



opracował: mgr inż. Piotr Marchel

Instrukcja obsługi programu „Struktura”

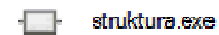
1. Informacje o programie

Program „Struktura” jest programem służącym do badania podstawowych struktur niezawodnościowych zbudowanych z elementów nieodnawialnych.

2. Obsługa programu

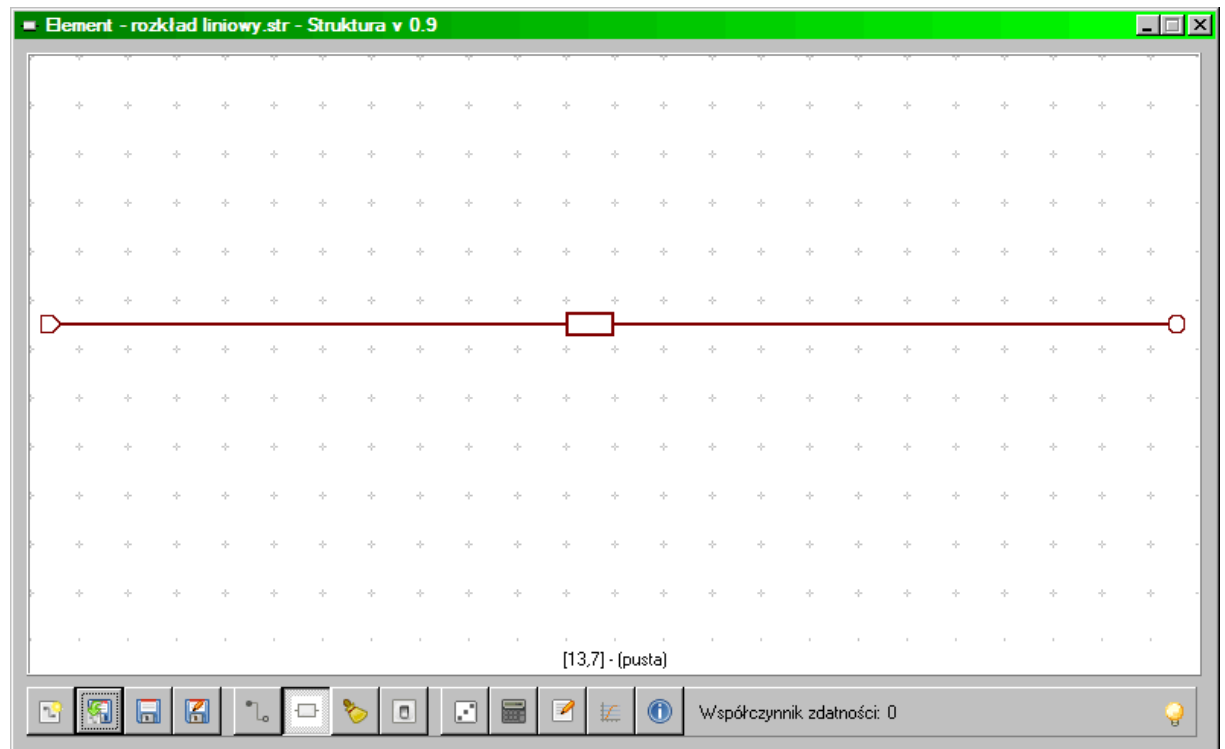
a) Uruchamianie programu

Symulator znajduje się w katalogu Struktura. Jego uruchomienie odbywa się za pomocą pliku Struktura.exe (rys. 1).



Rys. 1. Ikona programu


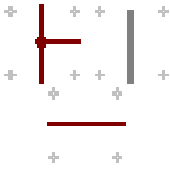
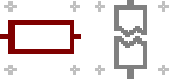


Po uruchomieniu pojawia się główne okno programu (rys. 2), które jest podzielone na dwie części: górną przedstawiającą schemat badanej struktury oraz dolną zawierającą przyciski narzędzi i sterujące pracą programu.



