

PORÓWNANIE KOMPLEKSOWYCH PAKIETÓW OPROGRAMOWANIA DO PROWADZENIA WIELOASPEKTOWEJ ANALIZY NIEZAWODNOŚCI

Summary

Materiał przedstawia ogólny zarys zastosowań i najważniejszych możliwości poszczególnych programów uznanych producentów w dziedzinie analizy niezawodności, gotowości, obsługiwalności oraz bezpieczeństwa eksploatacji złożonych systemów technicznych i antropotechnicznych. Wskazano najważniejsze zdaniem autorów cechy charakterystyczne dla poszczególnych pakietów (zestawów programów), programów (indywidualnych kodów programowych) i modułów programowych (bloki współpracujące w ramach środowiska jednego pakietu) i porównano je w ujęciu ogólnym.

1. Wstęp

Na rynku dostępna jest grupa narzędzi komputerowych pozwalających na wsparcie prowadzenia procesu szeroko pojętych analiz niezawodnościowych począwszy od wstępnego szacowania niezawodności poprzez symulacje procesu eksploatacji i obsług, a skończywszy na optymalizacji systemów pod kątem bezpieczeństwa i niezawodności. W materiale przedstawiono najważniejsze cechy pakietów dla komputerowego wspomaganie analizy niezawodnościowej, opracowanych przez firmy *Isograph Ltd*, *Item Software*, *Relax Software*, *ReliaSoft*, *Sydvast Software*. Wybierając programy po prezentacji w artykule kierowano się wysoką pozycją na rynku poszczególnych twórców oprogramowania oraz podobnym kompleksowym ujęciem analiz tj. możliwość budowy różnych modeli oraz dostępność bibliotek niezawodności elementów opracowanych w oparciu o aktualnie przyjęte i stosowane normy lokalne i międzynarodowe. Wszystkie opisywane pakiety pracują w środowisku systemu operacyjnego *Microsoft Windows 9x, 2000, NT i XP* – nie rozpatrzono oprogramowania dla innych systemów operacyjnych z uwagi na rozpowszechnienie systemów firmy *Microsoft* i dużą ilość oprogramowania dla tego środowiska dostępną na rynku. Przyjęto alfabetyczną kolejność prezentowanych pakietów oprogramowania.

2. Pakiet *Reliability Workbench* firmy *Isograph Ltd*

Jednym z najbardziej znanych pakietów programowych wspierających analizę niezawodności i bezpieczeństwa jest pakiet *Reliability Workbench* (pol. Warsztat Niezawodnościowy) angielskiej firmy *Isograph Ltd* [1, 7]. Warsztat składa się z dziewięciu modułów, które można zakupić w całości lub tylko wybrane części, wówczas wykorzystuje się tylko wybrane moduły w zależności od potrzeb analizy. W skład pełnego pakietu wchodzi:

- *FaultTree+* – interaktywne graficzne środowisko analityczne dla prowadzenia probabilistycznej oceny

ryzyka z wykorzystaniem zintegrowanej analizy drzewa niezdatności i drzewa zdarzeń oraz analizy opartej na procesach oraz łańcuchach Markowa. Pakiet Program pozwala na budowanie bazy danych opartej na danych ogólnych i tabelach zdarzeń, budowanie wielowierzchołkowych drzew niezdatności, budowanie odwzorowań różnych zdarzeń inicjujących w postaci drzew niezdatności oraz automatyczne numerowanie zdarzeń w drzewach niezdatności i drzewach zdarzeń. Analiza różnych miar niezawodnościowych wsparta jest wykorzystaniem różnych modeli opisujących proces uszkodzenia i napraw elementów (model stałego prawdopodobieństwa, element wyłączony, wymuszenie sekwencyjne, element rezerwowy, binominalny, Poissona itd.) oraz szeregu operatorów logicznych (*AND*, *PAND*, *OR*, *EXOR*, *NOT*, *k-z-n*). Przykładowy model drzewa niezdatności w *FaultTree+* pokazano na rys. 1.

- *RBD* – analiza systemów przedstawionych w postaci blokowej struktury niezawodnościowej (blokowy schemat niezawodnościowy).
- *FMECA* – program do prowadzenia analiz rodzajów, skutków i krytyczności niezdatności. Narzędzie pozwala na zminimalizowanie czasu i uproszczenie procedury sporządzania raportów *FMECA* lub *FMEA* dla instalacji procesowych i dla nowych projektów.
- *MTR* – program do prognozowania obsługiwalności systemów. Moduł analizy obsługiwalności pozwala na zdefiniowanie prac obsługowych w systemie i przypisanie tych prac do określonych wymiennalnych (naprawialnych) elementów systemu.

