘDZY ROZRZUTAMI (WARIANCJAMI) W DWÓCH PORÓWNYWANYCH GRUPACH
 H_1 – hipoteza alternatywna
 JEST RÓŻNICA STATYSTYCZNIE ZNAMIENNA POMIĘDZY ROZRZUTAMI (WARIANCJAMI)

2. Liczba stopni swobody $\mu_1 = n_1 - 1$ $\mu_2 = n_2 - 1$
 poziom istotności ZAŁOŻONY (α)

3. Wartość statystyki:

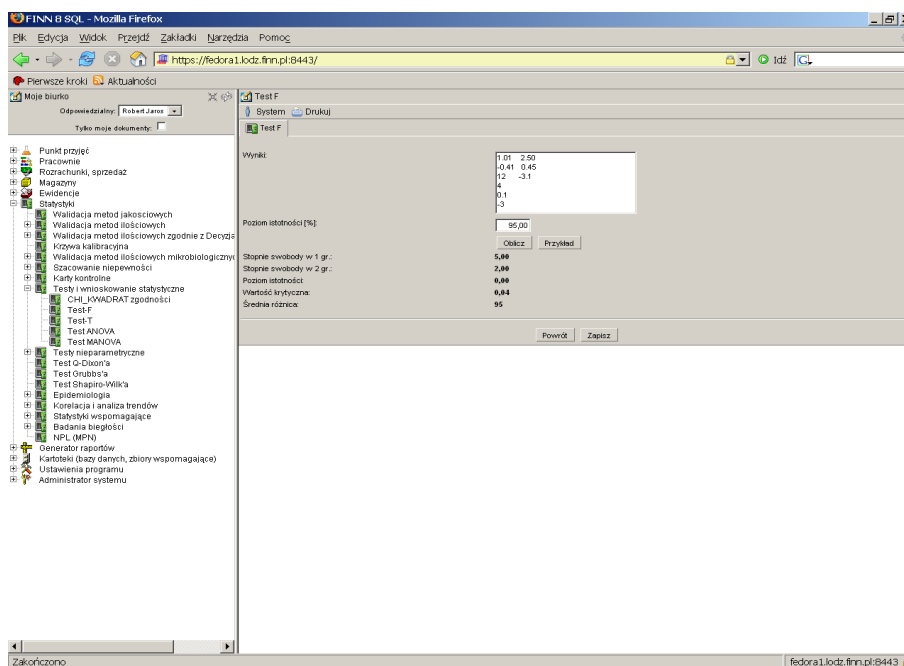
$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} \quad \text{jeśli } s_1^2 > s_2^2 \quad \text{gdzie: } s_1^2 - \text{wariancja w grupie 1}$$

$$F = \frac{s_2^2}{s_1^2} \quad \text{jeśli } s_2^2 > s_1^2 \quad s_2^2 - \text{wariancja w grupie 2}$$

4. Wartość krytyczna $F_{kr}(\mu_1, \mu_2, \alpha)$ – obszar krytyczny

5. Decyzja końcowa

W górnej części okna **Test-F** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań kolejno w dwóch kolumnach. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć „spacje” lub „tabulator” i wpisać wynik do drugiej kolumny, a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej partii wyników badań.

W polu **Poziom istotności** należy wprowadzić procentowo z jakim poziomem istotności ma być policzony dany test.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń Testu-F. Po poprawnym wprowadzeniu wyników i ustawieniu odpowiedniego współczynnika należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Pole **Stopnie swobody, Poziom istotności, wartość krytyczna, hipoteza** są to pole wyniku. Po poprawnym wprowadzeniu wyników i kliknięciu lewym klawiszem myszy przycisku Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyników na tych polach.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

Implementacja w języku R:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION "cstat_ftest"(x _numeric, y _numeric, istot _numeric)
RETURNS record AS
$BODY$
    wyn1=var.test(x, y, istot);      # wykonanie testu F z zadanyim poziomem istotności
    return(data.frame(st_swobody_x=wyn1$parameter[1],
st_swobody_y=wyn1$parameter[2], pvalue=wyn1$p.value, statistic=wyn1$statistic,
decyzja=wyn1$alternative));
$BODY$
LANGUAGE 'plr' VOLATILE;
```

9.3. Test-T TEST – T

1. H_0 – hipoteza zerowa

NIE MA RÓŻNIC POMIĘDZY ŚREDNIMI (DWIE GRUPY)

H_1 – hipoteza alternatywna

JEST RÓŻNICA STATYSTYCZNIE ISTOTNA POMIĘDZY ŚREDNIMI

2. Liczba stopni swobody $\mu = n_1 + n_2 - 2$

n_1 – liczebność grupy 1

poziom istotności ZAŁOŻONY (α)

n_2 – liczebność grupy 2

3. Wartość statystyki

Dla wariancji jednorodnych:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}{n_1 + n_2 - 2}}}, \quad s_1^2, s_2^2 - \text{wariancje}$$

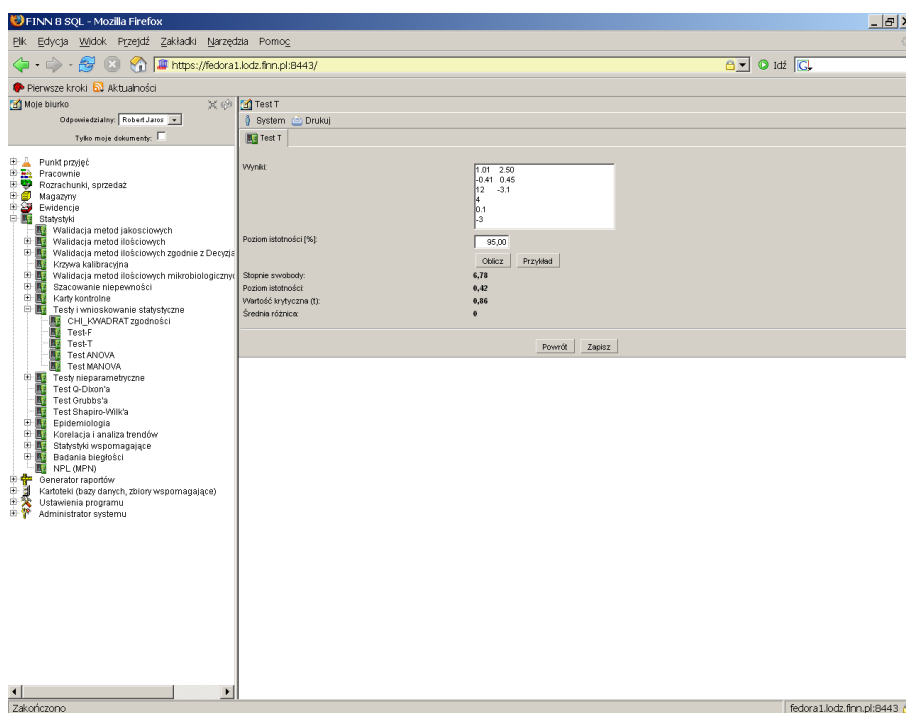
Dla wariancji niejednorodnych:

$$u = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}, \quad s_1^2, s_2^2 - \text{wariancje}$$

4. Wartość krytyczna $t_{kr}(\mu, \alpha)$ – obszar krytyczny

5. Decyzja końcowa

W górnej części okna **Test-T** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań kolejno w dwóch kolumnach. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć „spacje” lub „tabulator” i wpisać wynik do drugiej kolumny, a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej partii wyników badań.

W polu **Poziom istotności** należy wprowadzić procentowo z jakim poziomem istotności ma być policzony dany test.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń Testu-T. Po poprawnym wprowadzeniu wyników i ustawieniu odpowiedniego współczynnika należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Pole **Stopnie swobody**, **Poziom istotności**, **wartość krytyczna**, **hipoteza** są to pole wyniku. Po poprawnym wprowadzeniu wyników i kliknięciu lewym klawiszem myszy przycisku Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyników na tych polach.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

Implementacja w języku R:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION "cstat_ttest"(x _numeric, y _numeric, istot _numeric)
RETURNS record AS
```

```
$BODY$
```

```
    wyn1=t.test(x, y, conf.level=istot);      # wykonanie testu T z zadanyam poziomem istotności
    return(data.frame(st_swobody=wyn1$parameter, pvalue=wyn1$p.value,
    statistic=wyn1$statistic, decyzja=wyn1$alternative));
```

```
$BODY$
```

```
LANGUAGE 'plr' VOLATILE;
```

9.4. Test ANOVA

ANOVA pozwana na określenie i oszacowanie różnych przyczyn zróżnicowań.

Może być stosowana nawet w sytuacji, gdzie występuje więcej niż jedno źródło przypadkowej wariancji.

TEST ANOVA

1. H_0 – hipoteza zerowa
NIE MA RÓŻNIC POMIĘDZY ŚREDNIMI
 H_1 – hipoteza alternatywna
JEST RÓŻNICA STATYSTYCZNIE ZNAMIENNA POMIĘDZY ŚREDNIMI

2. Liczba stopni swobody $\mu_1 = k-1$ $\mu_2 = n-k$ gdzie: k – liczba grup
poziom istotności ZAŁOŻONY (α) n – liczebność całkowita

3. Wartość statystyki:

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \quad \text{dla } i = 1, 2, \dots, k$$

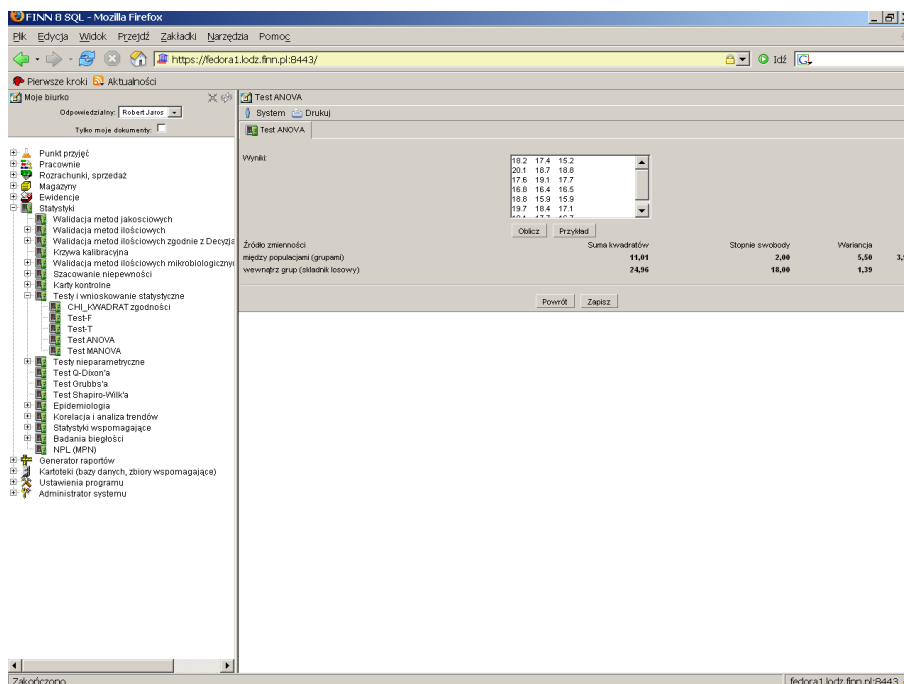
$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \quad \text{gdzie } n = \sum_{i=1}^k n_i$$

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Stopnie swobody	Wariancja
między populacjami (grupami)	$\sum_{i=1}^k (\bar{x}_i - \bar{x})^2 n_i$	$k - 1$	\hat{S}_1^2
wewnątrz grup (składnik losowy)	$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$	$n - k$	\hat{S}_2^2

$$F = \frac{\hat{S}_1^2}{\hat{S}_2^2}$$

4. Wartość krytyczna $F_{kr}(\mu_1, \mu_2, \alpha)$ – obszar krytyczny
5. Decyzja końcowa

W górnej części okna **Test Anova** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań kolejno w trzech kolumnach. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć „spacje” lub „tabulator” i wpisać wynik do drugiej i trzeciej kolumny, a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej partii wyników badań.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń testu Anova. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyników w poniższych polach.