Rys. 2. Główne okno programu „Struktura”



b) Odzworowanie struktur niezawodnościowych







Odzworowanie struktury niezawodnościowej jest przedstawione w górnej części głównego okna ekranu. Składa się on z tablicy zawierającej 24 kolumny \times 12 rzędów kostek. Kostki mogą pełnić następujące funkcje:

	<p>Pusta kostka, która nie stanowi połączenia. Można na niej umieścić element lub łącznik.</p>
	<p>Łączniki, które stanowią połączenie: początku struktury, końca struktury oraz elementów niezawodnościowych. Jeżeli do danego łącznika istnieje ścieżka zdatności łącząca go z początkiem struktury, wówczas jest on podświetlony na czerwono, jeśli zaś taka droga nie istnieje, wówczas ma on kolor szary.</p>
	<p>Elementy niezawodnościowe. Mają przypisane prawdopodobieństwo znajdowania się w stanie zdatności. Prawdopodobieństwo to może być podane również jako funkcja $R(x,t)$ zmiennych: x – zmienna użytkownika, t – czas. Jeżeli element znajduje się w stanie zdatności, wówczas jest on przedstawiony jako prostokąt. W przypadku, gdy nie jest w stanie zdatności, wówczas jest wyświetlany jako przerwany prostokąt.</p>
	<p>Początek struktury niezawodnościowej. Kostki tej nie można przesunąć, usunąć ani zastąpić.</p>
	<p>Koniec struktury niezawodnościowej. Kostki tej nie można przesunąć, usunąć ani zastąpić. Jeżeli istnieje ścieżka zdatności łącząca początek struktury z jej końcem, wówczas cała struktura znajduje się w stanie zdatności.</p>

Po najechaniu kursorem myszy na określoną kostkę na dole planszy wyświetlana jest informacja zawierająca kolejno: numer kolumny i wiersza oraz rodzaj kostki (pusta, łącznik, element $R(x,t)$, wejście lub wyjście).




Odzworowywanie struktury realizuje się za pomocą 4 przycisków narzędziowych znajdujących się na dolnym pasku. Są to następujące narzędzia: rysuj połączenia, dodaj lub edytuj elementy, usuń połączenia lub elementy oraz zmień stan elementu. Wybrane narzędzie jest zaznaczone przez wciśnięcie przycisku. W zależności od wybranego narzędzia zmienia się również kursor myszy.


<p>przycisk</p>  <p>kursor</p> 	<p>Narzędzie „rysuj połączenia”. Jeśli jest wybrane, naciśnięcie przycisku myszy na obszarze przedstawiającym strukturę, zmienia wybraną pustą kostkę w łącznik albo, jeśli dana kostka jest łącznikiem, zamienia ją na pustą. Kierunek ułożenia łącznika w danej kostce dostosowuje się automatycznie do zawartości sąsiednich kostek.</p>
---	---

<p>przycisk </p> <p>kursor </p>	<p>Narzędzie „<i>dodaj lub edytuj elementy</i>”. Naciśnięcie przycisku myszy na pustej kostce lub na kostce zawierającej łącznik spowoduje wyświetlenie okna dialogowego, w którym będzie można określić funkcję prawdopodobieństwa przebywania elementu w stanie zdatności - funkcję niezawodności $R(x,t)$. Jeśli zaakceptuje się wybór, w tym miejscu zostanie wstawiona kostka zawierająca element niezawodnościowy. Naciśnięcie przycisku myszy na istniejącym elemencie spowoduje wyświetlenie okna dialogowego, w którym będzie można zmienić przypisaną funkcję niezawodności.</p>
<p>przycisk </p> <p>kursor </p>	<p>Narzędzie „<i>usuń połączenia lub elementy</i>”. Naciśnięcie przycisku myszy na kostce zawierającej łącznik lub element niezawodnościowy spowoduje zamianę kostki na pustą. Nie jest możliwe usunięcie kostek zawierających początek oraz koniec struktury.</p>
<p>przycisk </p> <p>kursor </p>	<p>Narzędzie „<i>zmień stan elementu</i>”. Naciśnięcie przycisku myszy na kostce zawierającej element niezawodnościowy spowoduje zmianę stanu elementu ze stanu sprawności do niesprawności lub na odwrót. Zmiana ta nie ma wpływu na wyniki obliczeń, a jedynie pozwala na wizualną analizę stanu struktury przy danym stanie jej elementów. Aktualny stan całej struktury (istnienie lub nie ścieżki zdatności łączącej początek struktury z jej końcem) jest potwierdzany za pomocą ikony żarówki znajdującej się w prawym dolnym rogu okna programu.</p>