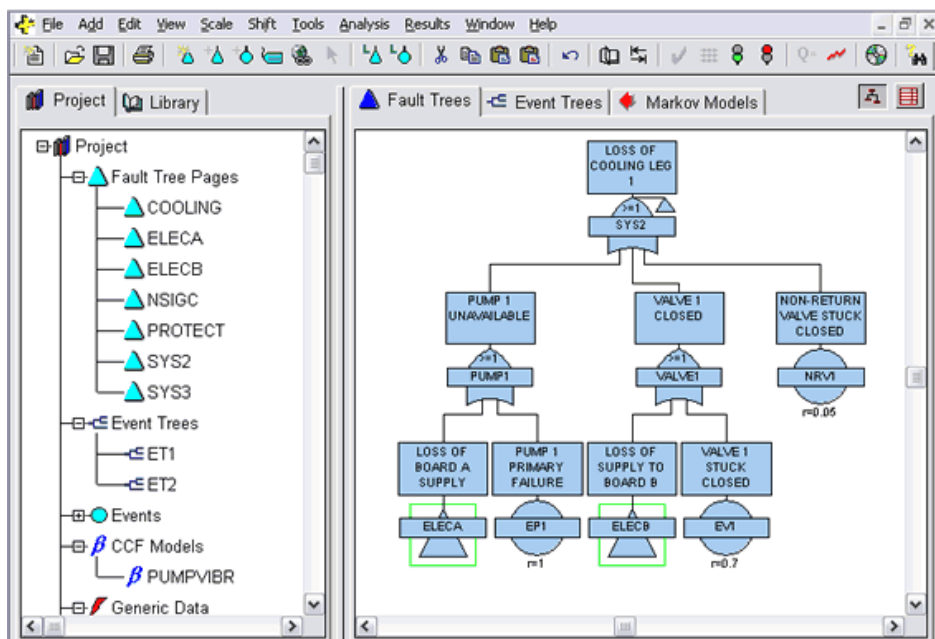
Oprócz wymienionych narzędzi oprogramowanie firmy *Isograph Ltd* zawiera pięć modułów (*prediction modules*) z bibliotekami do prognozowania niezawodności, w tym dane o intensywności uszkodzeń dla elementów elektronicznych wg standardu *MIL-HDBK-217* (moduł *MIL-217*), elementów elektronicznych wg standardu *UTE C 80-810*¹ (moduł *RDF 2000*), elementów elektronicznych wg standardu *Telcordia*² (moduł *Bellcore*), elementów elektronicznych wg standardu *GJB/Z 299B*³ (moduł *GJB/Z 299B*) oraz elementów mechanicznych wg standardu *NSWC*⁴ (moduł *Mechanical*).

¹ IEC 62380 (*UTE C 80-810, RDF 2000*) – *Reliability data handbook - Universal model for reliability prediction of electronics components, PCBs and equipment*. 08.2004.

² *Telcordia/Bellcore SR-332/TR-332 - Reliability Prediction Procedure for Electronic Equipment*. AT&T Bell Labs standard.05.2001.

³ *GJB/Z 299B (China 299b)* – chińska norma wojskowa dotycząca szacowania niezawodności elementów elektronicznych.

⁴ *NSWC-98/LE1* – *Naval Surface Warfare Center Handbook of Reliability Prediction Procedures for Mechanical Equipment*. 1998



Rys. 1. Okno *FaultTree+*, obszar do modelowania drzewa niezdatności systemu

2. Pakiet *Item Toolkit* firmy *Item Software*

Kolejnym rozbudowanym narzędziem do szacowania i prognozowania w dziedzinach niezawodności, gotowości, obsługiwalności oraz bezpieczeństwa jest pakiet *Item Toolkit* (pol. Przybornik) angielskiej firmy *Item Software* [2, 8]. Program jest zintegrowanym pakietem złożonym z ośmiu podstawowych modułów. Podobnie jak w poprzednio omawianym przypadku istnieje możliwość zakupu wyłącznie wymaganych dla określonego zastosowania bloków. Pakiet w pełnej wersji składa się z następujących modułów:

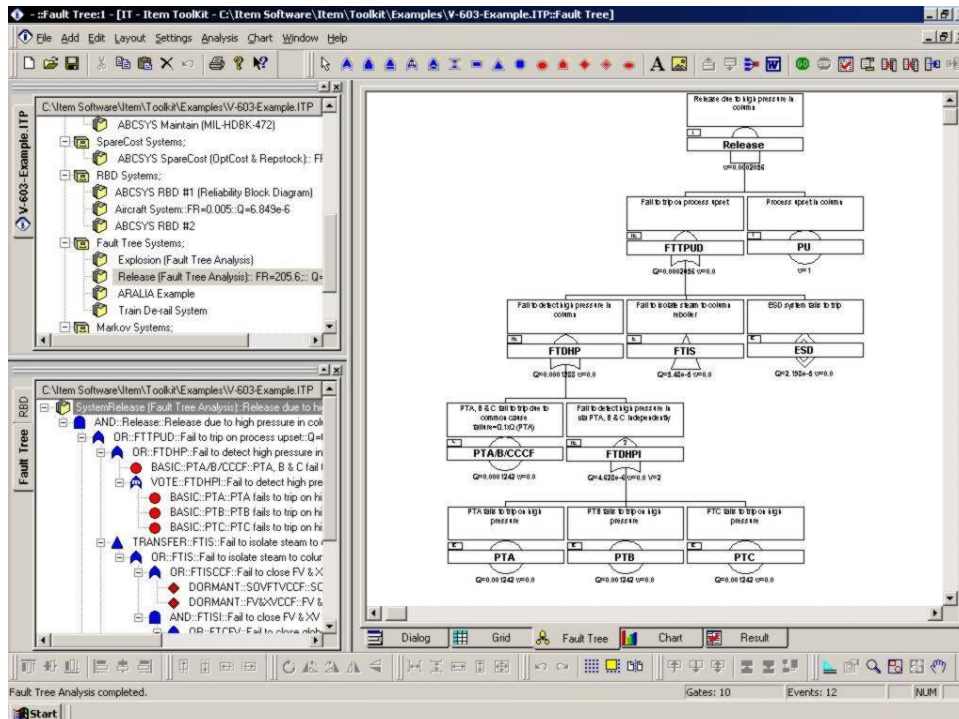
- *Fault Tree Analysis* – moduł wspomagający analizę drzewa niezdatności. Program oferuje wielopoziomowe graficzne środowisko analityczne zintegrowane z technikami analizy niezawodności i bezpieczeństwa, pozwalające na szybką budowę modeli drzew niezdatności *FTA* oraz ich analizę. Narzędzie oferuje wielostronicową analizę oraz współdziałanie z innymi częściami pakietu firmy *Item Software*. Program posiada zaawansowane algorytmy analizy ilościowej oraz poszukiwania minimalnych przekrojów niezdatności w złożonych i dużych modelach *FTA*. Zastosowanie programu *Fault tree Analysis* może zostać rozbudowane o analizę drzew niekoherentnych (*NOT logic*) i analizę stanów zdatności (*success states*) oraz wygodny eksport danych do programów zewnętrznych. Interfejs programu *Fault Tree analysis* został przedstawiony na rys. 2.
- *Event Tree Analysis* – moduł wspomagający analizę drzewa zdarzeń *ETA*. Program stanowi graficzne środowisko analityczne dla analizy *ETA*, czyli pozwala na określenie konsekwencji powstania analizowanych zdarzeń inicjujących i przewidywanej częstotliwości powstania każdej konsekwencji.

Narzędzie współpracuje z programem *Fault Tree Analysis* należącym do tego samego pakietu.

- *Reliability Block / Network Diagram* – program wspierający analizę systemów przedstawionych w postaci modelu struktury niezawodnościowej (blokowy schemat niezawodnościowy / schematy sieciowe).
 - *Failure Mode Effect and Criticality Analysis* – program do prowadzenia analizy rodzajów, skutków i krytyczności niezdatności zgodnie z uznanymi standardami w tym zakresie, jak np. MIL-STD-1629⁵ lub BS 5760 Part 5⁶. Program zawiera bibliotekę wielu gotowych opisów części systemów, zdarzeń i skutków niezdatności, co skraca proces tworzenia raportów *FMEA*.
 - *MainTain* – program wspomagający prognozowanie obsługiwalności systemów technicznych (zgodnie ze standardem MIL-HDBK-472). Pozwala na oszacowanie czasów przestojów podczas przeglądów oraz wywołanych stanami niezdatności. Narzędzie pozwala na wyznaczenie średniego czasu do naprawy zgodnie z procedurą przedstawioną w dokumencie MIL-HDBK-472, *Procedure V, Method A*.
 - *SpareCost* – moduł wspomagający proces wyznaczania zapotrzebowania na części zamienne na stanowisku pracy oraz w magazynie, pozwala na zoptymalizowanie ilości części zamiennych pod względem najmniejszych kosztów eksploatacyjnych.
- Poza wymienionymi modułami pakiet firmy *Item Software* zawiera pięć modułów z bibliotekami do prognozowania niezawodności.

⁵ MIL-STD-1629A – Procedures for Performing a Failure Mode Effects and Criticality Analysis. US Department of Defense. 24.11.1980.

⁶ BS 5760-5 – Reliability of systems, equipment and components. Guide to failure modes, effects and criticality analysis (*FMEA* and *FMECA*). British Standards Institution 20.12.1991.



