

POLITECHNIKA WARSZAWSKA
WYDZIAŁ TRANSPORTU

ZAKŁAD TELEKOMUNIKACJI W TRANSPORCIE

**EKSPLOATACJA SYSTEMÓW TELEKOMUNIKACYJNYCH
LABORATORIUM**

**Program „Wspomaganie Decyzji Niezawodnościowo-
Eksploatacyjnych Transportowych Systemów Nadzoru”**

Warszawa 2007

Opis programu „Wspomaganie Decyzji Niezawodnościowo-Eksploatacyjnych Transportowych Systemów Nadzoru”

W celu ułatwienia projektantom i użytkownikom elektronicznych systemów bezpieczeństwa zarządzania procesem niezawodnościowo-eksploatacyjnym opracowano program o nazwie „Wspomaganie Decyzji Niezawodnościowo-Eksploatacyjnych Transportowych Systemów Nadzoru” (w skrócie: WDNETS) (rys. 2). Podając wartości wejściowe:

- liczba badanych systemów,
- czas badań systemów,
- średni czas naprawy,
- średni czas realizacji przeglądów I rodzaju,
- średni czas realizacji przeglądów II rodzaju,
- współczynnik nakładów finansowych,
- liczba uszkodzonych elementów badanego typu systemu

oraz wykorzystując m.in. równania:

- intensywność przejść elementów gałęzi szeregowej struktury niezawodnościowej

$$\lambda_B = \sum_{i=1}^n \lambda_{Bi}$$

- wartość oczekiwana czasu zdatności

$$E(T) = \frac{1}{\lambda}$$

- funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie pełnej zdatności

$$R_O(t) = \exp\left[-\int_0^t \lambda_B(\tau) d\tau\right]$$

- funkcja prawdopodobieństwa uszkodzenia systemu

$$Q_O(t) = 1 - R_O(t)$$

- funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie pełnej zdatności

$$R_0(t) = e^{-(\lambda_B + \lambda_{ZB1}) \cdot t}$$

- funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie zagrożenia bezpieczeństwa

$$Q_{ZBm-1}(t) = \lambda_{ZB1} \cdot \lambda_{ZB2} \cdot \dots \cdot \lambda_{ZBm-1} \cdot (-1)^{m+1} \cdot \left[\frac{e^{-(\lambda_B + \lambda_{ZB1})t}}{(\lambda_B + \lambda_{ZB1} - \lambda_{ZB2})(\lambda_B + \lambda_{ZB1} - \lambda_{ZB3}) \dots (\lambda_{B1} + \lambda_{ZB2} - \lambda_{ZBm})} + \frac{e^{-\lambda_{ZB2}t}}{(\lambda_{ZB2} - \lambda_B - \lambda_{ZB1})(\lambda_{ZB2} - \lambda_{ZB3}) \dots (\lambda_{ZB2} - \lambda_{ZBm})} + \dots + \frac{e^{-\lambda_{ZBm}t}}{(\lambda_{ZBm} - \lambda_B - \lambda_{ZB1})(\lambda_{ZBm} - \lambda_{ZB2}) \dots (\lambda_{ZBm} - \lambda_{ZBm-1})} \right]$$

- funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie zawadności bezpieczeństwa

$$Q_B(t) = \frac{\lambda_B}{\lambda_B + \lambda_{ZB1}} \cdot [1 - e^{-(\lambda_B + \lambda_{ZB1})t}] + \lambda_{ZB1} \cdot \lambda_{ZB2} \cdot \dots \cdot \lambda_{ZBm-1} \cdot \lambda_{ZBm} \cdot \left[(-1)^m \cdot \left(\frac{e^{-(\lambda_B + \lambda_{ZB1})t}}{(\lambda_B + \lambda_{ZB1})(\lambda_B + \lambda_{ZB1} - \lambda_{ZB2})(\lambda_B + \lambda_{ZB1} - \lambda_{ZB3}) \dots (\lambda_B + \lambda_{ZB1} - \lambda_{ZBm-1})(\lambda_B + \lambda_{ZB1} - \lambda_{ZBm})} + \frac{e^{-\lambda_{ZB2}t}}{(\lambda_{ZB2} - \lambda_B - \lambda_{ZB1}) \cdot \lambda_{ZB2} \cdot (\lambda_{ZB2} - \lambda_{ZB3}) \dots (\lambda_{ZB2} - \lambda_{ZBm-1})(\lambda_{ZB2} - \lambda_{ZBm})} + \dots + \frac{e^{-\lambda_{ZBm-1}t}}{(\lambda_{ZBm-1} - \lambda_B - \lambda_{ZB1})(\lambda_{ZBm-1} - \lambda_{ZB2})(\lambda_{ZBm-1} - \lambda_{ZB3}) \dots \lambda_{ZBm-1}(\lambda_{ZBm-1} - \lambda_{ZBm})} + \frac{e^{-\lambda_{ZBm}t}}{(\lambda_{ZBm} - \lambda_B - \lambda_{ZB1})(\lambda_{ZBm} - \lambda_{ZB2})(\lambda_{ZBm} - \lambda_{ZB3}) \dots (\lambda_{ZBm} - \lambda_{ZBm-1}) \cdot \lambda_{ZBm}} \right) + \frac{1}{(\lambda_B + \lambda_{ZB1}) \cdot \lambda_{ZB2} \cdot \lambda_{ZB3} \cdot \dots \cdot \lambda_{ZBm-1} \cdot \lambda_{ZBm}} \right]$$