Na polu Suma kwadratów wyniki są podawane w w dwóch wierszach, dla:

- między populacjami (grupami)
- wewnątrz grup (składnik losowy)

Na polu Stopnie swobody wyniki są podawane w w dwóch wierszach, dla:

- między populacjami (grupami)
- wewnątrz grup (składnik losowy)

Na polu Wariancja wyniki są podawane w w dwóch wierszach, dla:

- między populacjami (grupami)
- wewnątrz grup (składnik losowy)

Na polu F wyniki są podawane w w dwóch wierszach, dla:

- między populacjami (grupami)

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

Implementacja w języku R:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION "cstat_anova"(dane _numeric, ilosc _numeric, liczebnosć
    _numeric)
```

RETURNS record AS
\$BODY\$

```
# Przygotowanie danych  
n=rep(liczebosc, ilosc);  
group=rep(1:ilosc, n)
```

```
data=data.frame(y=dane, group=factor(group))  
fit=lm(dane~group, data);
```

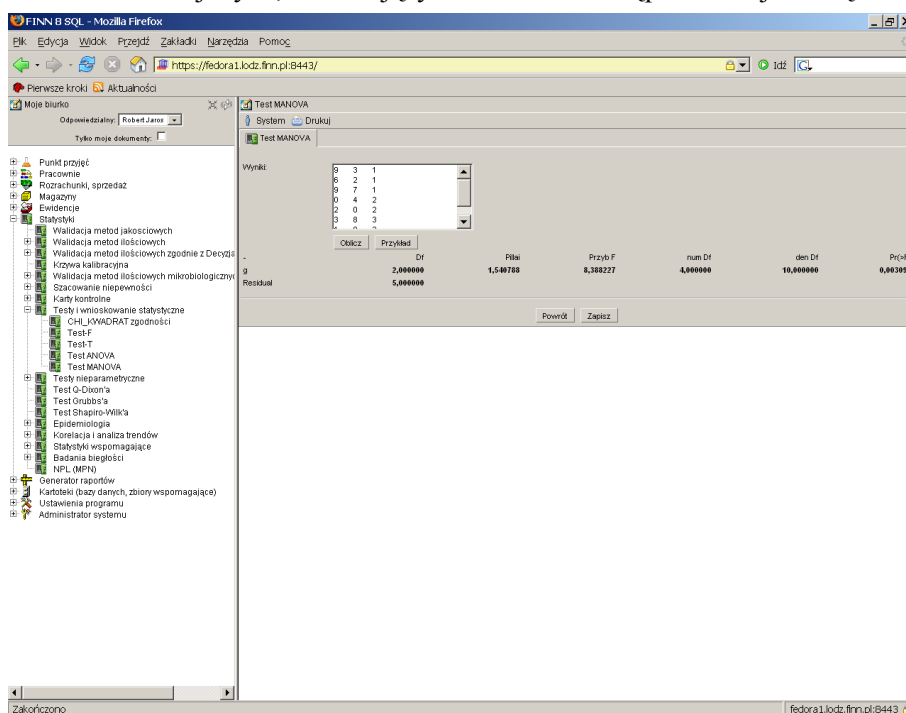
```
wyn1=anova(fit);      # wykonanie testy ANOVA
```

```
return(data.frame(a11=wyn1[1,2], a12=wyn1[1,1], a13=wyn1[1,3], F=wyn1[1,4],  
a21=wyn1[2,2], a22=wyn1[2,1], a13=wyn1[2,3]))
```

\$BODY\$
LANGUAGE 'plr' VOLATILE;

9.5. Test MANOVA

W górnej części okna **Test Manova** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań kolejno w trzech kolumnach. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć „spacje” lub „tabulator” i wpisać wynik do drugiej i trzeciej kolumny, a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej partii wyników badań.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń testu Manova. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyników w poniższych polach.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

10. Testy nieparametryczne

10.1. Test Wilcoxon

TESTY NIEPARAMETRYCZNE - CECHA MIERZALNA

Wartość statystyki w oparciu o procedurę rangowania

Analog Testu t-Studenta (porównanie dwóch grup)

Test Wilcoxon

Test Manna-Whitneya

$$U = nm + \frac{n(n+1)}{2} - R_1 \quad \text{gdzie: } n - \text{mniejsza liczebność}$$

m – większa liczebność
 R_1 – suma rang o mniejszej liczebności

JEŚLI $p < \alpha$ H_0 ODRZUCAMY

JEŚLI $p > \alpha$ NIE MA PODSTAW DO ODRZUCENIA H_0

FUNKCJA LINIOWA

$$\hat{y} = ax + b$$

Poszukiwanie wartości parametrów a i b

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2}, \quad b = \bar{y} - a\bar{x}$$

Implementacja w języku R:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION "cstat_wilcoxon"(x_numeric, y_numeric)
RETURNS record AS
$BODY$
```



```
# Załadowanie pakietów graficznych
library("GDD")
library("qcc")
library("sfsmisc")

# Wczytanie z bazy położenia pliku tymczasowego png
katalog=pg.spi.exec("select stemp_get_localpath()");
url=pg.spi.exec("select stemp_get_remotepath()");
plik=pg.spi.exec("select stemp_add()");
url=ccat(url,plik,".png");

katalogl=ccat(katalog,plik,".png");

a = c(x,y);      # umieszczenie danych w jednym wektorze

fa <- dwilcox(a, length(x), length(y)); # wykonanie testy Wilcoxona
```

WSPÓLCZYNNIK KORELACJI DLA FUNKCJI LINIOWEJ

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}}$$

$$-1 \leq R \leq 1$$

ODWROTNA PROPORCJONALNOŚĆ

PROPORCJONALNOŚĆ WPROST

TESTY ISTOTNOŚCI

(ISTOTNA RÓŻNICA WZGLEDEM ZERA)

WSPÓLCZYNNIK KIERUNKOWY A $t = \frac{a - \alpha_0}{s_r} \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ $\mu = n-2$ $t_{kr}(\mu, \alpha)$;

gdzie: $s_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}}$; \hat{y} - teoretyczna wartość dla danego x_i

WSPÓLCZYNNIK KORELACJI r $t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$ $\mu = n-2$ $t_{kr}(\mu, \alpha)$

JEŚLI $p < \alpha$ H_0 ODRZUCAMY

JEŚLI $p > \alpha$ NIE MA PODSTAW DO ODRZUCENIA H_0

Stworzenie wykresu

`GDD(file=katalog1, type="png", w=800,h=600);`

`plot(a, fa, type='h', col="black", main="Test Wilcoxona")`
`dev.off();`

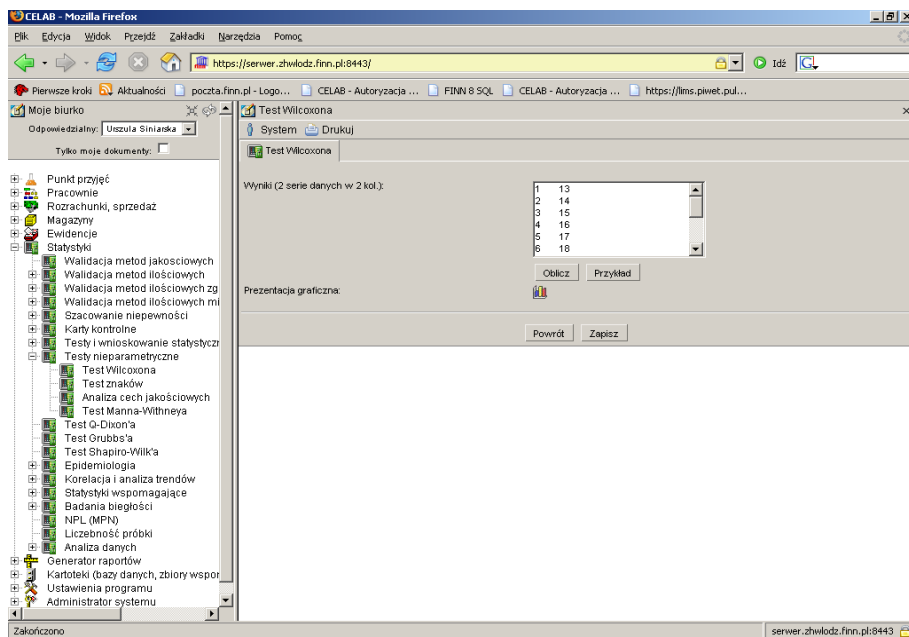
`system("chmod 644 /jsp/jsp/jboss/img/*");` # zmiana praw dostępu do plików tymczasowych

`return(data.frame(adres=url))`

`$BODY$`

`LANGUAGE 'plr' VOLATILE;`

W górnej części okna **test Wilcoxona** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



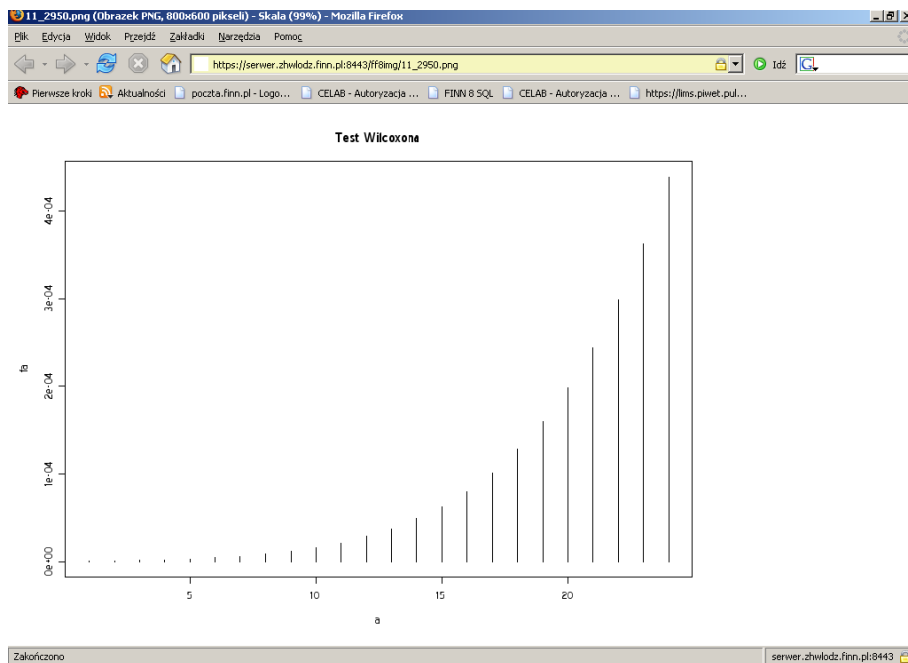
Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań, kolejno w dwóch kolumnach, jedna pod drugą. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć "spacje" lub „tabulator” i wpisać drugi wynik a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej pary wyników badań.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń liniowości. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Na polu **Prezentacja graficzna** znajduje się link do strony z wykresem, utworzonym na podstawie wprowadzonych wcześniej danych i wykonanych na ich podstawie obliczeń. Aby obejrzeć wykres należy kliknąć na podany link.

