

BADANIE FUNKCJONALNE SYSTEMU AUTOMATYKI KOLEJOWEJ PRZY UŻYCIU SYSTEM EKSPERTOWEGO

Podstawową funkcjonalnością systemów automatyki kolejowej jest zapewnienie sprawnego i bezpiecznego ruchu kolejowego. Współczesna technika, w szczególności elektronika i informatyka, pozwala zautomatyzować coraz więcej czynności w procesie transportowym. Niezależnie jednak od technologii, w jakiej wykonane są systemy automatyki kolejowej, muszą one spełniać określone wymagania dotyczące bezpieczeństwa. Powoduje to zaliczanie ich do grupy systemów krytycznych (ang. safety-critical systems), określanych również mianem systemów związanych z bezpieczeństwem (ang. safety-related systems). Dlatego też proces projektowania, budowania i dopuszczania do eksploatacji systemów automatyki kolejowej zawsze kończy się oceną poprawności każdego z tych etapów. Należy podkreślić, że jest to proces skomplikowany i wymagający od osób w nim uczestniczących dużego doświadczenia zawodowego. Można w tym celu zastosować specjalizowane oprogramowanie nazywane systemem ekspertowym. Autorzy artykułu, korzystając ze środowiska ExSys Corvid, zbudowali system ekspertowy do weryfikacji i walidacji systemu samoczynnej sygnalizacji przejazdowej. Przeprowadzone badania potwierdziły dużą przydatność tej technologii, a zarazem potrzebę rozszerzenia badań na inne rodzaje systemów automatyki kolejowej.

WSTĘP

Systemy automatyki kolejowej są systemami związanymi z bezpieczeństwem (ang. safety-related systems), a tym samym niezbędne jest zapewnienie przez nie dużego poziomu bezpieczeństwa [13, 18, 19]. Dopuszczenie tych systemów do eksploatacji wiąże się z przeprowadzeniem procesu weryfikacji i walidacji, czyli sprawdzenia zgodności systemu ze specyfikacją projektową i kontroli pod kątem spełnienia oczekiwań użytkownika. Skomplikowana procedura oceny poprawności systemu jest czynnością przebiegającą zgodnie z przyjętym planem, a tym samym jest czynnością powtarzalną [14]. Autorzy artykułu zaproponowali wykorzystanie systemu ekspertowego w procesie oceny zgodności systemów automatyki kolejowej. Systemy ekspertowe należą do najpopularniejszych narzędzi sztucznej inteligencji, które znalazły duże zastosowanie praktyczne [1, 4, 8, 11, 16]. Główną zaletą tych systemów jest to, że dysponują wiedzą eksperta z wybranej dziedziny, a tym samym umożliwiają rozwiązanie określonych zadań decyzyjnych bez fizycznej obecności eksperta. Ponadto można w takim systemie zagregować wiedzę wielu specjalistów. Systemy ekspertowe to narzędzia, które idealnie nadają się do automatyzacji powtarzalnych decyzji, problemów i zadań. Autorzy artykułu przeprowadzili badania dotyczące możliwości wykorzystania systemu ekspertowego w procesie weryfikacji i walidacji przykładowego systemu automatyki kolejowej, jakim jest system samoczynnej sygnalizacji przejazdowej (SSP).

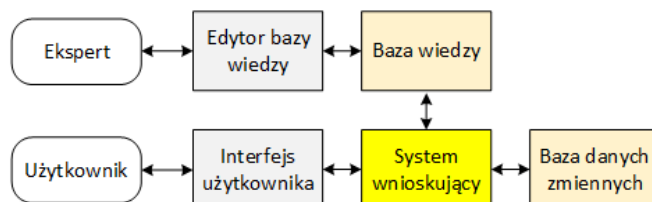
1. SYSTEMY EKSPERTOWE

Nazwa systemu ekspertowe pochodzi od słowa „ekspert”, oznaczającego człowieka dysponującego specjalistyczną wiedzą w pewnej dziedzinie i umiającego ją wykorzystać do rozwiązywania problemów z tej dziedziny.