Rys. 2. Okno programu *Fault Tree Analysis*, obszar do modelowania drzewa niezdatności systemu

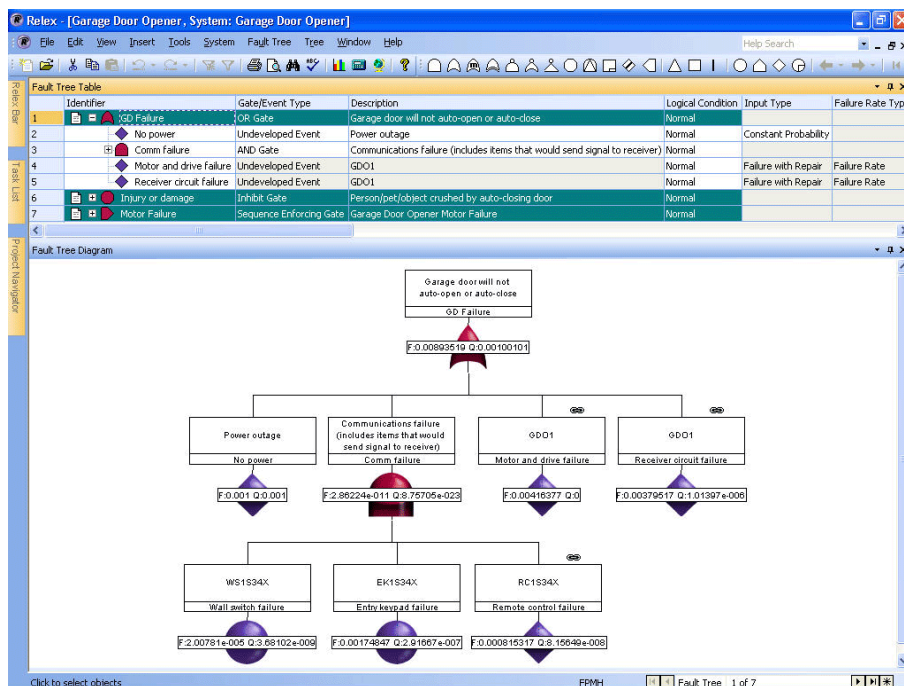
3. Pakiet *Relax Reliability Studio* firmy *Relax Software*

Konkurencją dla dwóch przedstawionych narzędzi przeznaczonych do komputerowego wspomaganie obliczeń niezawodnościowych może stanowić oprogramowanie *Relax Reliability Studio* (Studio Niezawodnościowe) amerykańskiej firmy *Relax Software* [3, 9]. Pakiet w pełnej wersji stanowi zbiór jedenastu narzędzi dla analizy niezawodnościowej, a mianowicie:

- *Fault Tree / Event Tree* – program do prowadzenia analizy drzewa niezdatności oraz analizy drzewa zdarzeń. Model w postaci drzewa niezdatności może być budowany z wykorzystaniem bramek: *AND*, *PAND*, *OR*, *NOR*, *NAND*, *NOT*, *EXOR*, *k-z-n*, bramka zdarzenia warunkowego oraz komentarzy, symboli przeniesień i szeregu zdarzeń pierwotnych, takich jak zdarzenie elementarne, zewnętrzne i nierozwinięte. Program wspiera analizy zdarzeń o wspólnej przyczynie *CCS* przy zastosowaniu modeli nazwanych *Alpha*, *Beta*, *MGL* i *BFR*. Narzędzie pozwala na wyznaczenie zbioru minimalnych przekrojów niezdatności, oszacowanie podstawowych miar niezawodnościowych różnymi metodami i oszacowanie różnych miar ważności zdarzeń. Widok interfejsu użytkownika w programie *Fault Tree / Event Tree* pokazano na rys. 3.
- *FMEA/FMECA* – narzędzie do prowadzenia analizy rodzajów i skutków niezdatności oraz analizy rodzajów, skutków i krytyczności niezdatności. Program jest pomocny przy analizie potencjalnych rodzajów uszkodzeń w systemie i ich efektów.
- *FRACAS* – system raportowania i analizy uszkodzeń oraz działań korekcyjnych (*Failure Reporting*

Analysis and Corrective Action System). Dzięki temu programowi możliwe jest wspomaganie systemu zarządzania firmy poprzez poprawę jakości i zmniejszenie kosztów produkcji. *FRACAS* pozwala wszystkim działom firmy na wgląd w bieżące plany napraw, udostępnia raporty usterek, reklamacje użytkowników i propozycje korekty zgodne z zaleceniami kierownictwa itp.

- *Human Factors Risk Analysis* – narzędzie wspierające analizę zagrożeń pochodzących od czynnika ludzkiego. Program może znaleźć zastosowanie do analizy błędów ludzkich w pewnych sektorach przemysłowych (lotnictwo, kosmonautyka, chemia procesowa, transport morski itp.), gdzie przyjmuje się iż nawet 80-90 % wszystkich wypadków jest wywołane tzw. czynnikiem ludzkim.
- *Life Cycle Cost (LCC)* – program do analizy kosztów cyklu eksploatacji zapewniający oszacowanie kosztów produktu w ciągu wszystkich etapów jego egzystencji. Narzędzie *LCC* umożliwia analizę kosztów całościowych uwzględniających pełny cykl "życia" produktu tj. od chwili powstania koncepcji, poprzez projektowanie, wytwarzanie, użytkowanie aż do momentu wyłączenia produktu z użytku (złomowanie, recycling).
- *Maintainability prediction* – oprogramowanie do prognozowania obsługiwalności systemów technicznych. Program pozwala na przeprowadzanie analiz związanych z utrzymaniem urządzeń w stanie funkcjonalności.