c) Zapis i odczyt plików

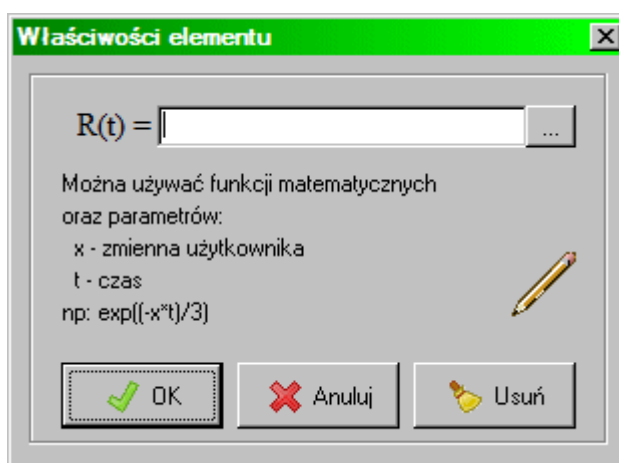
W lewym dolnym rogu okna programu znajdują się cztery przyciski pozwalające na: wyczyszczenie całego schematu struktury, zapisanie aktualnego schematu struktury do pliku oraz jego odczytanie z pliku.

	<p>„<i>Nowy schemat</i>” – zastępuje aktualny schemat struktury układem w postaci początkowej.</p>
	<p>„<i>Otwórz schemat</i>” – pozwala na odczytanie zapisanego schematu struktury z pliku (plik typu <i>.str</i>).</p>
	<p>„<i>Zapisz schemat</i>” – pozwala na zapisanie aktualnego schematu struktury do pliku. Jeśli wcześniej nie została wybrana nazwa pliku, otworzy się okno dialogowe pozwalające na jej określenie. W przeciwnym przypadku program nadpisze aktualny plik.</p>

	„Zapisz schemat jako...” – Otwiera okno dialogowe pozwalające na określenie nazwy pliku, do którego zostanie zapisany aktualny schemat struktury. Jeżeli podany plik istnieje, program nadpisze go.
---	---

d) Edycja funkcji niezawodności elementów

Jeżeli wybrane jest narzędzie „dodaj lub edytuj elementy”, wówczas naciśnięcie przycisku myszy na pustej kostce lub na kostce zawierającej łącznik spowoduje wyświetlenie okna dialogowego przedstawionego na rys. 3.



Rys. 3. Okno dialogowe „Właściwości elementu”

Wybranie przycisku „OK” spowoduje wprowadzenie zmian lub dodanie elementu niezawodnościowego o podanej funkcji niezawodności. Wybór przycisku „Anuluj” nie wprowadza zmian w istniejącej strukturze. Jeśli okno to służy do edycji istniejącego już elementu, wówczas aktywna jest opcja „Usuń”. Wybór jej spowoduje usunięcie elementu ze struktury i zamianę tego kwadratu na pusty.

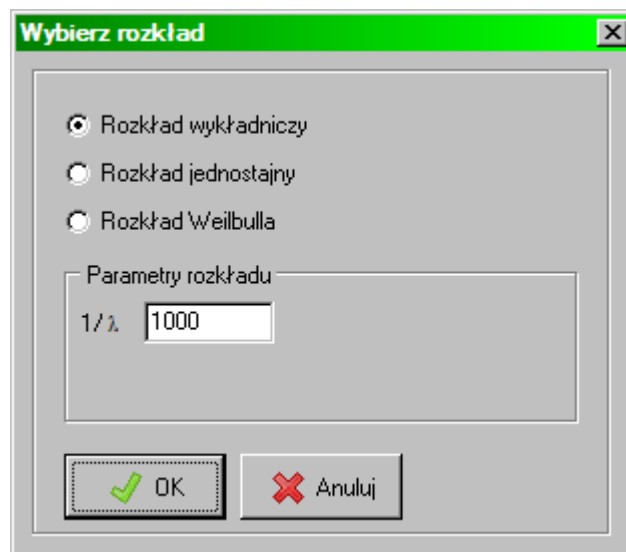
W polu edycyjnym znajdującym się u góry okna można wprowadzić prawdopodobieństwo przebywania elementu w stanie zdatności - funkcję niezawodności elementu $R(x, t)$. Do opisu tej funkcji można użyć dwóch zmiennych: x – zmienna użytkownika, t – czas[h], funkcji i operatorów matematycznych oraz nawiasów. Przykłady funkcji i operatorów matematycznych:

+ , - , * , / , ^	Dodawanie, odejmowanie, mnożenie, dzielenie, potęgowanie
sqrt()	Pierwiastek kwadratowy
ln() , log()	Logarytm naturalny, logarytm dziesiętny
exp()	Funkcja wykładnicza e^x
sin() , cos() tan() , asin() acos() , atan()	Sinus, cosinus, tangens, arc sin, arc cos, arc tan

Możliwy jest również zapis liczb w notacji naukowej np. $1,6 \cdot 10^3$ można zapisać jako $1,6e3$, a $2,8 \cdot 10^{-4}$ jako $2,8e-4$.


Jeżeli w wyniku obliczeń uzyskana wartość będzie większa niż 1, wówczas zostanie przyjęte prawdopodobieństwo równe 1. Analogicznie w przypadku, gdy uzyska się wartość ujemną, wówczas program przyjmuje wartość 0.

Wybranie przycisku „...” spowoduje wyświetlenie okna dialogowego (rys. 4), za pomocą którego można wstawić formułę odpowiadającą najczęściej używanym rozkładom funkcji niezawodności: wykładniczemu, jednostajnemu oraz Weibullla.




Rys. 4. Okno dialogowe „Wybierz rozkład”, które pozwala wstawić formułę odpowiadającą najczęściej używanym rozkładom funkcji niezawodności

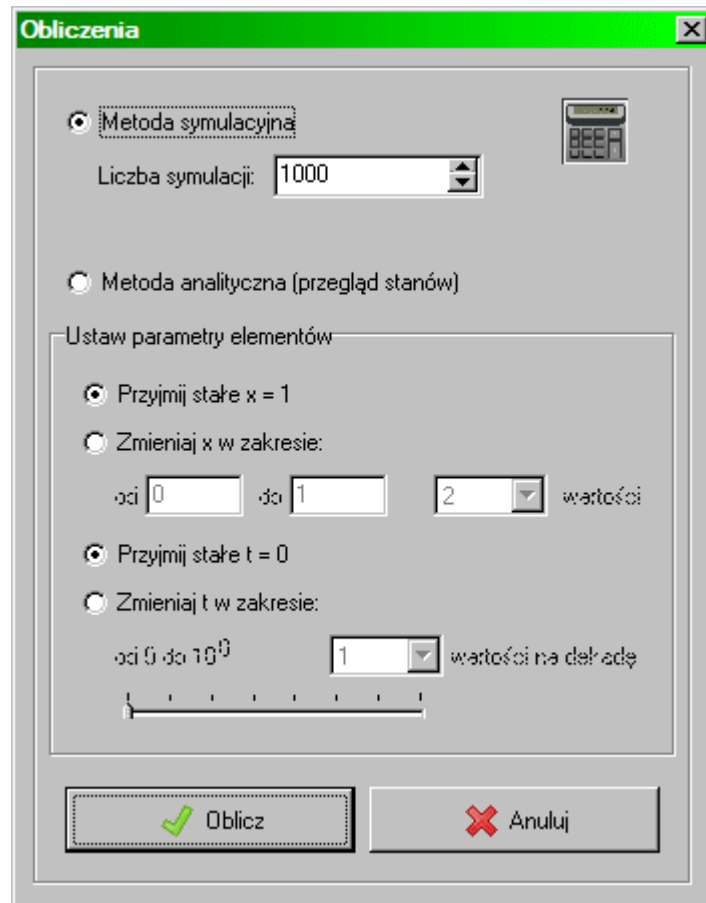
e) Symulacja pracy struktury niezawodnościowej