Podstawowymi elementami systemu ekspertowego są [12]:

- baza wiedzy (ang. knowledge base), która zawiera wiedzę potrzebną do rozwiązania określonego problemu,

- system wnioskujący (ang. inference engine), który wyznacza fakty wynikające z bazy wiedzy i zbioru faktów początkowych,
- interfejs użytkownika (ang. user interface), który umożliwia zadawanie pytań oraz uzyskiwanie od systemu odpowiedzi,
- edytor bazy wiedzy (ang. knowledge base editor), który pozwala na modyfikację wiedzy zawartej w systemie, umożliwiając tym samym jego rozbudowę.
- bazę danych zmiennych (ang. explanation facility), która jest pamięcią roboczą przechowującą pewne fakty wprowadzone w trakcie dialogu z użytkownikiem.



Rys. 1. Schemat blokowy systemu ekspertowego (opracowanie własne)

Kluczowym elementem systemu ekspertowego jest jego baza wiedzy (rysunek 1). Najpopularniejszym sposobem reprezentacji wiedzy wykorzystywanym w systemach ekspertowych jest reprezentacja wiedzy za pomocą reguł [3]. Reguła to funkcja logiczna, której argumentami są warunki, a wartością jest wniosek:

wniosek jeżeli lista warunków

Tak więc, regułę można podzielić na dwie części: wniosek i część warunkową, przy czym warunków może być dowolna liczba, zaś wniosek jest jeden. Reprezentacja wiedzy za pomocą reguł pozwala na doskonałe opisanie wielu skomplikowanych problemów praktycznych. Zastosowanie takiego sposobu reprezentacji wiedzy umożliwia uzyskanie modularności bazy wiedzy, ułatwia przyrostową jej rozbudowę, a także pozwala przedstawić wiedzę eksperta w sposób intuicyjny, jasny i przejrzysty oraz łatwy do zweryfikowania.

Jest to bardzo istotne podczas budowy, uaktualniania i użytkowania bazy wiedzy, gdzie eksperci dziedzinowi zazwyczaj nie są fachowcami od systemów ekspertowych. W takim przypadku jest im tę wiedzę łatwiej zdefiniować, a następnie zweryfikować. Bardzo istotną cechą reprezentacji wiedzy przy pomocy reguł jest możliwość zagnieżdżenia reguł, czyli wykorzystania wniosku jednej reguły jako argumentu następnej reguły. Możliwość zagnieżdżenia reguł pozwala na czytelniejsze i bardziej przejrzyste wyrażenie wiedzy eksperta.

Jak już wspomniano, system ekspertowy oprócz bazy wiedzy składa się również z mechanizmu wnioskowania. Zasadniczo wyróżnia się trzy podstawowe rodzaje wnioskowania [9]:

- wnioskowanie „w przód” (ang. forward chaining),
- wnioskowanie „wstecz” (ang. backward chaining),
- wnioskowanie „mieszane” (ang. mixed reasoning).

Wnioskowanie „w przód” charakteryzuje się tym, że na podstawie dostępnych reguł i faktów generowane są nowe fakty, a w efekcie końcowym można oszacować te aspekty problemu, na które pozwalają warunki. Wnioskowanie „wstecz” polega na odwrotnym kierunku rozumowania, czyli znając stan docelowy należy ustalić jakie warunki determinują ten stan. Na podstawie przesłanek udowodniana jest hipoteza główna. W przypadku wnioskowania „mieszanego” wykorzystuje się wszystkie wyżej wymienione rodzaje wnioskowania. Pozwalają na to metareguły, w których zawarte są wskazania dotyczące wyboru sposobu wnioskowania. Praktyczna realizacja systemu ekspertowego może być przeprowadzona w oparciu o:

- dedykowane do tego celu języki programowania np.: Prolog, Lisp,
- dostępne komercyjne pakiety pozwalające na implementację systemów ekspertowych bez znajomości języków programowania.

Autorzy zdecydowali się użyć komercyjnego pakietu ExSys Corvid. Pozwala on na zapisanie kodu wykonalnego dla systemu w formacie HTML. Dzięki temu może być uruchomiony na dowolnym urządzeniu mobilnym z zainstalowaną przeglądarką internetową.