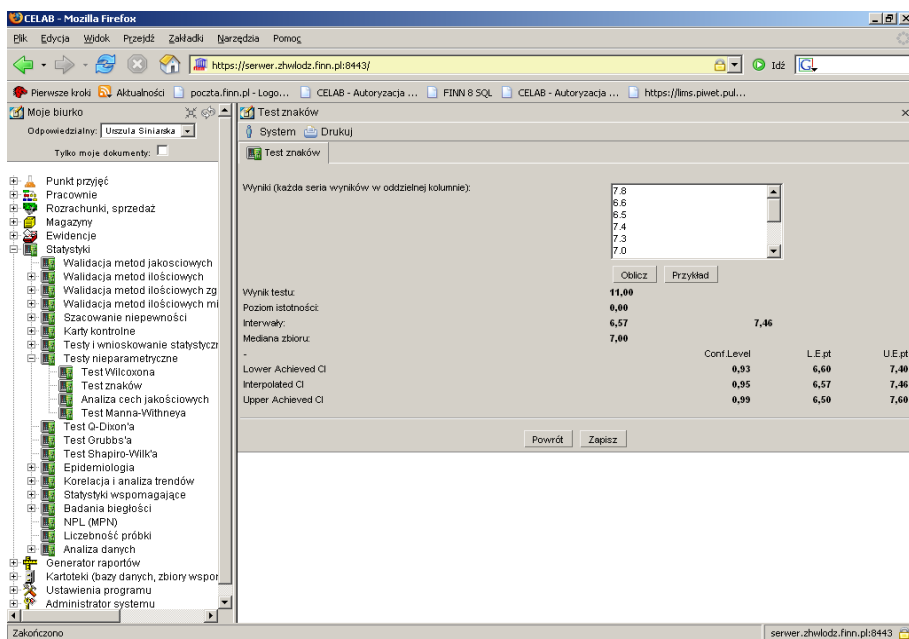


Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

10.2. Test znaków

W górnej części okna **test znaków** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań, kolejno jedna pozycja pod drugą. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnego wyniku badania.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

10.3. Analiza cech jakościowych

TESTY NIEPARAMETRYCZNE – CECHA JAKOŚCIOWA ZALEŻNOŚĆ MIĘDZY CECAMI

- H_0 – hipoteza zerowa
NIE MA ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY CECAMI

H_1 – hipoteza alternatywna
JEST ZALEŻNOŚĆ STATYSTYCZNIE ZNAMIENNA POMIĘDZY CECAMI
- Liczba stopni swobody $\mu = (r - 1) * (s - 1)$ gdzie: r – liczba kolumn
poziom istotności ZAŁOŻONY (α) s – liczba wierszy
- Wartość statystyki:

TABELA KONTYGENCJI
SUMA RÓŻNIC POMIĘDZY LICZEBNOŚCIAMI OCZEKIWANYMI I OBSERWOWANYMI

Terapia	Stan po leczeniu		
	Bez poprawy	Wyraźna poprawa	Całkowite wyleczenie
Nowoczesna	20	37	22
Tradycyjna	45	21	26

Analiza cech jakościowych:

Wskaźnik zgodności Cohena

		Test 1		
		+	-	
Test 2	+	a	b	a+b
	-	c	d	c+d
		a+c	b+d	n

Zgodność = $(a+d) / n$

Wartości oczekiwane: $a_{att} = \frac{(a+b) \times (a+c)}{n}$

$$d_{att} = \frac{(c+d) \times (b+d)}{n}$$

$$\text{Zgodność przypadkowa } C_{att} = \frac{a_{att} + d_{att}}{n}$$

$$\text{Kappa} = \frac{(C_{\text{oss}} - C_{\text{att}})}{(C_{\text{max}} - C_{\text{att}})}$$

Wskaźnik zgodności Cohena

C_{max} – zgodność maksymalna (przeważnie 1)

C_{oss} – zgodność wykryta/zbadana

Interpretacja wyników:

$k > 0,81$ prawie doskonała zgodność

$0,61 < k < 0,80$ istotna zgodność

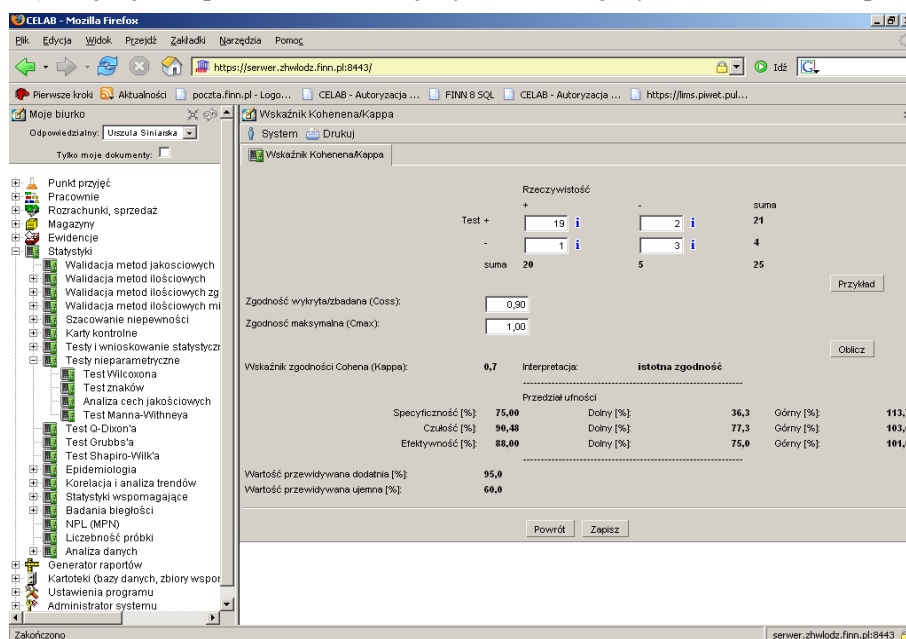
$0,41 < k < 0,60$ dobra zgodność

$0,21 < k < 0,40$ dostateczna zgodność

$0 < k < 0,20$ lekka zgodność

W części liczącej są wykorzystywane podstawowe operatory algebraiczne. Nie zostały wykorzystane specjalizowane funkcje języka R.

W górnej części okna Wskaźnik Kohena/Kappa (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Po wprowadzeniu danych należy kliknąć przycisk **Oblicz**, co spowoduje wyświetlenie wyników w dolnej części okna.

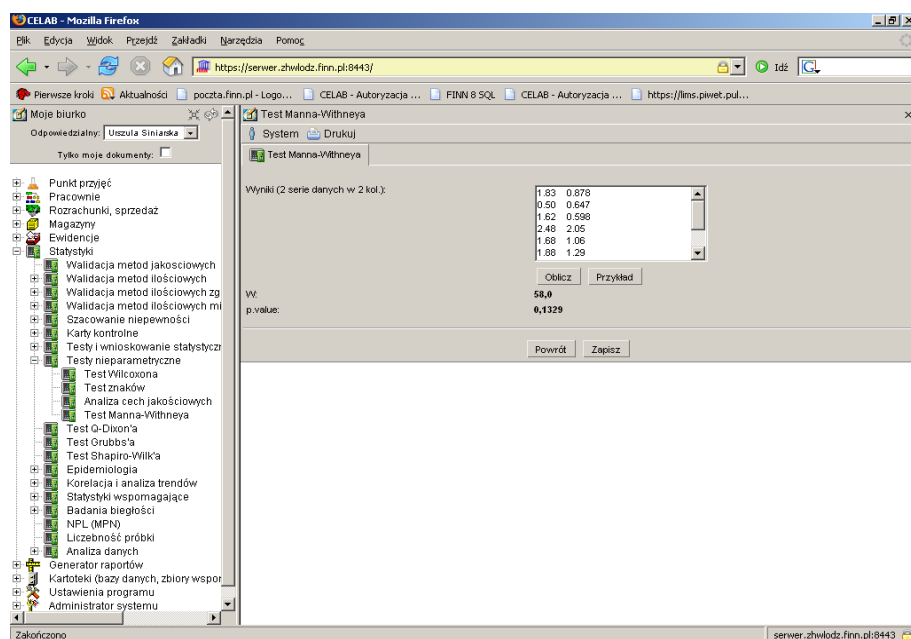
Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń liniowości. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

10.4. Test Manna Withneya

W górnej części okna Test Manna Withneya (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań kolejno w dwóch kolumnach. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć „spacje” lub „tabulator” i wpisać wynik do drugiej kolumny, a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej partii wyników badań.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń. Po poprawnym wprowadzeniu danych należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