Naciśnięcie przycisku „Losuj stan”  sprawia, że dla wszystkich elementów niezawodnościowych znajdujących się w strukturze losowany jest stan zdatności lub niezdatności z prawdopodobieństwem wyznaczonym przez jego funkcję niezawodności. Należy pamiętać, że w przypadku tej opcji parametrom x oraz t zostają przypisane stałe odpowiednio 1 i 0. Po wylosowaniu stanu badana jest niezawodność całej struktury (istnienie ścieżki zdatności łączącej początek z końcem struktury). Wyliczany jest współczynnik zdatności na podstawie stosunku liczby symulacji, w których struktura jest w stanie zdatności do łącznej liczby dokonanych symulacji. Współczynnik ten wyświetlany jest w prawym dolnym rogu głównego okna symulacji.

f) Obliczanie niezawodności struktury

Przycisk „Oblicz niezawodność struktury...”  powoduje wyświetlenie okna dialogowego (rys. 5), w którym można wybrać metodę oraz parametry obliczeń

niezawodności struktury. Obliczenia te można wykonać dwoma podstawowymi metodami:



Rys. 5. Okno dialogowe „Obliczenia”, w którym ustawiane są parametry wykonywanych obliczeń niezawodności struktury

- **metodą symulacyjną** (Monte Carlo), która polega na wielokrotnym losowaniu stanów elementów z uwzględnieniem prawdopodobieństw, z jakimi poszczególne elementy znajdują się w stanie zdatności. Wartość funkcji niezawodności w tej metodzie jest obliczana na podstawie zależności:

$$R(x, t) = \frac{l_z}{l_s}, \quad (1)$$

gdzie: l_z – liczba symulacji, dla których system znajdował się w stanie zdatności, l_s – sumaryczna liczba wykonanych symulacji.

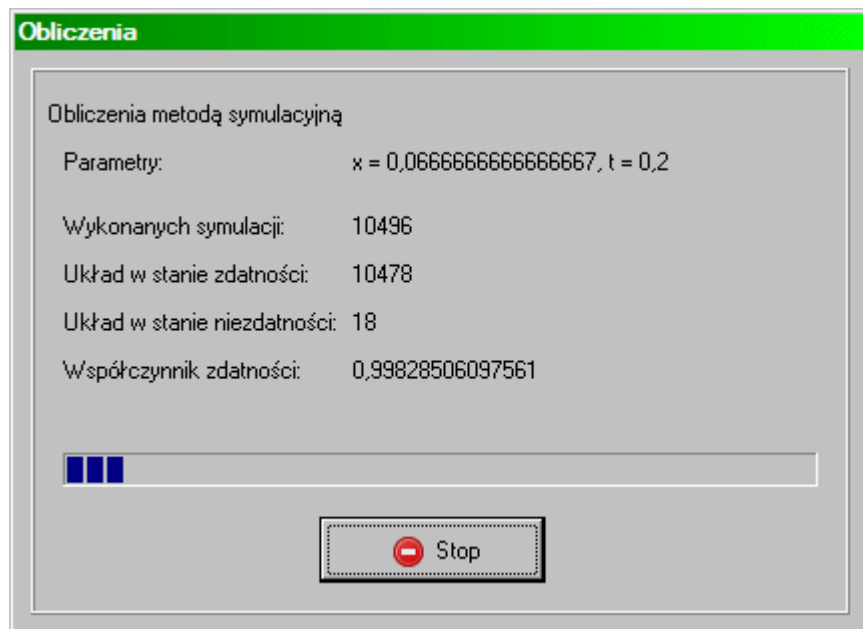
- **metodą analityczną** (przeglądu stanów). Wartość funkcji niezawodności obliczana jest na podstawie zależności:

$$R(x, t) = \sum_{S_\alpha \in F} P(S_\alpha), \quad (2)$$

gdzie: S_α – element zbioru stanów struktury S , F – zbiór stanów, w których struktura jest w stanie zdatności, $P(S_\alpha)$ – prawdopodobieństwo wystąpienia stanu α struktury.