2. SYSTEM EXSYS CORVID

ExSys Corvid jest szkieletem systemu posiadającym wszystkie elementy systemu ekspertowego z niewypełnioną bazą wiedzy. Oprogramowanie to służy do szybkiego tworzenia systemów ekspertowych na stronach WWW [10]. ExSys Corvid przewiduje do tego celu wykorzystanie zdefiniowanych przez użytkownika zmiennych (ang. Variables), bloków logicznych (ang. Logic Blocks) lub bloków akcji (ang. Action Blocks), a także bloków komend (ang. Command Blocks). Zmienne są podstawą każdego systemu ekspertowego tworzonego w środowisku ExSys Corvid. Dlatego przed przystąpieniem do budowy systemu należy zaplanować jego funkcjonalność i wynikające stąd zmienne, które posłużą do tworzenia reguł. W środowisku tym uwzględniono następujące typy danych [7]:

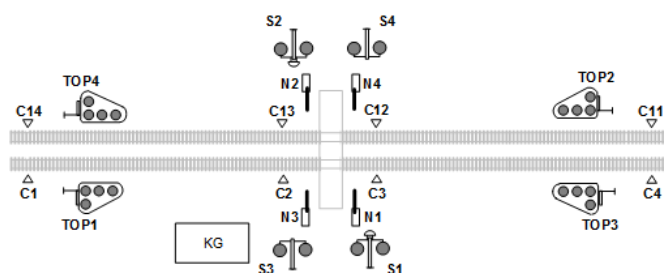
- Static List - lista wyboru, której wartości znane są już podczas tworzenia systemu ekspertowego,
- Dynamic List - lista wyboru, której wartości ustalane są podczas działania systemu,
- Numeric - wartość liczbowa, która może być używana we wzorach lub wyrażeniach warunkowych,
- String - zmienna, do której zostanie przypisana wartość będąca ciągiem tekstowym,
- Date - zmienna, do której zostanie przypisana wartość będąca datą,
- Collection / Report – zmienna będąca listą (kolekcją) ciągów tekstowych,

- Confidence - zmienna, której może być przypisany stopień pewności.

Wnioskowanie w środowisku ExSys Corvid, podobnie jak w innych systemach ekspertowych, opiera się o reguły typu IF/THEN, zorganizowane w bloki logiczne. Reguły te opisują poszczególne kroki jakie musi uwzględnić ekspert podczas podejmowania decyzji. W wyniku takiego działania podjęta decyzja jest kombinacją wielu bardzo skomplikowanych reguł. Odzwierciedla to proces podejmowania decyzji w świecie rzeczywistym. Nie ma określonych zasad budowy bloków logicznych w środowisku ExSys Corvid, co pozwala na realizację dowolnej strategii budowy systemu ekspertowego. Blok logiczny może być pojedynczą regułą jak również skomplikowanym drzewem decyzyjnym. Cały system może mieć jeden lub wiele bloków logicznych. Przyjmuje się, że pojedynczy blok logiczny powinien zawierać wszystkie reguły dotyczące konkretnego problemu, czy też podejmowanej decyzji. Pozwala to na łatwiejsze zrozumienie logiki jaka jest w nim zawarta. Zarządzanie zmiennymi i blokami logicznymi realizowane jest w bloku komend. Bloki te odpowiedzialne są m.in. za takie czynności jak: inicjowanie zmiennych, wywołanie bloków logicznych, a także formatowanie wyników. Tak więc, ExSys Corvid musi zawierać przynajmniej jeden Command Block [6].

3. SYSTEM SAMOCZYNNY SYGNALIZACJI PRZEJAZDOWEJ

Jednopoziomowe skrzyżowania linii kolejowych z drogami kołowymi nazywamy przejazdami kolejowymi. Rozwój przemysłu motoryzacyjnego i związany z tym wzrost liczby pojazdów samochodowych, a także zwiększenie ruchu kolejowego wymusza potrzebę zapewnienia bezpieczeństwa na przejazdach kolejowych. W celu ochrony użytkowników dróg kołowych przed zagrożeniami wynikającymi z ruchu kolejowego budowane są systemy zabezpieczenia przejazdów [2]. Systemami o największej funkcjonalności są systemy samoczynnej sygnalizacji przejazdowej (SSP), służące do zabezpieczenia ruchu na przejazdach kolejowych kategorii B lub C. Przykładowe rozmieszczenie urządzeń SSP w strefie przejazdu dla linii dwutorowej przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Wyposażenie przejazdu kategorii B z systemem SSP (opracowanie własne)