- wskaźnik gotowości

$$K_g = \frac{T_m}{T_m + T_n}$$

- optymalne intensywności realizacji przeglądów I i II rodzaju dla max. wartości wskaźnika gotowości systemu

$$P_{00} = \frac{(\lambda + \lambda_1 + \lambda_2) \cdot \mu \cdot \mu_1 \cdot \mu_2}{(\lambda + \lambda_1 + \lambda_2) \cdot \mu \cdot \mu_1 \cdot \mu_2 + \lambda^2 \cdot \mu_1 \cdot \mu_2 + \lambda_1^2 \cdot \mu \cdot \mu_2 + \lambda_2^2 \cdot \mu \cdot \mu_1}$$

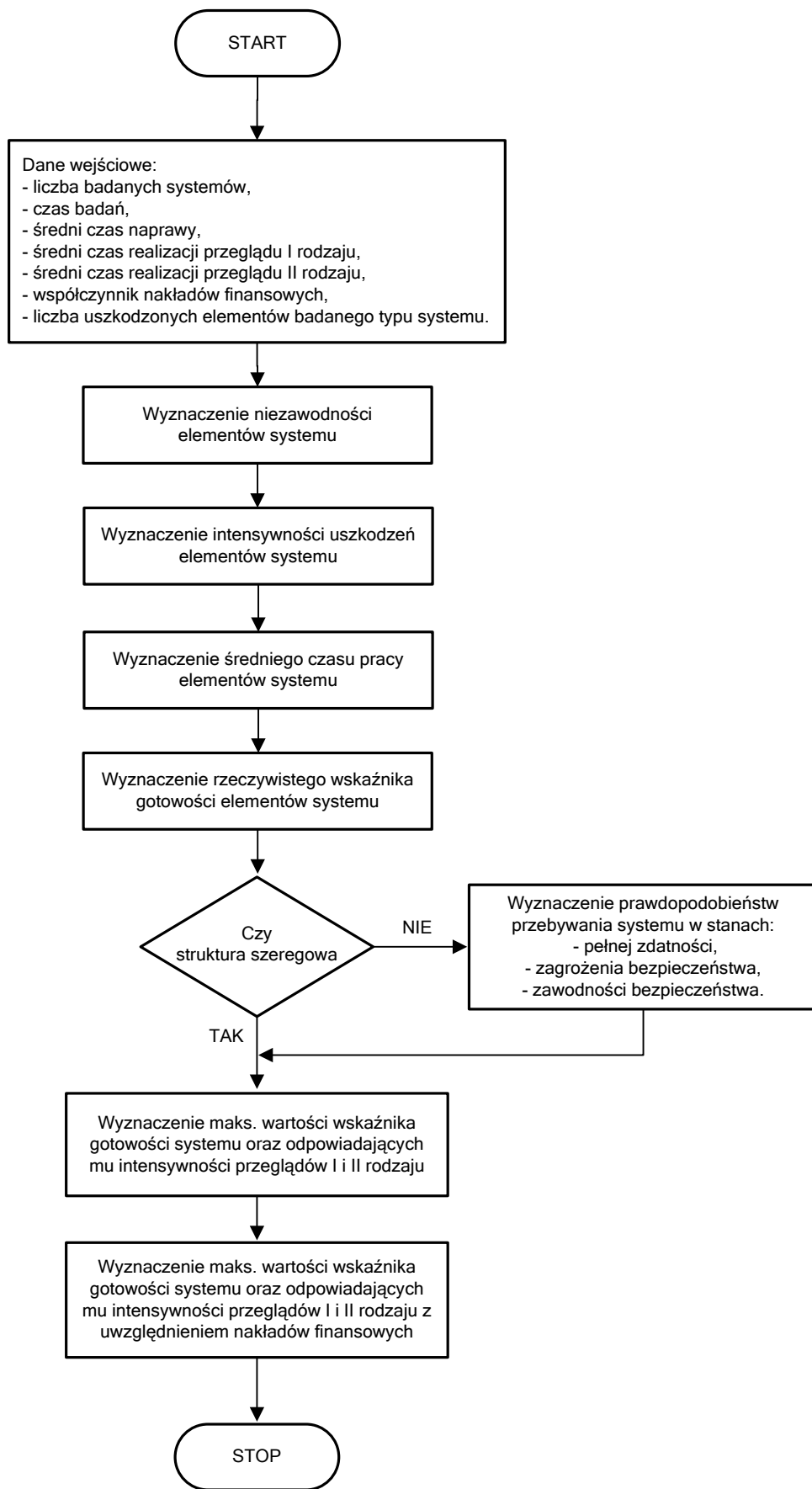
- optymalne intensywności realizacji przeglądów I i II rodzaju z uwzględnieniem nakładów finansowych