Rys. 3. Okno programu *Fault Tree / Event Tree*, obszar do modelowania drzewa niezdatności systemu

- *Markov* – program do wspomagania analizy opartej na łańcuchach i procesach Markowa. Sekwencja zdarzeń w systemie modelowana procesem Markowa może być analizowana w połączeniu z innymi technikami analizy, jak niezawodnościowy schemat blokowy lub analiza drzewa niezdatności, przez co możliwości aplikacji przedstawionego narzędzia ulegają rozszerzeniu.
- *OpSim* – narzędzie do optymalizacji i symulacji systemów pod kątem ich niezawodności. Standardowe modele w postaci struktury niezawodnościowej systemu *RBD* pozwalają na oszacowanie gotowości i niezawodności, natomiast dla wielowymiarowych zmiennych struktur niezawodnościowych konieczne jest rozbudowanie analizy *RDB* o informacje o działaniach obsługowych oraz zapasie części zamiennych i sposobach realizacji procesu napraw, co może być zrealizowane z wykorzystaniem pakietu *OpSim*.
- *Reliability Block Diagram (RBD)* – analiza systemów przedstawionych w postaci modelu struktury niezawodnościowej (blokowy schemat niezawodnościowy). Program pozwala na szeroki zakres analiz dla różnych wejściowych modeli (rozkładów) uszkodzeń i napraw elementów systemu, m.in. elementów z rozkładem wykładniczym, normalnym, log-normalnym, Weibulla, Rayleigha i modelem stałego prawdopodobieństwa.
- *Weibull* – funkcjonalny i łatwy w obsłudze program wykorzystujący techniki Weibulla pozwalającą na sprawdzenie i obróbkę zebranych danych o uszkodzeniach.
- *Reliability Prediction* – biblioteki do prognozowania niezawodności, w tym dane o intensywności uszkodzeń dla elementów elektronicznych wg

standardu *MIL-HDBK-217 (MIL-217)*, elementów elektronicznych wg standardu *IEC 62380 (RDF 2000)*, elementów elektronicznych wg standardu *Telcordia SR-332/TR-332 (Telcordia)*, elementów elektronicznych wg standardu *GJB/Z 299B (China 299b)* oraz elementów mechanicznych wg standardu *NSWC-98/LE1 (NSWC Mechanical)* a także elementy opisane standardach *HRD5*⁷ oraz elementy opisane w bibliotekach dla oprogramowania *PRISM* i *PRISMPlus*⁸.

4. Oprogramowanie firmy *ReliaSoft*

Firma *ReliaSoft* nie oferuje jednego zintegrowanego środowiska jak poprzednie trzy pakiety, natomiast oferuje szereg narzędzi współpracujących ze sobą i pozwalających na wygodną wymianę i współdziałanie poszczególnych aplikacji [4]. Pośród najważniejszych programów w tej grupie wymienić należy:

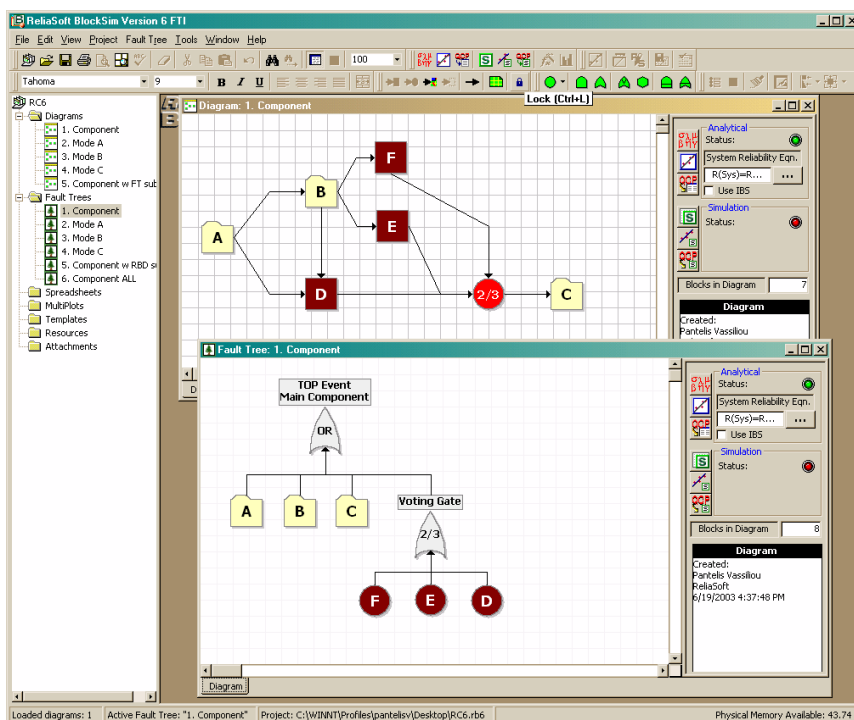
- *BlockSim 6 FTI Edition* – kompletny i zintegrowany pakiet programowy pozwalający na analizę struktury niezawodnościowej *RBD* oraz analizę drzewa niezdatności *FTA*. Dostępna jest również wersja standardowa pakietu o nazwie *BlockSim 6 Standard* ograniczona tylko do możliwości prowadzenia analizy *RBD*. Oprogramowanie *BlockSim* jest zintegrowanym systemem przeznaczonym do przeprowadzenia szczegółowej analizy (szacowania i prognozowania) niezawodności złożonych systemów technicznych. Pakiet został zaprojektowany pod kątem możliwości jego wykorzystania w kompleksowej analizie: niezawodności, obsługiwalności i gotowości systemów i