W stanie oczekiwania systemu światła tarcz ostrzegawczych TOP, światła sygnalizatorów drogowych S, światła latarek dróg są wygaszone, wyłączony jest sygnał dźwiękowy, drągi zapór znajdują się w położeniu pionowym. W tym czasie system cały czas kontroluje obwody czujników koła, światła sygnalizatorów drogowych, światła latarek dróg, ciągłość obwodów dróg, położenie dróg oraz stan zasilania. Po przejechaniu pierwszej osi pociągu nad czujnikiem koła załączają ostrzeżenie (C1, C4, C11, C14) następuje zainicjowanie pracy urządzeń. Włączone zostają światła sygnalizatorów drogowych i sygnał akustyczny, a następnie wyświetlony zostaje sygnał OSP-2 (dwa światła białe pionowe sygnalizujące sprawność urządzeń przejazdowych) na tarczy ostrzegawczej

sygnałowej TOP dla wybranego kierunku jazdy. Po upływie 8 sekund od chwili załączenia sygnalizatorów rozpoczyna się zamykanie półrogatek wjazdowych. Po odchyleniu się drąga o 15 stopni od pozycji pionowej załączane są światła lampek zainstalowanych na drągu. Jeżeli system wyposażony jest w cztery półrogatki, wówczas po uniemożliwieniu wjazdu na skrzyżowanie następuje zamykanie półrogatek wjazdowych. Wjazd pierwszego koła pociągu na pierwszy czujnik drugiej strefy (C2, C3, C12, C13) powoduje wyłączenie sygnału akustycznego. Po opuszczeniu przez pociąg strefy przejazdu następuje wygaszenie światła na tarczy ostrzegawczej przejazdowej. W czasie 6 sekund od opuszczenia przejazdu przez pociąg rozpoczyna się podnoszenie rogatek wjazdowych. Gdy rogatki wjazdowe zostaną całkowicie otwarte następuje otwieranie rogatek wjazdowych. Po całkowitym otwarciu rogatek wjazdowych wygaszone zostają sygnalizatory drogowe [5].

System SSP musi spełniać następujące wymagania [17]:

- włączanie ostrzegania przy zbliżeniu się pociągu do skrzyżowania, przy uwzględnieniu czasu dojechania pociągu do skrzyżowania,
- wyłączenie ostrzegania natychmiast po opuszczeniu skrzyżowania przez pociąg,
- w przypadku ruchu dwukierunkowego, oddalanie się pociągu od przejazdu nie powinno powodować ostrzegania,
- wjazd następnego pociągu w kontrolowaną sekcję powinien powodować podtrzymanie ostrzegania,
- zmiana kierunku jazdy pociągu, po opuszczeniu kontrolowanej sekcji, powinna powodować wyłączenie ostrzegania,
- w przypadku stosowania zapór drogowych, zamykanie ich powinno nastąpić z określonym opóźnieniem względem włączenia ostrzegania świetlnego i akustycznego,
- zapory drogowe powinny być oznakowane światłami ostrzegawczymi,
- otwarcie zapór przez osoby postronne powinno być wykluczone.

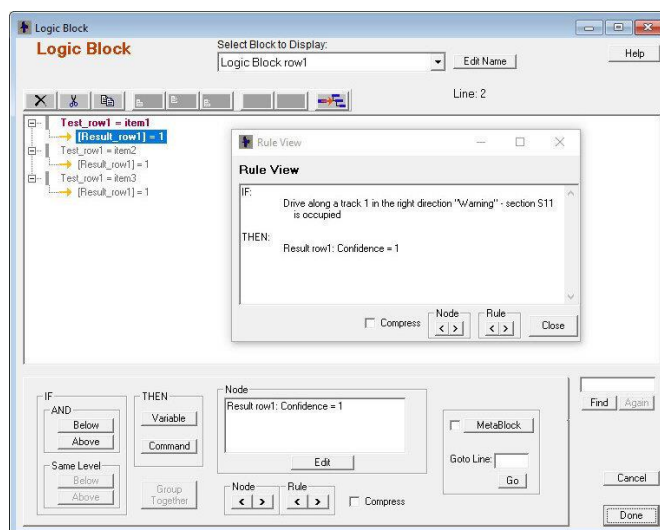
4. SYSTEM EKSPERTOWY DO BADANIA SSP

Systemy samoczynnej sygnalizacji przejazdowej pełnią istotną rolę w zapewnieniu bezpieczeństwa, a tym samym dopuszczenie tych systemów do eksploatacji wymaga przeprowadzenia szczegółowych badań jakościowych [15]. Przykładowa procedura weryfikacji i walidacji systemu SSP w zakresie kontroli funkcjonalności składa się z następujących etapów:

- kontrola reakcji systemu na wystąpienie różnych sytuacji ruchowych,
- kontrola reakcji systemu na wyłączenie czujników torowych,
- sprawdzenie poprawności reakcji systemu w przypadku wystąpienia usterki czujników włączających,
- sprawdzenie poprawności reakcji systemu w przypadku wystąpienia usterki czujników wyłączających,
- sprawdzenie poprawności reakcji systemu w przypadku wystąpienia usterki sygnalizatorów drogowych,
- kontrola poprawności działania rogatek,
- kontrola poprawności działania tarcz TOP,
- badanie reakcji systemu na wystąpienie błędów transmisji,
- badanie reakcji systemu na wystąpienie sytuacji nieprawidłowych.