$$P_{00} = \frac{(\lambda + k_1 \cdot \lambda_{1optym} \cdot C + (1 - k_1) \cdot \lambda_{2optym} \cdot C) \cdot \mu \cdot \mu_1 \cdot \mu_2}{[\lambda + k_1 \cdot \lambda_{1optym} \cdot C + (1 - k_1) \cdot \lambda_{2optym} \cdot C] \cdot \mu \cdot \mu_1 \cdot \mu_2 + \lambda^2 \cdot \mu_1 \cdot \mu_2 + (k_1 \cdot \lambda_{1optym} \cdot C)^2 \cdot \mu \cdot \mu_2 + [(1 - k_1) \cdot \lambda_{2optym} \cdot C]^2 \cdot \mu \cdot \mu_1}$$

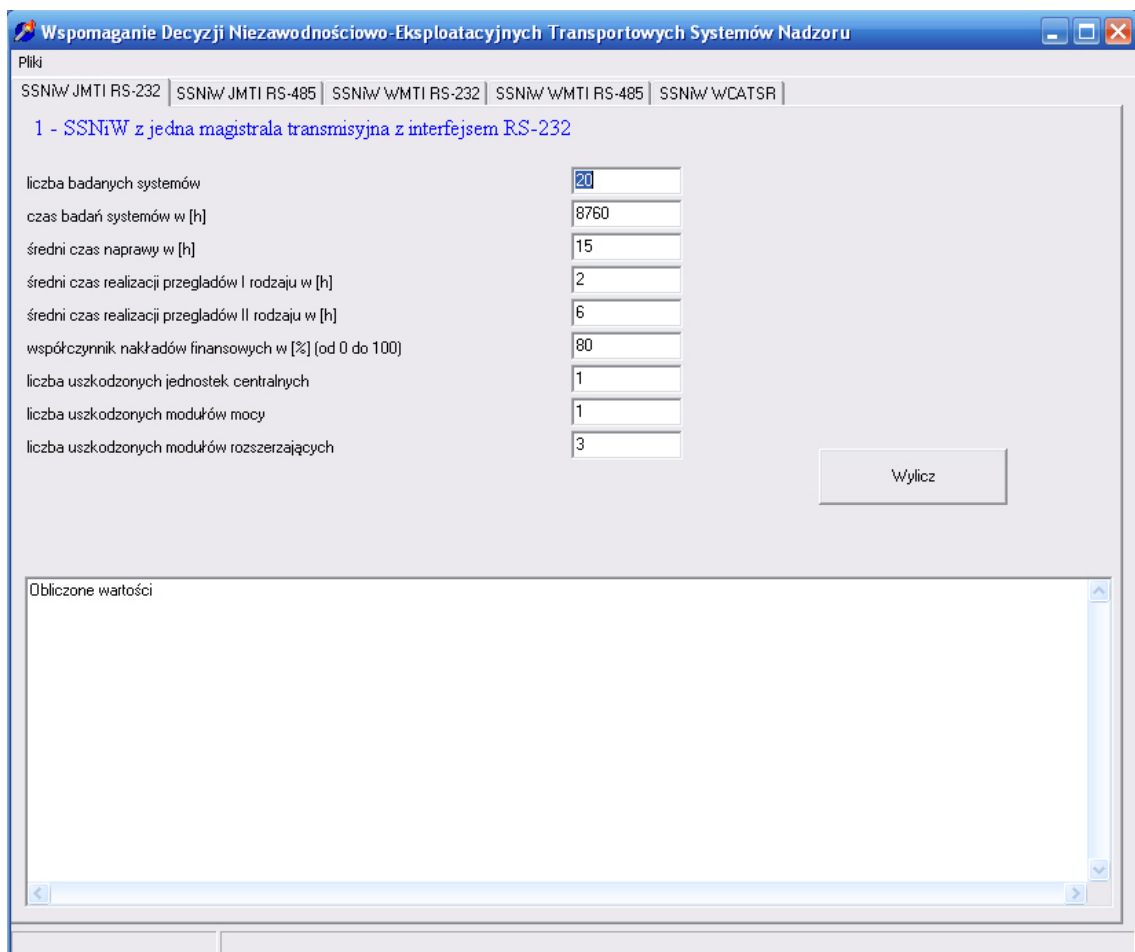
program wyznacza następujące wartości:

- niezawodność poszczególnych elementów tworzących badany system,
- niezawodność całego systemu,
- intensywność uszkodzeń elementów tworzących badany system,
- intensywność uszkodzeń całego systemu,
- średni czas pracy elementów tworzących badany system,
- wskaźnik gotowości elementów tworzących badany system,
- wskaźnik gotowości całego systemu,
- dla systemów o strukturze mieszanej i równoległej:
 - prawdopodobieństwo przebywania w stanie pełnej zdadności S_{PZ} ,
 - prawdopodobieństwo przebywania w stanie zagrożenia bezpieczeństwa S_{ZBi} ,
 - prawdopodobieństwo przebywania w stanie zawodności bezpieczeństwa S_B ,
- intensywność napraw,
- intensywność realizacji przeglądów I rodzaju,
- intensywność realizacji przeglądów II rodzaju,
- max. wartość wskaźnika gotowości systemu,
- optymalne intensywności realizacji przeglądów I i II rodzaju dla max. wartości wskaźnika gotowości systemu,
- optymalny współczynnik rodzaju przeglądów,
- wartość wskaźnika gotowości systemu z uwzględnieniem nakładów finansowych,
- optymalne intensywności realizacji przeglądów I i II rodzaju dla wartości wskaźnika gotowości systemu z uwzględnieniem nakładów finansowych.

Schemat blokowy działania programu „Wspomaganie decyzji niezawodnościowo-eksploatacyjnych transportowych systemów nadzoru” przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Schemat blokowy działania programu



Rys. 2. Widok programu „Wspomaganie Decyzji Niezawodnościowo-Eksploatacyjnych Transportowych Systemów Nadzoru”

Program WDNETSIN posiada 5 zakładek, które odpowiadają określonym typom systemów:

- system JMTI RS-232C (system z jedną magistralą transmisyjną i modułami z interfejsem RS-232C) – rys. 2,
- system JMTI RS-485 (system z jedną magistralą transmisyjną i modułami z interfejsem RS-485) – rys. 3,
- system WMTI RS-232C (system z dwoma magistralami transmisyjnymi i modułami z interfejsem RS-232C) – rys. 4,
- system WMTI RS-485 (system z wieloma magistralami transmisyjnymi i modułami z interfejsem RS-485) – rys. 5,
- system WCATSR (system z wieloma centralami alarmowymi (skupionymi) tworzącymi system rozproszony) – rys. 6.

Wspomaganie Decyzji Niezawodnościowo-Eksploatacyjnych Transportowych Systemów Nadzoru