11. Test Q-Dixon'a

Test Q-Dixon'a wykrywanie błędów grubych

Czynności do wykonania

1) Uporządkować dane rosnąco:

$$x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_n$$

2) Dla podejrzanych wartości minimalnych i maksymalnych obliczyć wartości R :

$$3 \leq n \leq 7$$

$$R_{10} = (x_2 - x_1)/(x_n - x_1)$$

$$R_{10} = (x_n - x_{n-1})/(x_n - x_1)$$

$$8 \leq n \leq 12$$

$$R_{11} = (x_2 - x_1)/(x_{n-1} - x_1)$$

$$R_{11} = (x_n - x_{n-1})/(x_n - x_2)$$

$$13 \leq n \leq 40$$

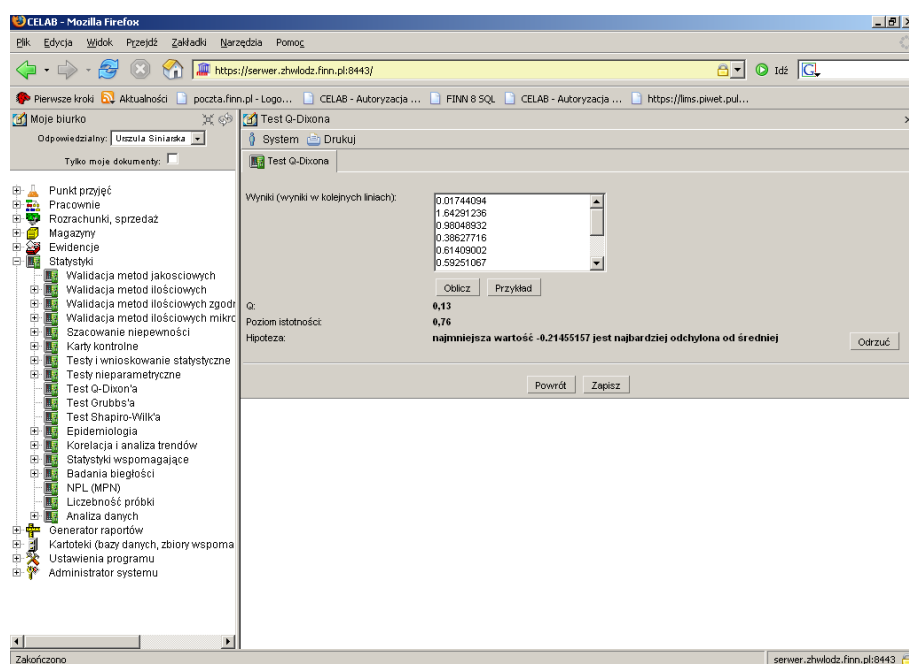
$$R_{22} = (x_3 - x_1)/(x_{n-2} - x_1)$$

$$R_{22} = (x_n - x_{n-2})/(x_n - x_3)$$

3) Porównuje się stosunek największego R z wartościami stabilizowanymi dla $\alpha = 0.05$ i $\alpha = 0.01$

4) Jeżeli $R >$ wartości stabilizowanej dla $\alpha = 0.01$, dana obserwacja jest eliminowana

W górnej części okna **Test Q-Dixona** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań kolejno jeden pod drugim, w jednej kolumnie. Po wpisaniu wyniku należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki. Umożliwi to wpisywanie kolejnego wyniku badania.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń testu Q-Dixona. Po poprawnym wprowadzeniu wyników, należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyników w poniższych polach.

Na polu **Q** zostaje wyświetlona wartość policzona według wzoru na Q z wprowadzonych wcześniej danych do pola wyniku.

Pole **Poziom istotności, hipoteza** są to pola wyniku. Po poprawnym wprowadzeniu wyników i kliknięciu lewym klawiszem myszy przycisku Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyników na tych polach.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

Implementacja w języku R:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION "cstat_dixon"(dane_numeric)
RETURNS record AS
$BODY$
  library(outliers);           # załadowanie wymaganego pakietu
  wyn1=dixon.test(dane);       # wykonanie testu Q-Dixon'a
  return(data.frame(Q=wyn1$statistic[[1]], pvalue=wyn1$p.value, alternative=wyn1$alternative));
$BODY$
LANGUAGE 'plr' VOLATILE;
```

12. Test Grubbs'a

Test Grubbs'a – wykrywanie błędów grubych

Czynności do wykonania

1) Uporządkować wyniki rosnąco:

$$x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_n$$

2) Określić wartości:

$$Q_x(f_i) = x_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

3) Obliczyć znormalizowany i zestandaryzowany kwantyl:

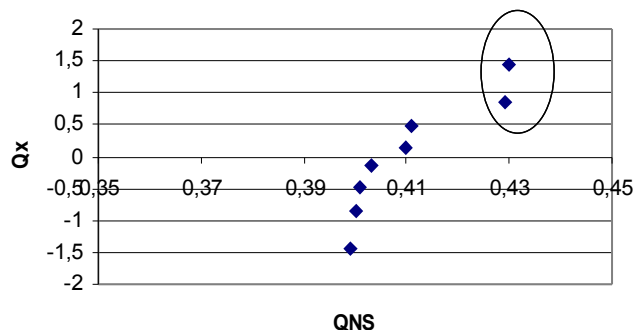
$$Q_{NS}(f_i) = 4,91 \times (f_i^{0,14} - (1 - f_i)^{0,14})$$

$$\text{gdzie: } f_i = (i - 3/8) / (n + 1/4)$$

4) Przedstawić graficznie obydwie wartości obliczone w punktach 2) i 3) i obserwować występowanie ewentualnych anomalii

5) Jeżeli występują **wartości k** w **górnjej** części wykresu należy obliczyć:

$$L_k = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} (x_i - \bar{x}_L)^2}{SQ_{xx}}$$

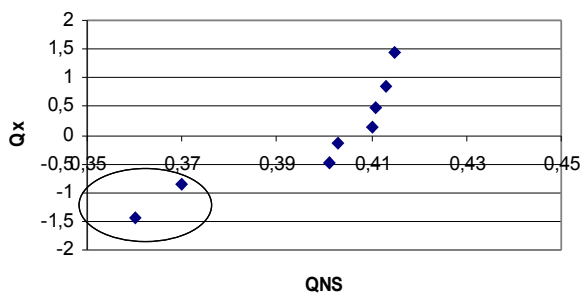


gdzie: $\bar{x}_L = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} x_i}{n-k}$

$$SQ_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

6) Jeżeli występują **wartości k** w **dolnej** części wykresu należy obliczyć:

$$S_k = \frac{\sum_{i=k+1}^n (x_i - \bar{x}_S)^2}{SQ_{xx}}$$



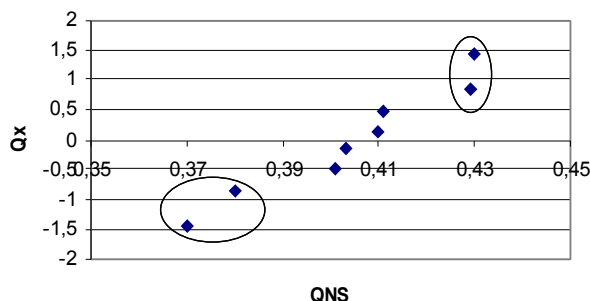
dove: $\bar{x}_S = \frac{\sum_{i=k+1}^n x_i}{n-k}$

$$SQ_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

7) Porównanie z wartościami krytycznymi: jeśli obliczone L lub S są mniejsze od wartości krytycznych stabilizowanych dla wartości n i poziomu istotności $\alpha = 0,05$, wartości k są odstające.

8) Jeśli w górnej części występują wartości podejrzane k^+ oraz k^- w części dolnej wykresu oblicza się:

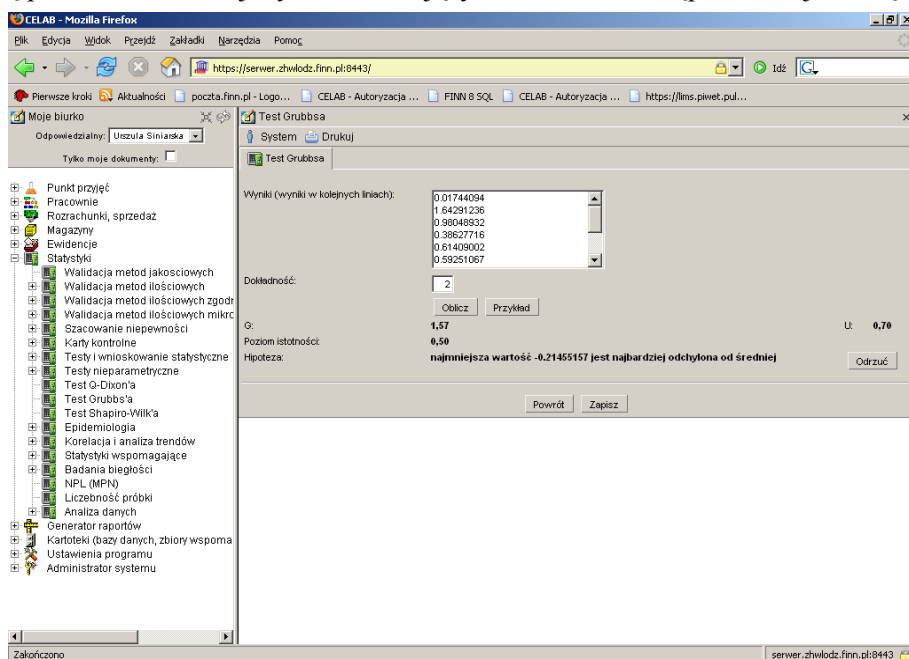
$$E_k = \frac{\sum_{i=1+k^-}^{n-k^+} (z_i - \bar{z}_E)^2}{SQ_{ZZ}}$$



gdzie $\bar{z}_E = \frac{\sum_{i=1+k^-}^{n-k^+} z_i}{n-k}$ $z_i = |x_i - \bar{x}|$ $SQ_{ZZ} = \sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2$

9) Porównanie z wartościami krytycznymi: jeżeli obliczone E jest mniejsze od wartości krytycznej stabilizowanej dla wartości n i poziomu istotności $\alpha = 0,05$, wartości k są odstające.

W górnej części okna **Test Grubbsa** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań kolejno jeden pod drugim, w jednej kolumnie. Po wpisaniu wyniku należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki. Umożliwi to wpisywanie kolejnego wyniku badania.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń testu Grubbsa. Po poprawnym wprowadzeniu wyników, należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyników w poniższych polach.

Na polu **G** zostaje wyświetlona wartość policzona według wzoru na **G** z wprowadzonych wcześniej danych do pola wyniki.

Na polu **U** zostaje wyświetlona wartość policzona według wzoru na **U** z wprowadzonych wcześniej danych do pola wyniki.

Na polu **Poziom istotności** jest wyświetlana liczba mówiąca o poziomie istotności.

Na polu **Hipoteza** pojawia się tekst hipotezy.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

Implementacja w języku R:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION "cstat_grubbs"(dane _numeric)
RETURNS record AS
$BODY$
  library(outliers);          # wczytanie potrzebnego pakietu
  wyn1=grubbs.test(dane);     # wykonanie testy Grubbs'a
  return(data.frame(G=wyn1$statistic[1][[1]], U=wyn1$statistic[2][[1]],
    pvalue=wyn1$p.value, alternative=wyn1$alternative));
$BODY$
LANGUAGE 'plr' VOLATILE;
```

13. Test normalności Shapiro-Wilk'a

Test normalności Shapiro-Wilk'a

Czynności do wykonania

1) Uporządkować wyniki rosnąco: $x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_n$

2) Obliczyć sumę kwadratów SQ:

$$SQ = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{n}$$

3) Należy obliczyć parametr b:

$$b = \sum_{i=1}^k a_{n-i+1} (x_{n-i+1} - x_i) \quad \begin{array}{l} \text{gdzie: jeżeli } n \text{ parzyste} \quad k=n/2 \\ \text{jeżeli } n \text{ nieparzyste} \quad k=(n-1)/2 \end{array}$$

Na przykład, jeżeli $i=1$ i $n=6 \rightarrow a_6(x_6 - x_1)$

Wartości a otrzymuje się odczytując wartości dla n z tablic.