⁷ *HRD5 – Parts Stress Handbook of Reliability Data for Electronic Components used in Telecommunication Systems*. British Telecom.

⁸ *PRISM, PRISMPlus – Oprogramowanie do analizy niezawodnościowej opracowane przez Reliability Analysis Center RAC*.

podsystemów. Ponadto w skład pakietu wchodzi zestaw narzędzi pomocnych przy szacowaniu miar niezawodnościowych elementów analizowanego

systemu. Widok okna programu *BlockSim 6 FTI Edition* pokazano na rys. 4.



Rys. 4. Interfejs użytkownika programu *BlockSim 6 FTI Edition*

- *Xfmea* – narzędzie pozwalające na analizę, zarządzanie danymi i opracowywanie raportów dla analizy rodzajów i skutków niezdatności (FMEA) oraz analizy rodzajów, skutków i krytyczności niezdatności (FMECA). Pakiet dostępny jest w dwóch wydaniach: standardowym (*Standard*) i rozszerzonym (*Enterprise*). Program wspiera wszystkie typy analiz FMEA/FMECA w tym projektowe *Design FMEA (DFMEA)*, procesowe *Process FMEA (PFMEA)*, maszynowe *Machinery FMEA (MFMEA)* oraz inne. Narzędzie jest wspomagane standardami *SAE J1739*, *AIAG FMEA-3* oraz *MIL-STD-1629A*.
 - *RCM++* – pakiet wspomagający eksploatację ukierunkowaną na niezawodność (*Reliability Centered Maintenance*). Narzędzie pozwala na prowadzenie analizy, zarządzanie danymi i raportowanie dla potrzeb eksploatacji opartej na niezawodności, co jest równocześnie w pełni zintegrowane z analizą *FMEA/FMECA*. Pakiet wspomaga szereg standardów dla *RCM* takich jak: *MSG-3*⁹, *SAE JA1012*¹⁰, *NAVAIR 00-25-403*¹¹ oraz standardów dla *FMEA/FMECA*: *SAE J1739*, *AIAG FMEA-3*, *MIL-STD-1629A*.
 - *ALTA* – pakiet przeznaczony do prowadzenia ilościowych oszacowań wskaźników niezawodnościowych w oparciu o testy przyspieszone (*QALT*). Według informacji dostarczonych przez producenta jest to w chwili obecnej pierwszy i jedyny komercyjny program tego typu. *ALTA* jest dostępna w dwóch wersjach: *Standard* – podstawowe narzędzia do prowadzenia testów przyspieszonych cyklu eksploatacji oraz *PRO* posiadającej dodatkowo możliwości analizy danych z testów z czasowo zależnymi naprężeniami w profilach lub z maksymalnie do ośmiu typów naprężeń działającymi równocześnie.
 - *Weibull++* – program wykorzystujący przemysłowy standard (technika Weibulla) pozwalający na obróbkę zebranych danych o uszkodzeniach i oszacowanie miar niezawodnościowych systemu technicznego.
- Wraz z poszczególnymi programami możliwe jest równoczesne zakupienie bibliotek z danymi o intensywności uszkodzeń elementów, jak również możliwe jest ich późniejsze dokupienie. Firma *ReliaSoft* oferuje biblioteki *RAC MIL-M-38510*¹², *RAC NPRD-95* biblioteki poszczególnych elementów elektronicznych.

⁹ *MSG-3 – Maintenance Steering Group. MSG-3 rev. 2*. Air Transport Association. Washington 1993 – strategia *RCM* opracowana dla lotnictwa cywilnego.

¹⁰ *SAE JA1012 – A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard*. SAE International. 31.12.2002.

¹¹ *NAVAIR 00-25-403 – Management Manual. Guidelines For The Naval Aviation Reliability-centered Maintenance Process*. US Naval Air systems Command. Philadelphia 31.10.1996.