SSNŃW/JMTI RS-232 | SSNŃW/JMTI RS-485 | SSNŃW/WMTI RS-232 | SSNŃW/WMTI RS-485 | SSNŃW/WCATSR

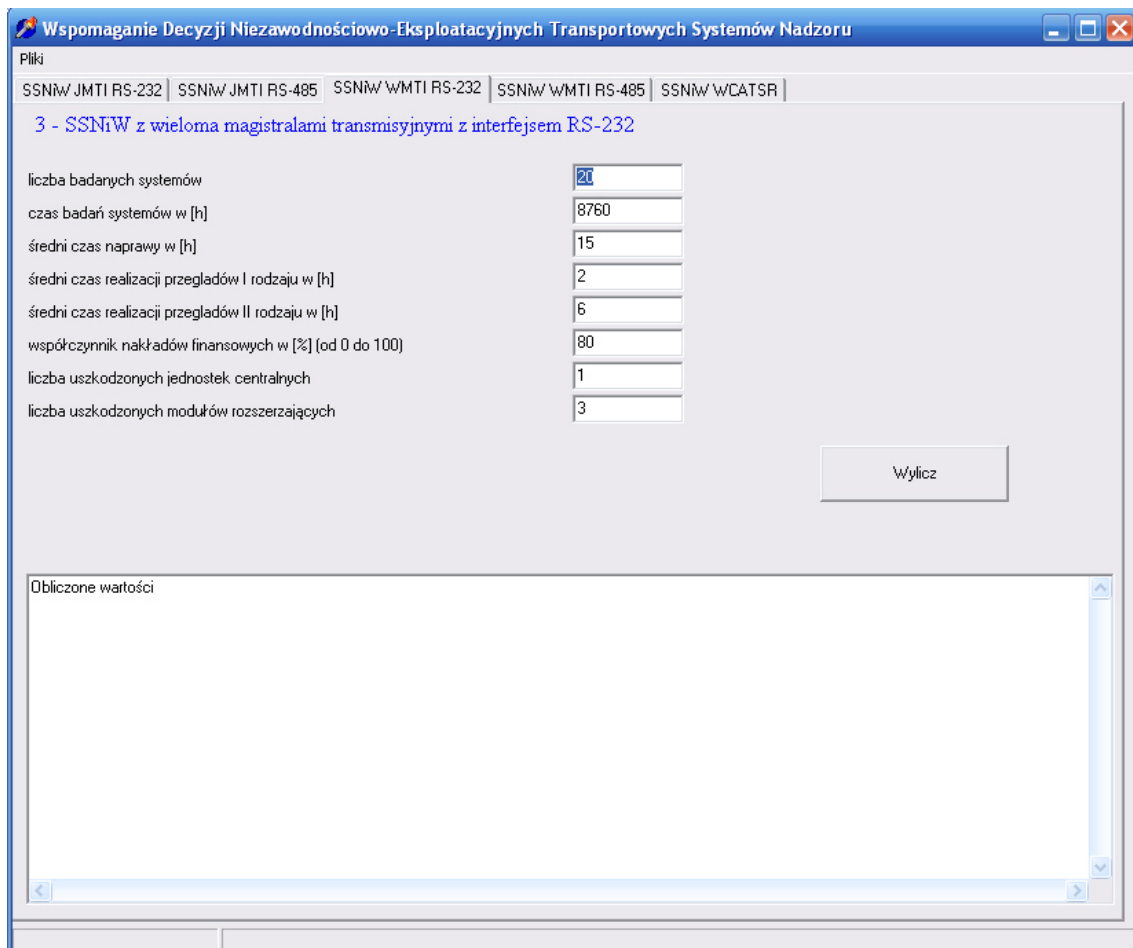
2 - SSNŃW z jedna magistrala transmisyjna z interfejsem RS-485

liczba badanych systemów	<input type="text" value="20"/>
czas badań systemów w [h]	<input type="text" value="8760"/>
średni czas naprawy w [h]	<input type="text" value="15"/>
średni czas realizacji przeglądów I rodzaju w [h]	<input type="text" value="2"/>
średni czas realizacji przeglądów II rodzaju w [h]	<input type="text" value="6"/>
współczynnik nakładów finansowych w [%] (od 0 do 100)	<input type="text" value="80"/>
liczba uszkodzonych jednostek centralnych	<input type="text" value="1"/>
liczba uszkodzonych modułów rozszerzających	<input type="text" value="3"/>