Wyznaczenie funkcji niezawodności tą metodą wymaga przeanalizowania 2^N stanów, gdzie N jest liczbą elementów w strukturze. Wykorzystanie tej metody jest zatem ograniczone do struktur o niewielkiej liczbie elementów.


Naciśnięcie przycisku „Oblicz” powoduje uruchomienie procesu wyznaczania funkcji niezawodności struktury. Czas obliczeń zależy od: wybranej metody, liczby symulacji (w przypadku metody symulacyjnej) lub liczby elementów (w przypadku metody analitycznej), zakresu wybranych zmiennych oraz od zdolności obliczeniowej komputera. W czasie wykonywania obliczeń pokazywane jest okno dialogowe pokazane na rys. 6. W oknie tym wyświetlone są między innymi aktualnie analizowane wartości parametrów x oraz t , wyznaczana wartość współczynnika zdatności $R(x, t)$ oraz graficznie zobrazowany postęp obliczeń w postaci paska. Obliczenia można w każdym momencie przerwać naciskając przycisk „Stop”.




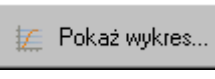
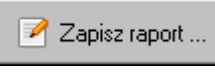
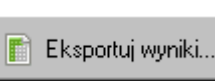
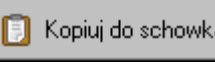
Rys. 6. Okno dialogowe przedstawiające postęp obliczeń

Jeżeli obliczenia dobiegły końca, wówczas przycisk „Stop” zostaje zastąpiony przyciskiem „OK”. Po jego naciśnięciu program pokazuje raport obliczeń.


g) Raport obliczeń

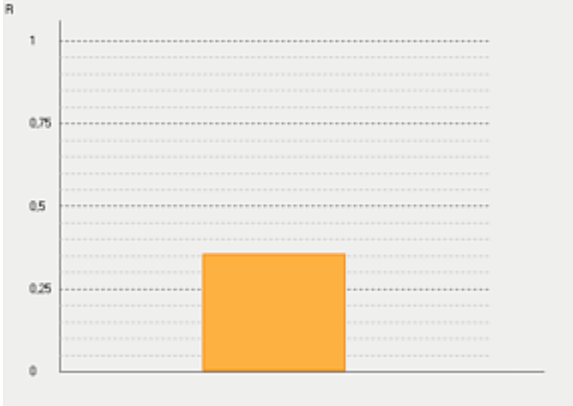
Po zakończeniu obliczeń lub też po naciśnięciu przycisku „Raport obliczeń” , znajdującego się na dolnym pasku głównego okna programu, zostanie wyświetlone okno raportu (rys. 7). Jest ono podzielone na trzy części: część górną stanowi tekstowy opis przebiegu obliczeń wraz z podstawianymi parametrami, wartościami funkcji niezawodności poszczególnych elementów oraz wyliczoną wartością funkcji niezawodności dla całej struktury; część środkową okna stanowi tabela zawierająca wyliczone wartości funkcji niezawodności w zależności od