4. Oprogramowanie firmy *Sydvest Software*

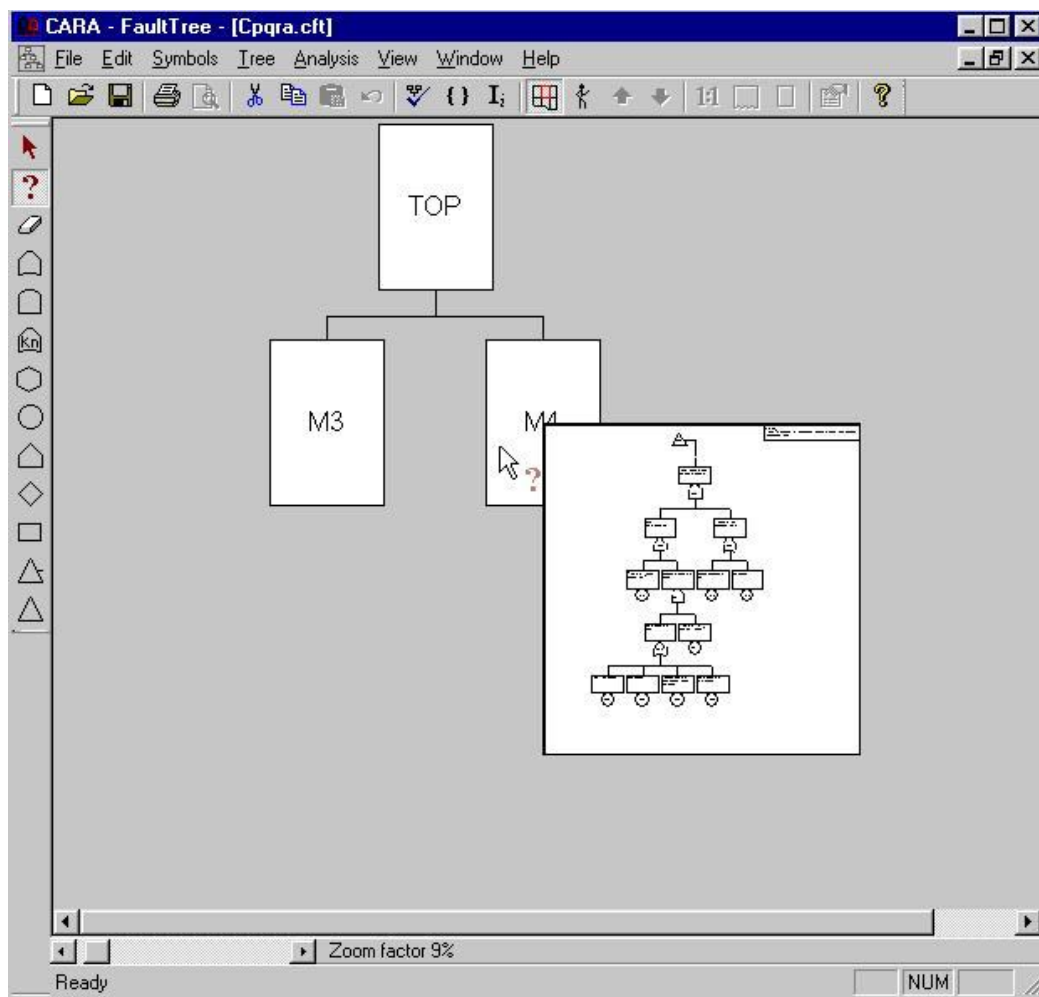
Oprogramowanie norweskiej firmy *Sydvest Software* nie stanowi zintegrowanego pakietu, natomiast z uwagi na przeznaczenie poszczególnych narzędzi warte jest

¹² *MIL-M-38510 – General Specification for Military Microcircuits*. US Department of Defense.

wymienienia jako stosunkowo konkurencyjny pod względem ceny, możliwości i komfortu pracy w stosunku do wcześniej przedstawionych pakietów zintegrowanych [5]. Pośród programów firmy *Sydvest Software* na szczególną uwagę zasługują programy *CARA-FaultTree*, *Sabaton* oraz *Manifer*. Firma opracowała również program *Kyrass* wspierający analizy z zakresu bezpieczeństwa eksploatacji systemów technicznych, niestety narzędzie to jest aktualnie dostępne jedynie w języku norweskim. Programy o przeznaczeniu zbliżonym do wcześniej omawianych to:

- *CARA-FaultTree* – program pozwalający na modelowanie systemów w postaci drzew niezdatności oraz prowadzenie analizy zbudowanych modeli. Widok interfejsu użytkownika w programie

CARA-FaultTree przedstawiono na rys.5. Program charakteryzuje się z jednej strony prostotą obsługi, zaś z drugiej stanowi wydajne narzędzie do budowania i analizy złożonych drzew niezdatności. Intuicyjny graficzny interfejs użytkownika ułatwia i skraca proces analizy. *CARA-FaultTree* pozwala na analizę wpływu poszczególnych niezdatności na działanie całego systemu. Program pozwala na oszacowanie sześciu miar niezawodnościowych z wykorzystaniem różnych algorytmów. Ponadto narzędzie *CARA-FaultTree* pozwala na przeprowadzenie procesu poszukiwania minimalnych przekrojów niezdatności oraz analizę ważności zdarzeń i oszacowanie niepewności analizy.