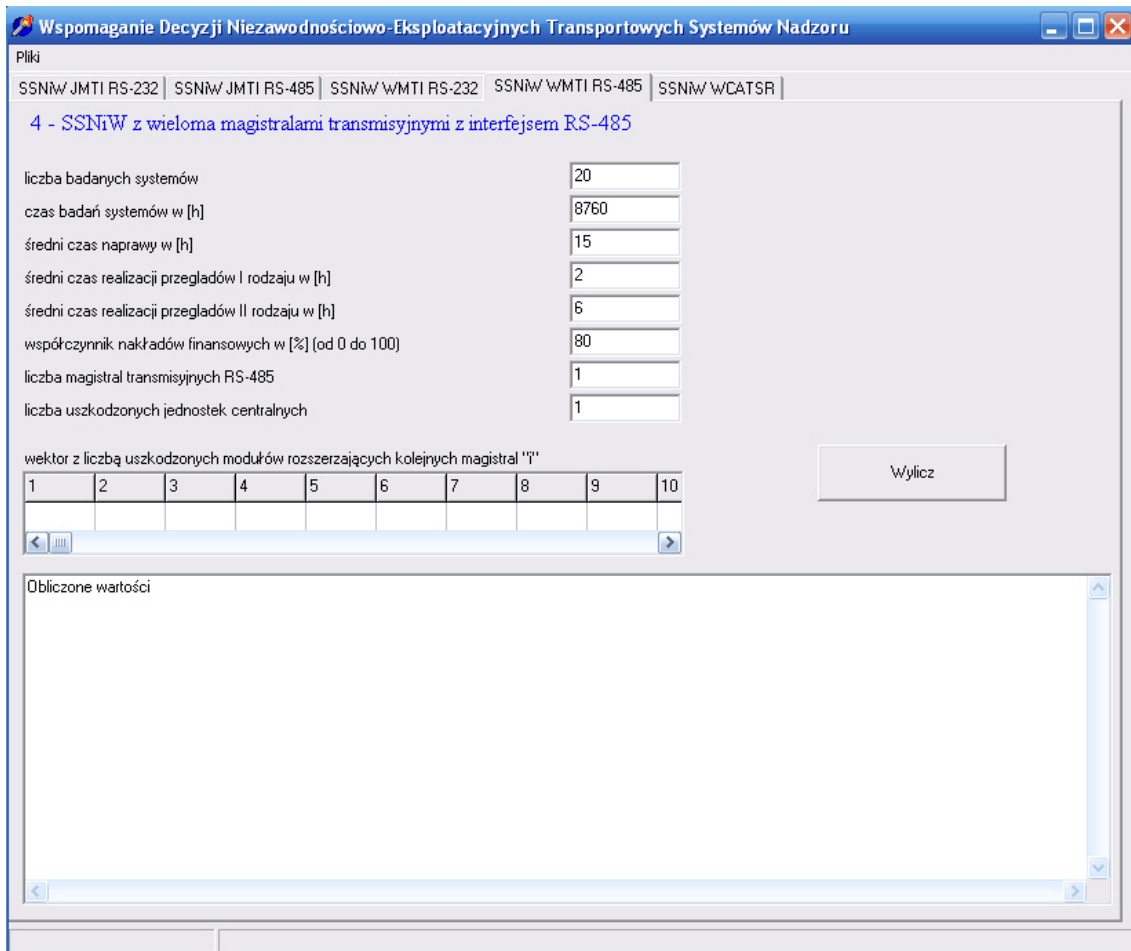
Wylicz

Obliczone wartości

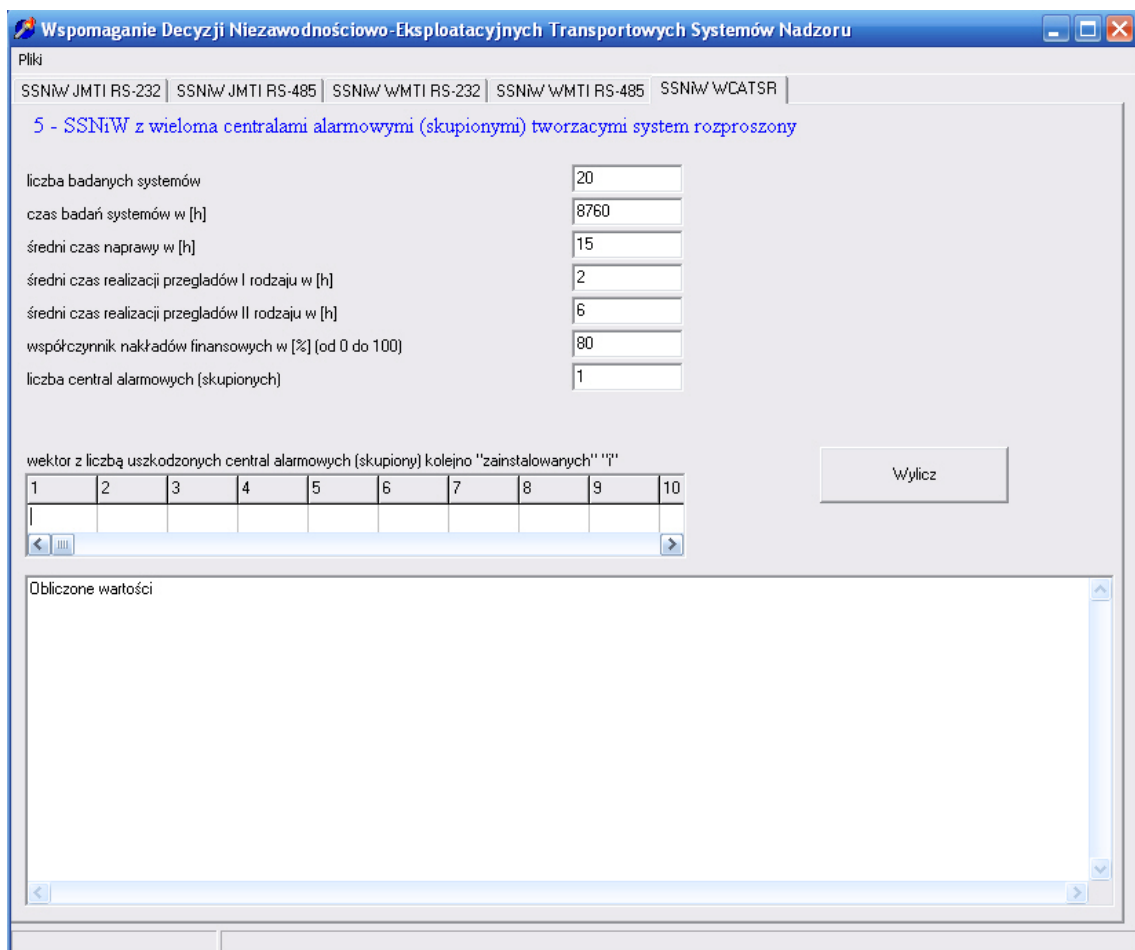
Rys. 3. Widok programu „Wspomaganie Decyzji Niezawodnościowo-Eksploatacyjnych Transportowych Systemów Nadzoru” – zakładka 2