4) Obliczyć parametr: $W = \frac{b^2}{SQ}$

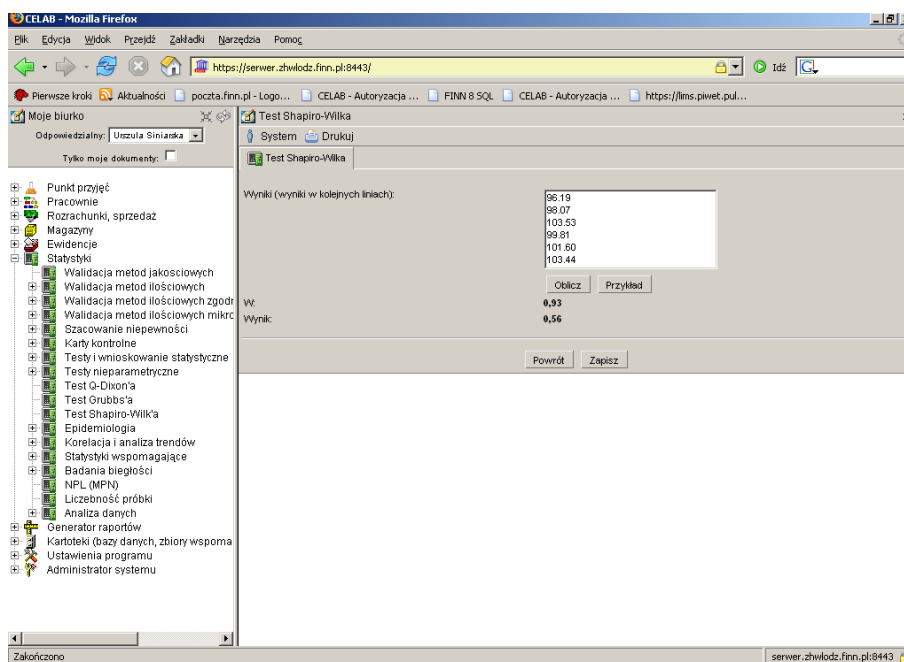
5) Obliczyć parametr z:
$$z = \gamma + \eta \ln\left(\frac{W - \varepsilon}{1 - W}\right)$$

gdzie parametry dla n odczytuje się z tablic.

6) Porównać wartość |z| z wartościami normalnego rozkładu standardowego $z_{\alpha/2}$

jeżeli $|z_{\text{calc}}| \geq z_{\text{tab}} \rightarrow$ **Odrzuca się hipotezę normalności**
jeżeli $|z_{\text{calc}}| < z_{\text{tab}} \rightarrow$ **Przyjmuje się hipotezę normalności**

W górnej części okna **Test Shapiro-Wilka**. (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań kolejno jeden pod drugim, w jednej kolumnie. Po wpisaniu wyniku należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki. Umożliwi to wpisywanie kolejnego wyniku badania.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń testu Shapiro-Wilka. Po poprawnym wprowadzeniu wyników, należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyników w poniższych polach.

Na polu **W** zostaje wyświetlona wartość policzona według wzoru na **W** z wprowadzonych wcześniej danych do pola wyniki.

Na polu **Wynik** jest wyświetlany wynik policzony według wzoru na test Shapiro-Wilka.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