Rys. 5. Okno modelowania systemu w programie *CARA-FaultTree*

- *Sabaton* – narzędzie wspomagające analizę rodzajów i skutków niezdatności *FMEA* oraz rodzajów, skutków i krytyczności niezdatności *FMECA*. Metody te są zwykle wykorzystywane w fazie rozwojowej produktu lub systemu dla ujawnienia możliwych rodzajów i skutków niezdatności.
- *Manifer* – program wspomagający analizę procesu eksploatacji i zarządzanie oparte o metodę *RCM* (eksploatacja ukierunkowana na niezawodność). Metodyka ta pozwala na określenie optymalnych

wymagań w zakresie obsługi w kontekście efektywnej eksploatacji. Program może wspierać rozwój nowo wprowadzanych środków obsługowych jak również ulepszać rozwiązania istniejące, gdzie pożądana jest poprawa efektywności produkcji.

5. Uwagi Końcowe

Wybierając odpowiedni pakiet do prowadzenia analizy niezawodnościowej złożonych systemów technicznych i antropotechnicznych należy mieć na

uwadze, czy uzyskane wyniki analizy będą dalej opracowywane i przetwarzane z wykorzystaniem innych programów, a jeśli tak to, jakich i jaki jest zakres możliwości transferu informacji pomiędzy poszczególnymi programami, modułami i pakietami. Producenci dają możliwość wymiany informacji pomiędzy własnymi pakietami, często również do i z programów innych producentów jak np. *PRISM*, a także możliwość raportowania do powszechnie stosowanych typów plików jak pliki tekstowe *txt* i *rdf* oraz dokumenty pakietu biurowego *Microsoft Office*, w tym pliki edytora tekstów *Word (doc)*, arkusza kalkulacyjnego *Excel (xls)* oraz pliki bazy danych *Access (mdb)*.

O możliwości zastosowania określonego programu do określonych zastosowań decydują indywidualne wymagania analityka oraz zakres i cel analizy. Ponadto zakres możliwych analiz wykonywanych w poszczególnych programach jest różny i w szczególnych przypadkach może zaistnieć potrzeba prowadzenia analizy z wykorzystaniem dwóch programów danego rodzaju. Innym zagadnieniem, które nie zostało tutaj poruszone jest koszt zakupu poszczególnych pakietów (programów), informacje te osoby zainteresowane mogą uzyskać kontaktując się z odpowiednimi dystrybutorami oprogramowania, np. poprzez odnośniki do stron internetowych zamieszczone w literaturze.

Atrakcyjną cechą opisanych programów jest obsługa gwarancyjna udzielana na poszczególne pakiety oraz fakt, iż producenci poszczególnych pakietów oferują seminaria i szkolenia w zakresie prowadzenia analizy niezawodnościowej i gotowościowej z wykorzystaniem oferowanych przez nich pakietów.

Materiał spełnił swoje postawione zadanie, jakim była ogólna charakterystyka oprogramowania do komputerowego wspomaganie jakościowej i ilościowej analizy niezawodnościowej. Bardziej szczegółową prezentację (opis cech charakterystycznych, szczegółowy opis oferowanych opcji, informacje o najnowszych zmianach i uaktualnieniach) poszczególnych kodów programowych przedstawionych producentów jak również innych firm przedstawiono w dokumentacji produktów m.in. przedstawionej na stronach producentów [1-6].

Literatura

1. *Dokumentacja pakietu Reliability Workbench* (<http://www.isograph-software.com>).
2. *Dokumentacja pakietu Item Toolkit* (<http://www.itemsoft.com>).
3. *Dokumentacja pakietu Relex Reliability Studio* (<http://www.relex.com>).
4. *Dokumentacja oprogramowania firmy ReliaSoft* (<http://www.reliasoft.com>).
5. *Dokumentacja oprogramowania firmy Sydvest Software* (<http://www.sydvest.com>).
6. *Informacje o programach do wspomaganie analizy niezawodności, obsługiwalności i bezpieczeństwa systemów technicznych* (<http://www.plant-maintenance.com>).
7. *Isograph Direct Authors of the World's Leading Software for Reliability, Availability,*

Maintainability, Safety & Life Cycle Costing.

Publikacja firmy Isograph.

8. *Item Software World Leaders In Reliability Engineering Software.* Publikacja firmy Item Software.
9. *The intuitive solution. Relex Visual Reliability Software.* Publikacja firmy Relex.

Leszek Chybowski, Zbigniew Matuszak
Szczecin, Poland

COMPARISON OF INTEGRATED SOFTWARE PACKAGES FOR CARRY OUT OF MULTIASPECT RELIABILITY ANALYSIS

General outline of applications and the most important features of selected programs for reliability, availability, maintainability and operation safety analysis of complex technical and anthropotechnical systems, made by recognized software developers have been shown in the paper. The most important features of particular software packages (program sets), programs (individual codes) and modules (code blocks worked in one software environment) have been pointed out and compared in general point of view.