Rys. 4. Widok programu „Wspomaganie Decyzji Niezawodnościowo-Eksploatacyjnych Transportowych Systemów Nadzoru” – zakładka 3



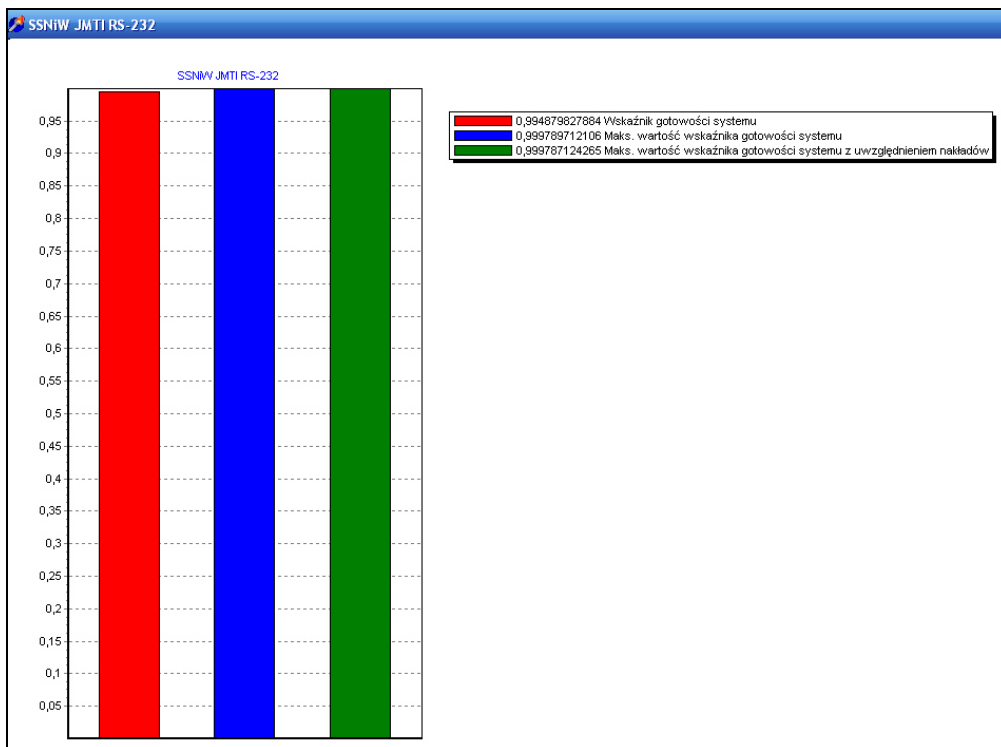
Rys. 5. Widok programu „Wspomaganie Decyzji Niezawodnościowo-Eksploatacyjnych Transportowych Systemów Nadzoru” – zakładka 4