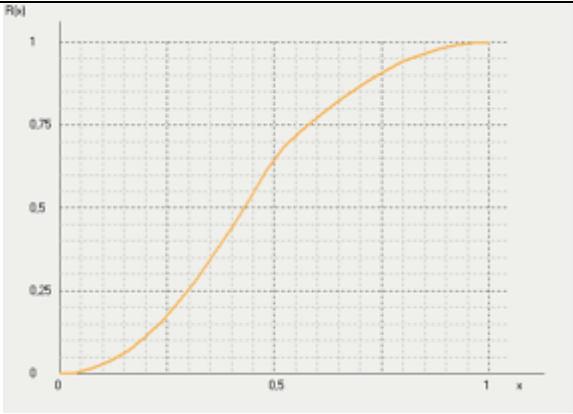
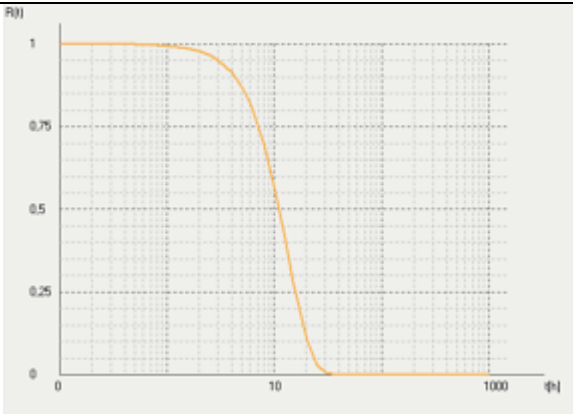
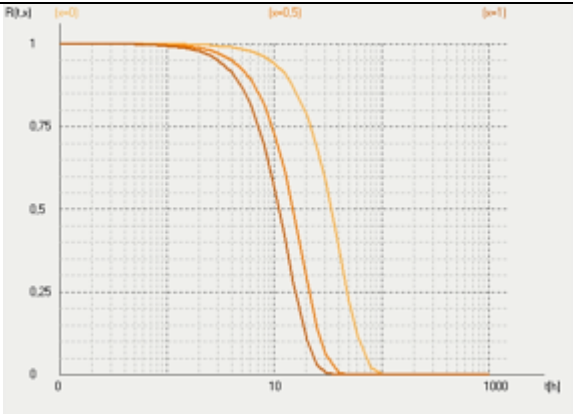
wybranych parametrów x (w kolumnach) oraz t (w rzędach); na dole okna znajdują się przyciski pozwalające na pracę z uzyskanymi wynikami obliczeń.

	<p>„Zamknij” – zamyka okno raportu.</p>
	<p>„Pokaż wykres” – wyświetla okno z graficznym przedstawieniem wyliczonych wartości funkcji niezawodności struktury.</p>
	<p>„Zapisz raport” – zapisuje otrzymany raport do pliku tekstowego (.txt)</p>
	<p>„Eksportuj wyniki” – zapisuje otrzymaną tabelę z wartościami funkcji niezawodności do pliku typu .csv. Plik ten może być dalej przetwarzany, np. za pomocą arkusza kalkulacyjnego Excel lub Calc.</p>
	<p>„Kopiuj do schowka” – kopiuje wyliczone wartości funkcji niezawodności do pliku schowka. Dane te można wkleić w arkuszu kalkulacyjnym w celu dalszego przetwarzania.</p>




h) Graficzne przedstawienie wyników obliczeń niezawodności

Wyniki obliczeń funkcji niezawodności program może przedstawić w postaci wykresu. Aby go obejrzeć trzeba nacisnąć przycisk „Pokaż wykres”  w głównym oknie programu lub w oknie raportu obliczeń. Wówczas zostanie pokazane okno „Wykres”. Typ wykresu zależy od tego, jakie parametry zostały wybrane, jako zmienne do obliczeń. Możliwe są następujące warianty:

<p>x oraz t są stałe</p> <p>wykres kolumnowy przedstawiający wyznaczony wskaźnik niezawodności struktury</p>	
--	--

<p>x zmienne, t stałe</p> <p>wykres zależności funkcji niezawodności od x – $R(x)=f(x)$</p> <p>osie w skali liniowej</p>	
<p>x stałe, t zmienne</p> <p>wykres zależności funkcji niezawodności od t – $R(t)=f(t)$</p> <p>oś czasu t w skali logarytmicznej</p>	
<p>x oraz t zmienne</p> <p>wykres zależności funkcji niezawodności od t – $R(t)=f(t)$ dla 3 różnych wartości x: skrajnych i środkowej</p> <p>oś czasu t w skali logarytmicznej</p>	

Na dole okna „Wykres” znajdują się trzy przyciski: „Zamknij”, „Kopiuj wykres do schowka” oraz „Zapisz wykres jako bitmapę”.

	<p>„Zamknij” – zamyka okno wykresu.</p>
	<p>„Kopiuj wykres do schowka” – kopiuje aktualnie pokazywany wykres do schowka Windows w postaci bitmapy.</p>
	<p>„Zapisz wykres jako bitmapę” – zapisuje aktualnie pokazywany wykres w postaci bitmapy do pliku (.bmp).</p>