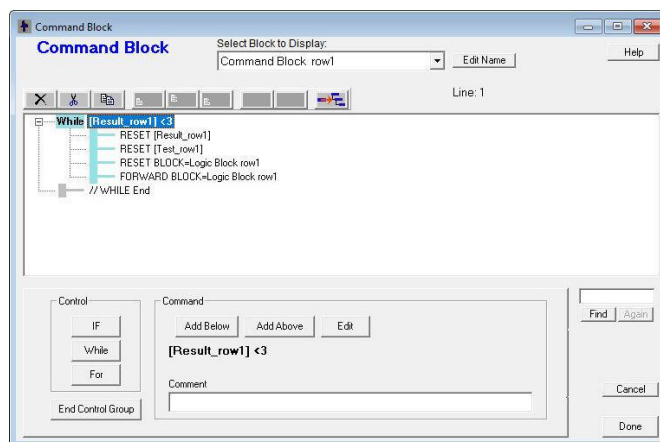
Autrzy artykułu przeprowadzili badania dla wybranego zakresu procedury kontrolnej, jakim jest sprawdzenie reakcji systemu na występowanie różnych sytuacji ruchowych. Procedura ta składa się ze 113 punktów kontrolnych, dla których zostały opracowane reguły decyzyjne w systemie ekspertowym ExSys Corvid. Budowanie systemu ekspertowego polegało na zdefiniowaniu zmiennych pomocniczych (typu Static List) oraz zmiennych, w których będą prze-

chowywane wyniki działania reguł (typu Confidence). Następnie dla każdego etapu kontroli utworzono oddzielne reguły decyzyjne (rys. 3).



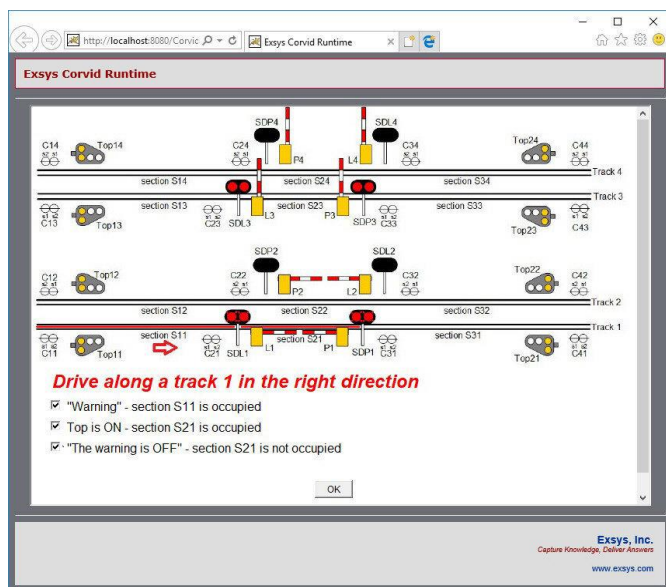
Rys. 3. Okno „Logic Block” z przykładowymi regułami (opracowanie własne)

Ostatnim etapem budowania systemu ekspertowego dla systemu SSP było zdefiniowanie bloku komend. Z każdym etapem kontroli systemu SSP związany jest oddzielny blok komend. Czynności realizowane w bloku komend polegają na wyzerowaniu zmiennych, wywołaniu reguł związanych z danym etapem kontroli, a następnie na sprawdzeniu reakcji osoby wykonującej procedurę weryfikacji i walidacji systemu SSP (rys. 4).



Rys. 4. Okno „Command Block” dla wybranego etapu kontroli (opracowanie własne)

Osoba sprawdzająca prawidłowość funkcjonowania badanego systemu SSP powinna wykonać czynności wskazane przez system ekspertowy. Realizacja kolejnych etapów procedury kontrolnej, która wykonywana jest pod nadzorem systemu ekspertowego, musi zostać potwierdzona przez użytkownika. Przykładowe działanie systemu ekspertowego wspomagającego proces weryfikacji i walidacji systemu SSP zostało przedstawione na rysunku 5.