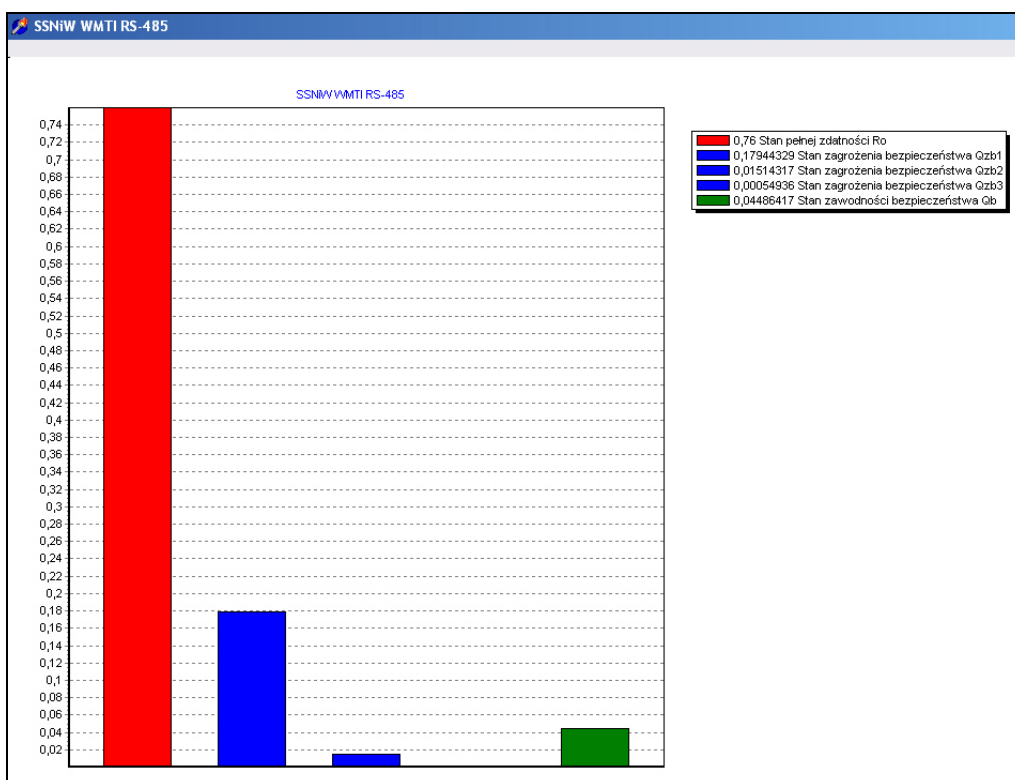
Rys. 6. Widok programu „Wspomaganie Decyzji Niezawodnościowo-Eksploatacyjnych Transportowych Systemów Nadzoru” – zakładka 5

Kolejną funkcją programu WDNETS N jest przedstawianie graficznie otrzymanych wyników:

- dla wszystkich systemów porównanie (rys. 7):
 - wskaźnika gotowości całego systemu,
 - max. wartości wskaźnika gotowości systemu,
 - wartości wskaźnika gotowości systemu z uwzględnieniem nakładów finansowych,
- dla systemów o strukturze mieszanej i równoległej porównanie prawdopodobieństw przebywania w stanach (rys. 8):
 - pełnej zdatności S_{PZ} ,
 - zagrożenia bezpieczeństwa S_{ZBi} ,
 - zawodności bezpieczeństwa S_B .



Rys..7. Graficzne przedstawienie wskaźników gotowości



Rys. 8. Graficzne przedstawienie prawdopodobieństw przebywania w stanach S_{PZ} , S_{ZB_i} , S_B

Zastosowanie przedstawionego programu „Wspomaganie Decyzji Niezawodnościowo-Eksploatacyjnych Transportowych Systemów Nadzoru” pozwala na zaplanowanie procesu eksploatacyjnego w już istniejących i użytkowanych systemach, jak również na wyznaczenie wskaźników niezawodnościowych na etapie projektowania systemów.