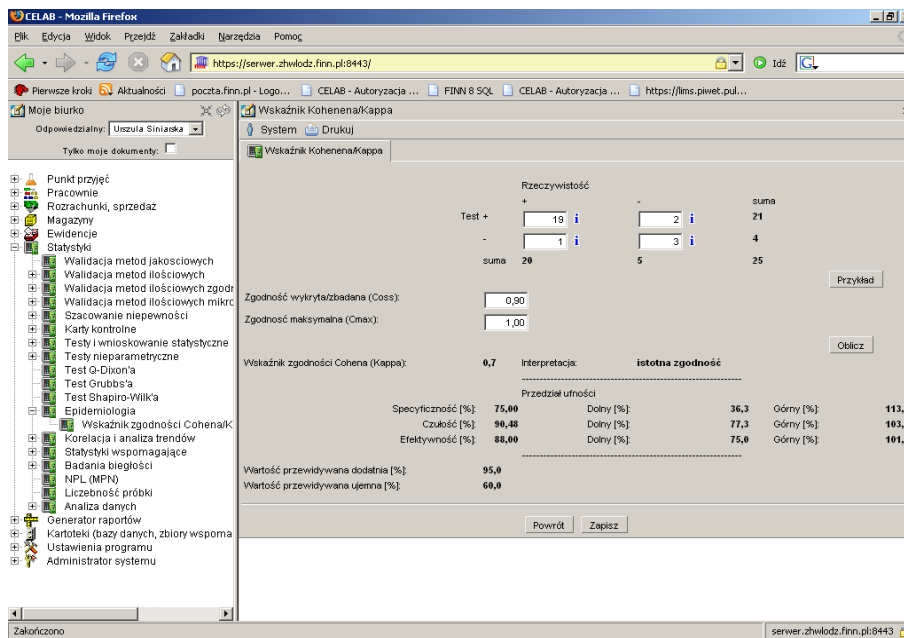
Implementacja w języku R:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION "cstat_shapirowilk"(dane _numeric)
RETURNS record AS
$BODY$
    wynl=shapiro.test(dane);          # wykonanie testy Shapiro.Wilka
    return(data.frame(wart_w=wynl$statistic, wart_p=wynl$p.value));
$BODY$
LANGUAGE 'plr' VOLATILE;
```

14. Epidemiologia

14.1. Wskaźnik zgodności Cohena/ Kappa

W górnej części okna **Wskaźnik zgodności Cohena/Kappa** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Po wprowadzeniu danych do pól edycyjnych należy kliknąć przycisk **Oblicz**, co spowoduje wyświetlenie wyników w dolnej części okna.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń liniowości. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk **Oblicz**. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

15. Korelacja i analiza trendów

15.1. Miernik współzależności między cechami jakościowymi

- Weryfikacja niezależności badanych cech statystycznych:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{\left(n_i - \hat{n}_i \right)^2}{\hat{n}_i}$$

(r-1)(k-1) stopni swobody

- gdy liczba stopni swobody > 30 do weryfikacji niezależności statystyka z:

$$Z = \sqrt{2\chi^2} - \sqrt{2(r-1)(k-1) - 1}$$

- Dopiero po odrzuceniu u hipotezy H_0 można przystąpić do określenia siły związku między cechami za pomocą jednego z mierników korelacji.
- współczynnik zbieżności T Czuprowa

$$T^2 = \frac{X^2}{N\sqrt{(k-1)(r-1)}}$$

- współczynnik kondyngencji C Pearsona

$$C = \sqrt{\frac{X^2}{X^2 + N}} \quad C_{\max} = \frac{\sqrt{\frac{k-1}{k}} + \sqrt{\frac{r-1}{r}}}{2} \quad C_{\text{korelacyjne}} = \frac{C}{C_{\max}}$$

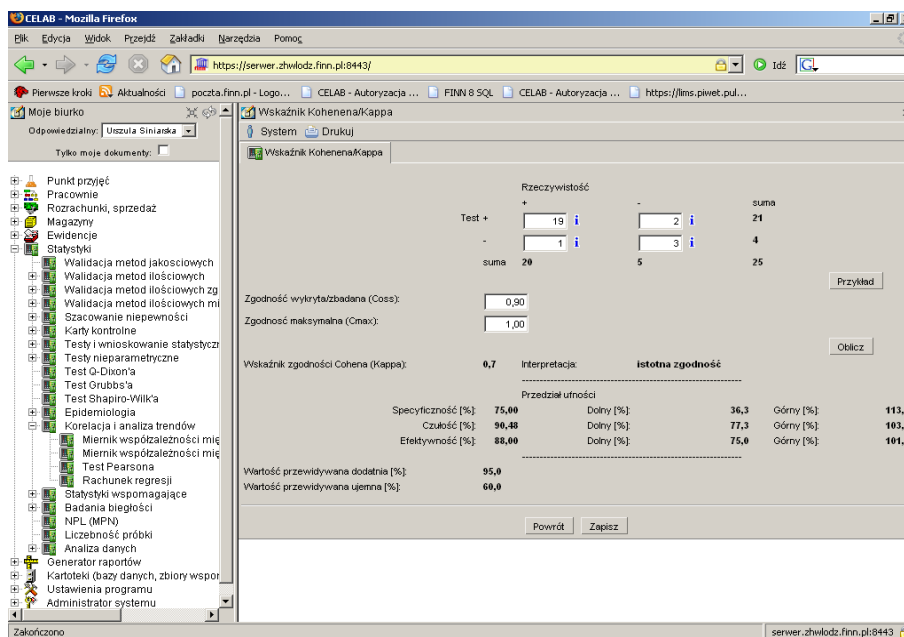
- Jeżeli każda z cech jakościowych ma tylko 2 warianty do weryfikacji hipotezy o niezależności stochastycznej badanych cech stosujemy statystykę X^2 o postaci:

$$X^2 = \frac{N(ad - bc)^2}{(a + b)(a + c)(b + d)(c + d)}$$

Siły związku między badanymi cechami ustalamy za pomocą współczynnika zbieżności Pearsona:

$$V = \frac{ad - bc}{(a + b)(a + c)(b + d)(c + d)}, \text{ statystyka ta ma 1 stopień swobody.}$$

W górnej części okna **Wskaźnik Cohena/Kappa** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Po wprowadzeniu danych do pól edycyjnych należy kliknąć przycisk **Oblicz**, co spowoduje wyświetlenie wyników w dolnej części okna.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń liniowości. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

15.2. Miernik współzależności między cechami ilościowymi

- Współczynnik korelacji rang Spearmana stosujemy, gdy $N < 30$

$$\varphi = 1 - \frac{6 \sum d^2}{N(N^2 - 1)}$$

d – różnica między rangami

$\varphi = 0$ – oznacza brak współzależności między badanymi cechami.

$\varphi > 0$ – oznacza korelację dodatnią (wzrostowi jednej cechy towarzyszy wzrost drugiej).

$\varphi < 0$ – oznacza korelację ujemną (wzrostowi jednej cechy towarzyszy spadek drugiej).

Wnioskowanie o współzależności w całej zbiorowości na podstawie współczynnika korelacji:

$$t = \frac{\varphi}{\sqrt{\frac{1 - \varphi^2}{N - 2}}} \text{ dla } N < 10 \qquad z = \varphi \sqrt{N - 1} \text{ dla } N \geq 10$$

- Współczynnik korelacji liniowej Pearsona – r .
- stosujemy, gdy $N > 30$. Zależność między badanymi cechami jest liniowa

$$r = \frac{\frac{1}{N} \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{S_x S_y} \text{ lub } r = \frac{\frac{1}{N} \sum x_i y_i - \bar{x} \bar{y}}{S_x S_y}$$

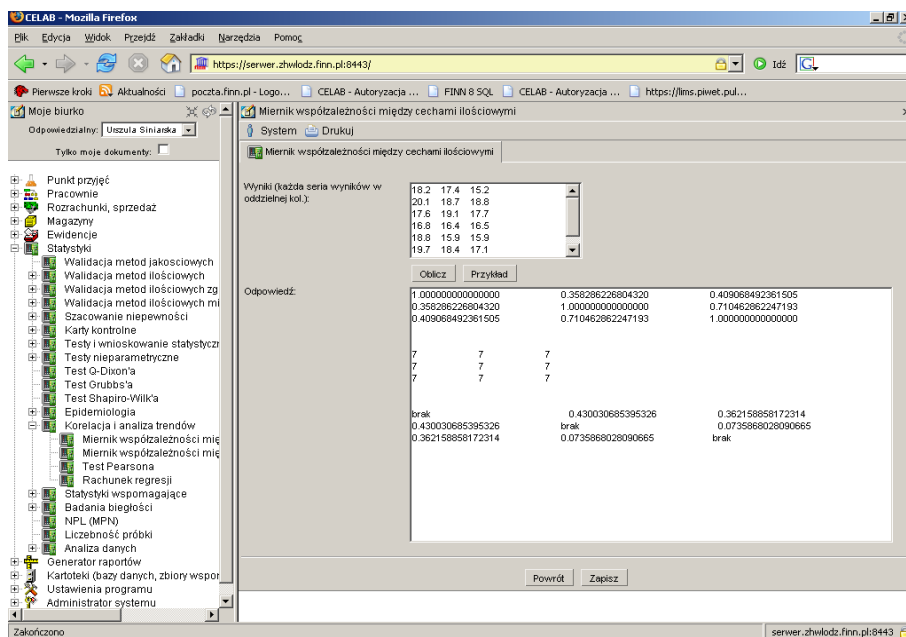
Weryfikacja:

$$z = \frac{r}{\sqrt{1 - r^2}} * \sqrt{N} \quad N \geq 122 \qquad t = \frac{r}{\sqrt{1 - r^2}} * \sqrt{N - 2} \quad N < 122$$

Przedział ufności dla r -Pearsona w zbiorowości budujemy w oparciu o następującą formułę:

$$P \left\{ r - z_\alpha \frac{1 - r^2}{\sqrt{N}} \leq r_p \leq r + z_\alpha \frac{1 - r^2}{\sqrt{N}} \right\} = 1 - \alpha$$

W górnej części okna mierniki współzależności między cechami ilościowymi (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań kolejno w trzech kolumnach. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć “spacje” i wpisać wynik do drugiej kolumny i do trzeciej, a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej partii wyników badań.

Na polu **Odpowiedź** pojawiają się wyniki obliczone na podstawie wyżej opisanych wzorów.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń liniowości. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Na polu **Odpowiedź** pojawiają się wyniki obliczone na podstawie wyżej opisanych wzorów.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

15.3. Wskaźniki korelacyjne Pearsona

Stosujemy, gdy $N \geq 122$, a zależność między badanymi cechami jest nieliniowa:

$$\eta_{yx} = \frac{S(\bar{y}_j)}{S_y} = e_{yx} \quad \eta_{xy} = \frac{S(\bar{x}_i)}{S_x} = e_{xy}$$

$$e_{yx} = e_{xy} = r = 0$$

$$e_{yx} = e_{xy} = r = 1$$

$e_{yx} = e_{xy} = r \Rightarrow$ kiedy zależność między badanymi cechami jest liniowa

Współczynnik korelacji r-Pearsona :

$$r = \frac{\frac{1}{N} \sum \hat{y}_j x_i - \bar{x} \bar{y}}{S_x S_y} \quad r = \frac{\frac{1}{N} \sum \hat{x}_i y_j - \bar{x} \bar{y}}{S_x S_y}$$

Weryfikacja istotności wskaźników korelacyjnych

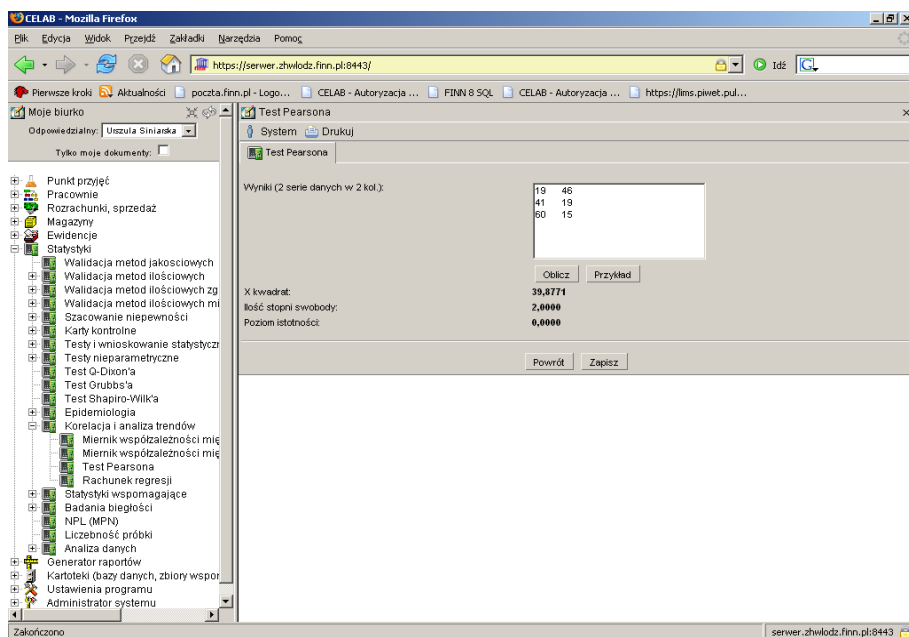
$$F = \frac{e_{yx}^2}{\sqrt{1 - e_{yx}^2}} * \frac{N - k}{k - 1}$$

$$F = \frac{e_{xy}^2}{\sqrt{1 - e_{xy}^2}} * \frac{N - r}{r - 1}$$

Kwadrat współczynników korelacji nazywamy współczynnikiem determinacji:

$$T^2 = d^2, \varphi^2 = d^2, r^2 = d^2, e^2 = d^2$$

W górnej części okna **Test Pearsona** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań kolejno w dwóch kolumnach. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć „spacje” lub „tabulator” i wpisać wynik do drugiej kolumny, a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej partii wyników badań.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń liniowości. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

15.4. Rachunek regresji

$$\hat{y}_i = a_y + b_y * x_i \pm S_u$$

$$\hat{x}_i = a_x + b_x * y_i \pm S_z$$

$$\sum (y_i - \hat{y}_i)^2 = \min$$

$$S_u = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{N}}$$

$$\begin{cases} \sum y_i = Na + b \sum x_i \\ \sum y_i x_i = a \sum x_i + b \sum x_i^2 \end{cases}$$

$$b_y = \frac{S_y}{S_x}, a_y = \bar{y} - b_y * \bar{x}$$

$$b_x = \frac{S_x}{S_y}, a_x = \bar{x} - b_x * \bar{y}$$

$$S_u = S_y * \sqrt{1 - r^2}$$

$$S_z = S_x * \sqrt{1 - r^2}$$

Miernikiem oceny dobroci otrzymanej funkcji regresji jest współczynnik rozbieżności ϕ^2 (fi):

$$\phi^2 = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y}_i)^2} - \text{informuje jaka część zmienności zmiennej zależnej nie jest wyjaśniana}$$

przez zmiany zmiennej niezależnej.

$$\phi^2 = 1 - d^2$$

Wnioskowanie statystyczne w rachunku regresji:

$$t = \frac{b_y}{Sb_y}, Sb_y - \text{błąd standardowy oceny danego parametru}$$

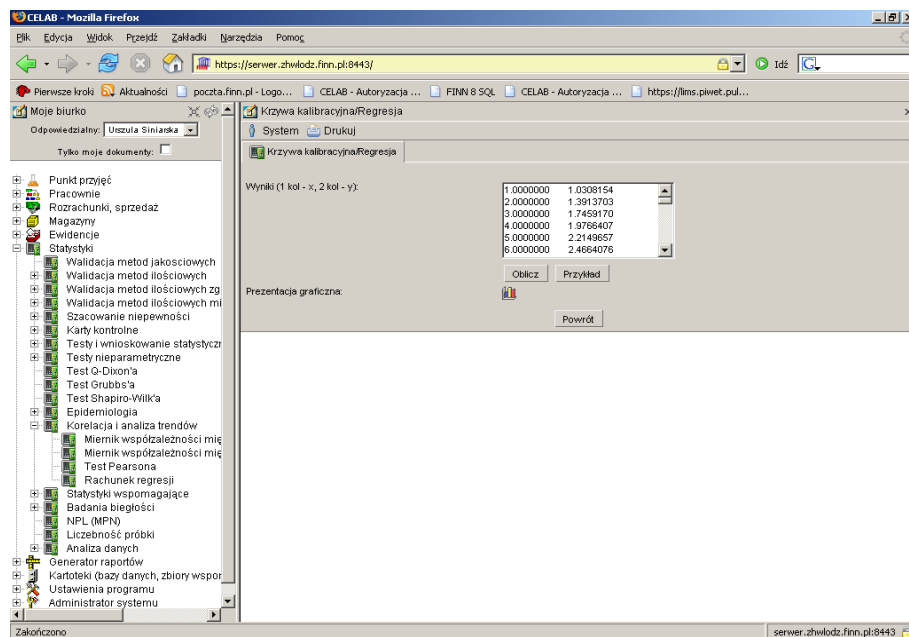
$$Sb_y = \frac{S_u}{\sqrt{N * S_x^2}} = \frac{S_u}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2}}$$

$$t = \frac{b_x}{Sb_x}$$

$$Sb_x = \frac{S_z}{\sqrt{N * S_y^2}} = \frac{S_z}{\sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

n-2 stopni swobody

W górnej części okna **Krzywa kalibracyjna/ regresja** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



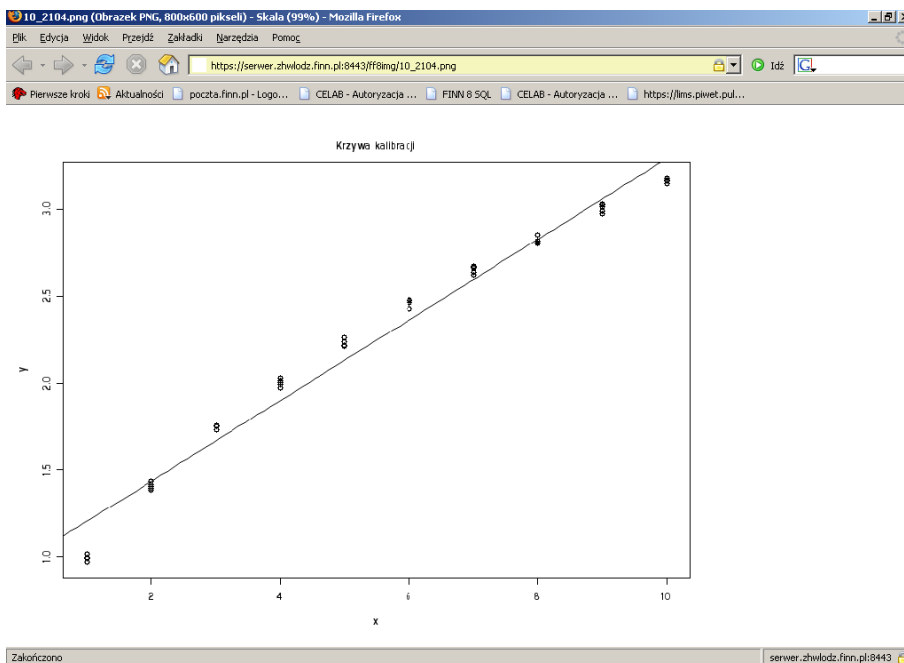
Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań kolejno w dwóch kolumnach. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć „spacje” lub „tabulator” i wpisać wynik do drugiej kolumny, a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej partii wyników badań.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń liniowości. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Na polu **Prezentacja graficzna** znajduje się link do strony z wykresem, utworzonym na podstawie wprowadzonych wcześniej danych i wykonanych na ich podstawie obliczeń. Aby obejrzeć wykres należy kliknąć na obrazek.



Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

16. Statystyki wspomagające

16.1. Z wyniki (standaryzacja)

$$Z = \frac{\text{wynik} - \text{średnia}}{\text{odchylenie stand.}} \quad \text{czyli} \quad Z = \frac{X - M}{s}$$

MINIMALNA LICZEBNOŚĆ PRÓBY

$$n = \frac{t_{\alpha}^2 s^2}{d^2}, \quad d - \text{dopuszczalny błąd szacunku średniej}$$

$$n = \frac{t_{\alpha}^2 pq}{d^2} \quad \text{binarny układ} \quad p - \text{prawdopodobieństwo TAK}$$

$$q - \text{prawdopodobieństwo NIE}$$

W górnej części okna Z-wynik (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.

The screenshot shows the 'CELAB - Mozilla Firefox' browser window displaying the 'Z-wynik' tool. The main window contains a table of data for four laboratories (Lab1 to Lab4) and a 'Powrót' button. The data table is as follows:

Kody	Powt.1	Powt.2	Powt.3	Średnia	Odchylenie	Z-score
Lab1	10,45	10,53	10,60	10,53	0,075056	2,028929
Lab2	10,25	10,30	10,48	10,34	0,120968	-1,158245
Lab3	10,26	10,23	10,32	10,27	0,045826	-2,432315
Lab4	10,37	10,56	10,45	10,46	0,095394	0,866684

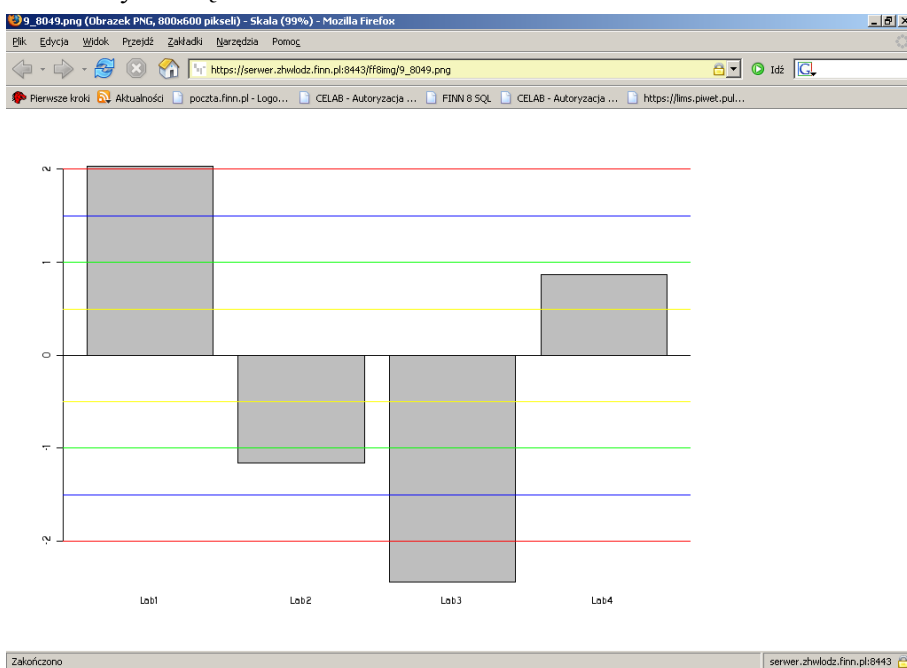
Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań kolejno w czterech kolumnach. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć “spacje” i wpisać wynik do drugiej kolumny, a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej partii wyników badań.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Na polu **Prezentacja graficzna** znajduje się link do strony z wykresem, utworzonym na podstawie wprowadzonych wcześniej danych i wykonanych na ich podstawie obliczeń. Aby obejrzeć wykres należy kliknąć na obrazek.



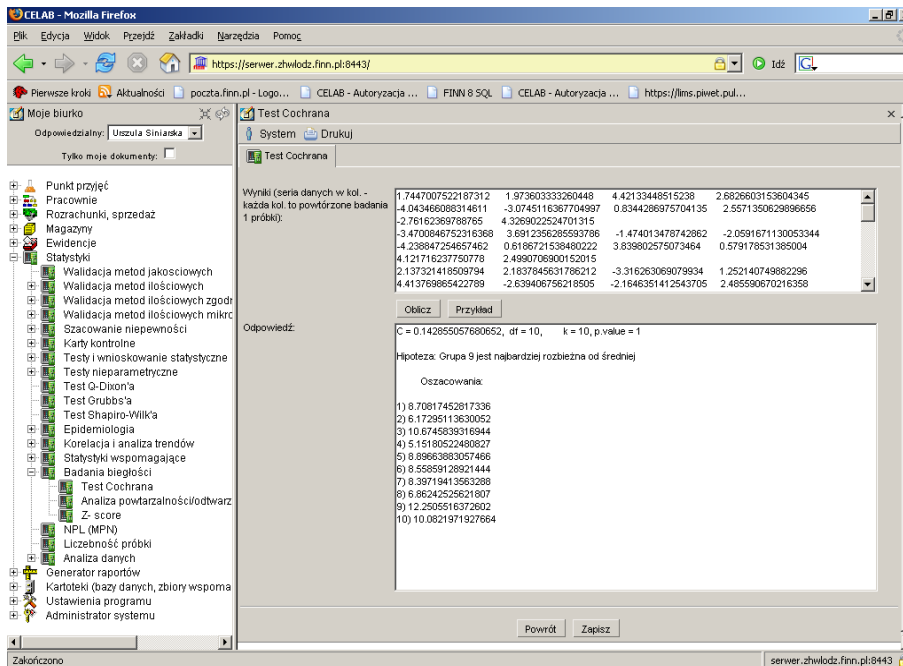
Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

17. Badania biegłości

Dokumenty związane ISO 43-1,2, ILAC G13, Protokół FAPAS dostępny na stronie: <http://www.fapas.com/fapas-protocol.cfm>. Zharmonizowany protokół prowadzenia PT J. AOAC 76(4):926, 1993

Statystyki sprawdzające homogenność próbek w badaniach biegłości oraz porównaniach między-laboratoryjnych

17.1. Test Cochrana



W górnej części okna **Test Cochran** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.

Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki (seria danych w kol. - każda kol. To powtórzenie badania jednej próbki)** należy wprowadzić wyniki badań kolejno w kilku kolumnach. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć „spacje” lub „tabulator” i wpisać wynik do drugiej kolumny, a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej partii wyników badań.

Na polu **Odpowiedź** pojawia się wynik wykonanych obliczeń.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku w postaci tabelki.

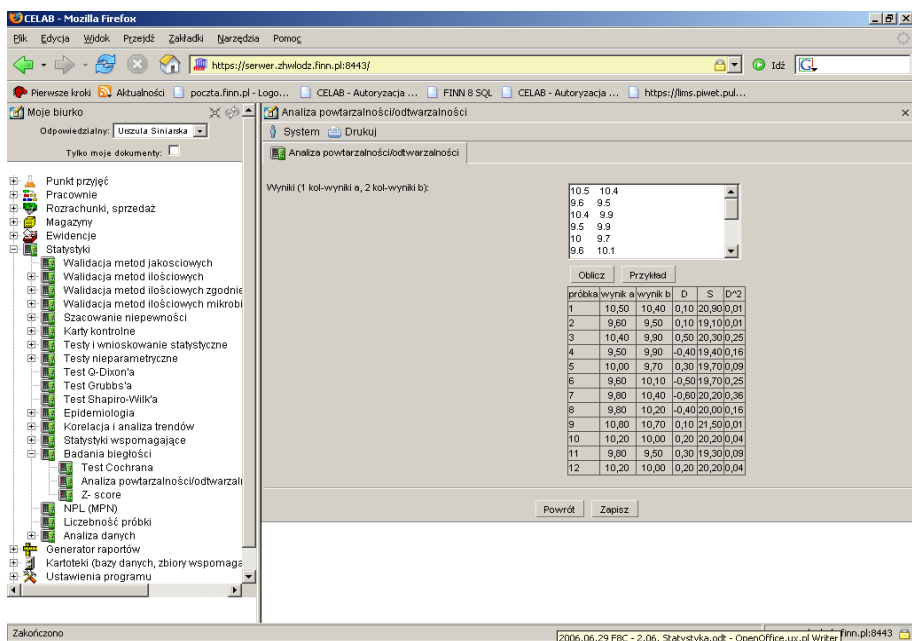
Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

17.2. Analiza Powtarzalności/ odtwarzalności

W górnej części okna Analiza Powtarzalności/ odtwarzalności (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań kolejno w dwóch kolumnach. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć "spacje" lub „tabulator” i wpisać wynik do drugiej kolumny, a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej partii wyników badań.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku w postaci tabelki.

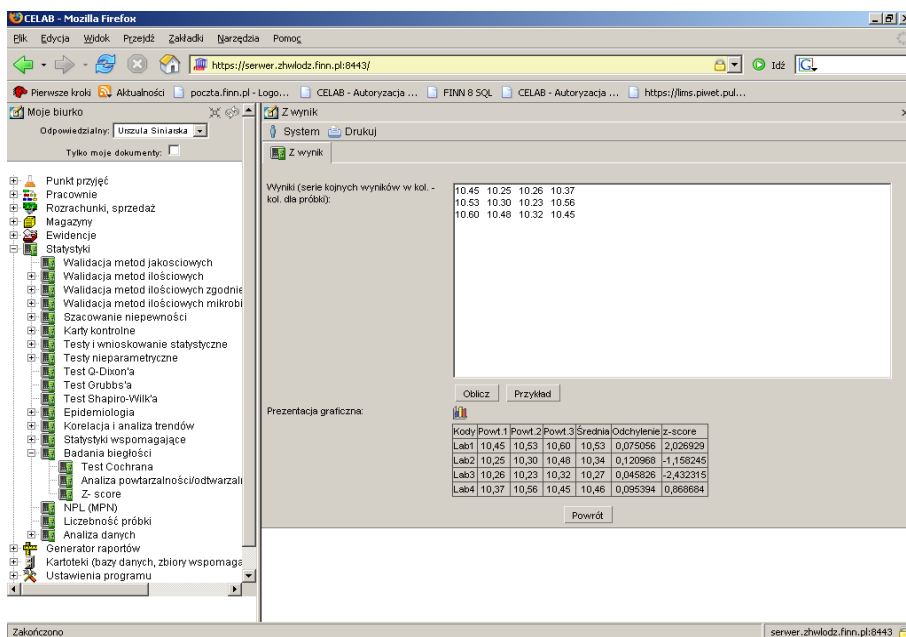
Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

17.3. Z-score

W górnej części okna Z-wynik (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



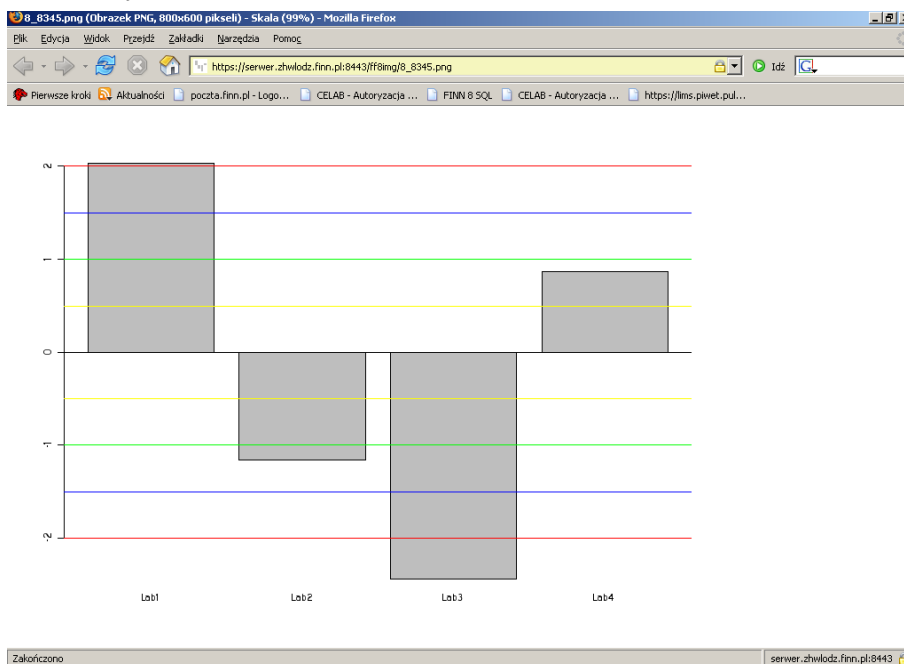
Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić wyniki badań kolejno w czterech kolumnach. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć "spacje" i wpisać wynik do drugiej kolumny, a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej partii wyników badań.

Przycisk **Oblicz** służy do wykonania obliczeń. Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk Oblicz. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

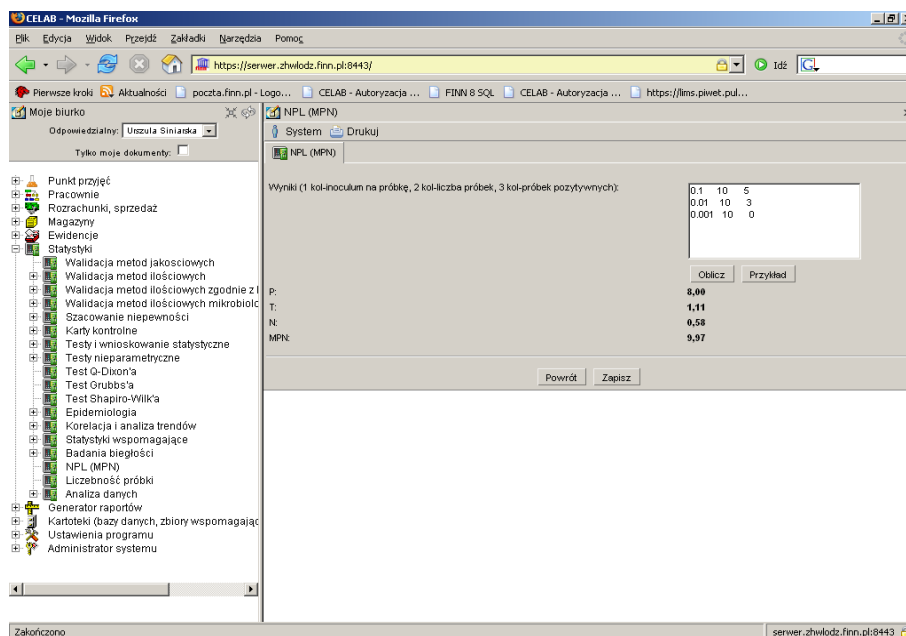
Na polu **Prezentacja graficzna** znajduje się link do strony z wykresem, utworzonym na podstawie wprowadzonych wcześniej danych i wykonanych na ich podstawie obliczeń. Aby obejrzeć wykres należy kliknąć na obrazku.



Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

18. NPL (MPN)

W górnej części okna NPL (MPN) (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Na polu **Wyniki** należy wprowadzić numeryczne wyniki badań kolejno np. w trzech kolumnach. Po wpisaniu wyniku w pierwszej kolumnie należy wcisnąć „spacje” lub „tabulator” i wpisać wynik do drugiej kolumny, a następnie należy wcisnąć przycisk Enter co spowoduje przeniesienie do nowej linii w polu wyniki co umożliwi wpisywanie kolejnej partii wyników badań.

Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk **Oblicz**. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

Przycisk **Zapisz** służy do zapisu wprowadzonych danych na sesji serwera.

19. Liczebność próbek

MINIMALNA LICZEBNOŚĆ PRÓBY

$$n = \frac{t_{\alpha}^2 s^2}{d^2}, \quad d - \text{dopuszczalny błąd szacunku średniej}$$

$$n = \frac{t_{\alpha}^2 pq}{d^2} \quad \text{binarny układ} \quad \begin{array}{l} p - \text{prawdopodobieństwo TAK} \\ q - \text{prawdopodobieństwo NIE} \end{array}$$

Opis:

1. wzór:

Minimalna liczność próbki przy ustalonym z góry dopuszczalnym błędzie szacunku i odchyleniu standardowym wartości w badanej populacji.

gdzie: t_{α} – wartość rozkładu dla P=95% ($t_{\alpha}=1,96$)

s – ustalone z góry odchylenie standardowe wartości w populacji

d – dopuszczalny błąd szacunku średniej

2. wzór:

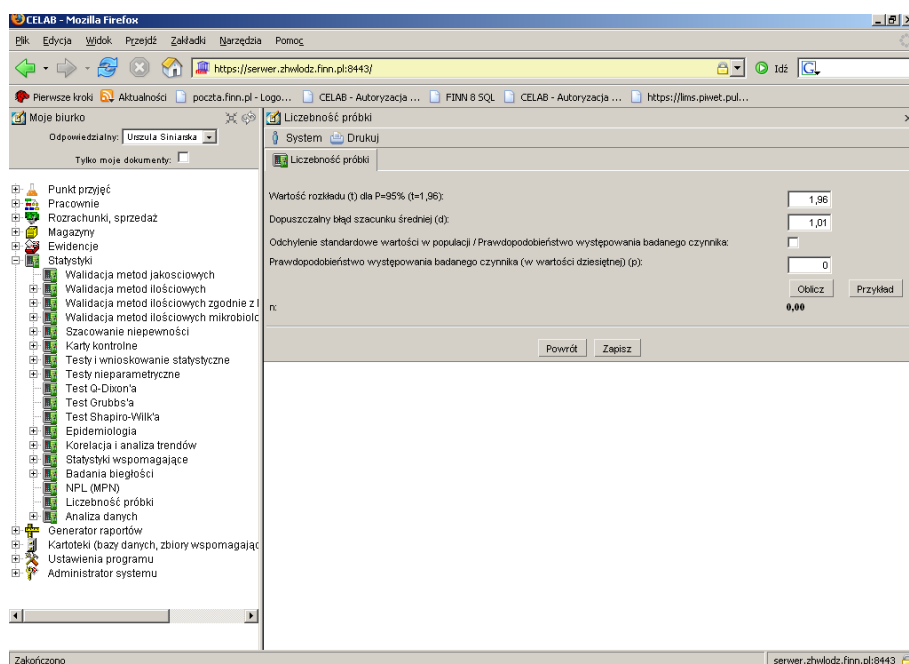
Minimalna liczność próbki przy znanym z góry lub ustalonym z góry prawdopodobieństwie występowania badanego czynnika.

gdzie: t_{α} – wartość rozkładu dla P=95% ($t_{\alpha}=1,96$)

p – prawdopodobieństwo występowania badanego czynnika (w wartości dziesiętnej)

q – prawdopodobieństwo nie wystąpienia badanego czynnika (czyli: $q=1-p$)

W górnej części okna **Liczebność próbek** (po prawej stronie ekranu w górnej części okna) znajduje się pasek menu rozwijanych, zawierających aktualnie dostępne funkcje narzędziowe.



Pod menu znajdują się następujące pola:

Pole **Wartość rozkładu (t) dla P=95% (t=1,96)** służy do wprowadzenia wartości z rozkładu t-Studenta.

Pole **Dopuszczalny błąd szacunku średniej (d)** służy do wprowadzenia wartości dopuszczalnego błędu obliczeń.

Przełącznik **Odchylenie standardowe wartości w populacji/ Prawdopodobieństwo występowania badanego czynnika** przełącza pomiędzy polem **Odchylenie standardowe wartości w populacji** a polem **Prawdopodobieństwo występowania badanego czynnika**

Na polu **Prawdopodobieństwo występowania badanego czynnika (w wartości dziesiętnej) (p)** należy wprowadzić wartość odpowiadającą prawdopodobieństwu występowania.

Na polu **Ustalone z góry odchylenie standardowe wartości w populacji (s)** należy wprowadzić wartość odchylenia standardowego wartości populacji.

Po poprawnym wprowadzeniu wyników należy kliknąć lewym klawiszem myszy przycisk **Oblicz**. Spowoduje to wykonanie obliczeń na podstawie wprowadzonych danych i wyświetlenie wyniku.

Przycisk **Przykład** służy do szybkiego wprowadzenia przykładowych danych aby można było przetestować daną metodę.

Przycisk **Powrót** cofa do poprzedniego okna i nie powoduje zapisu danych.

W opracowaniu instrukcji dotyczącej metod statystycznych brał udział Pan Zbigniew Osiński z PIWet-PIB.