Rys. 5. Badanie poprawności działania systemu SSP wspomagane przez system ekspertowy (opracowanie własne)

PODSUMOWANIE

Zmiany w przemyśle kolejowym stymulowane są przez wiele czynników, między innymi przez rosnące wymagania jakościowe i techniczne dla infrastruktury kolejowej, a także uregulowania normalizacyjne i prawne. Problemem szczególnie ważnym jest zapewnienie wysokiego poziomu bezpieczeństwa transportu kolejowego. Realizacja tego celu jest osiągana między innymi przez budowanie bezpiecznych systemów automatyki kolejowej. Dlatego też, proces dopuszczenia tych systemów do eksploatacji, wymaga przeprowadzenia weryfikacji i walidacji zgodnie z przyjętym planem kontroli. Ponieważ czynność ta wykonywana jest przez osoby posiadające duże doświadczenie zawodowe i niezbędne kompetencje, autorzy artykułu zaproponowali wykorzystanie systemu ekspertowego, jako narzędzia wspomagającego proces oceny zgodności systemu z wymaganiami. Badania eksperymentalne, prowadzone dla wybranego typu systemu, jakim jest system samoczynnej sygnalizacji przejazdowej, potwierdziły dużą przydatność tej technologii. Autorzy artykułu planują rozwój systemu ekspertowego, między innymi poprzez uwzględnienie innych rodzajów systemów automatyki kolejowej. Powinno to usprawnić proces badania poprawności działania systemów automatyki kolejowej, a także zapewnić dużą skuteczność i wiarygodność tego procesu.

BIBLIOGRAFIA

1. Alibaba, H.Z., Ozdeniz, M.B.: *A building elements selection system for architects*. Building and Environment, volume 39, issue 3, pp. 307-316, 2004.
2. Bester, L., Toruń, A.: *Modeling of reliability and safety at level crossing including in polish railway conditions*. Mikulski, J. (ed.) TST2014. CCIS, volume 471, pp. 38-47. Springer, Heidelberg, 2014.
3. Darlington, K.: *The essence of expert systems*. Prentice-Hall, Imprint of Pearson Education, England, 2000.
4. Darvasi, D., Badescu, A., Dobritoiu, C., et al.: *Accounting software using expert systems*. 5th WSEAS International Conference on Business Administration (ICBA 11), Puerto Morelos, Mexico, 2011. Recent Advances in Business Administration, pp. 97-102, 2011.

5. Dyduch J. (red.): *Innowacyjne systemy sterowania ruchem*. Monografia nr 147, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom, 2010.
6. Exsys Inc.: *Exsys Corvid Advanced Tutorial*. USA, 2007.
7. Exsys Inc.: *Exsys Corvid Knowledge Automation Expert System Development Manual*. USA, 2010.
8. Fairuz, A.M., Sapuan, S.M., Zainudin, E.S.: *Prototype expert system for material selection of polymeric-based composites for fishing boat components*. Journal of Food Agriculture & Environment, volume 10, issue 3-4, pp. 1543-1549, 2012.
9. Giarratano J.C.: *Expert systems: principles and programming* (4th edition). Thomson Learning, Singapore, 2005.
10. Hauer, I., Butuza, A.: *Competence and competitiveness with Exsys Corvid Expert System 5.2.1*. 2nd Review of Management and Economic Engineering Management Conference (RMEE), Cluj Napoca, Romania, 2011. Review of Management and Economic Engineering International Management Conference, pp. 118-123, 2011.
11. Ionita, L., Ionita, I.: *Expert-GOSP - Expert System for Three-Phase Separator Diagnosis*. Studies in Informatics and Control, volume 24, issue 3, pp.293-300, 2015.
12. Jackson, P.: *Introduction to expert systems*. Addison-Wesley, England, 1999.
13. Kornaszewski, M., Bojarczak, P., Pniewski, R.: *Introduction of world innovative technologies to railway transport in Poland*. Proceedings of the 16th International Scientific Conference Globalization and Its Socio-Economic Consequences, Part II, pp. 962-969, 2016.
14. Lewiński, A., Perzyński, T.: *The Reliability and Safety of Railway Control Systems Based on New Information Technologies*. Communications in Computer and Information Science (104), Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 427-433, 2010.
15. Łukasik, Z., Ciszewski, T., Młynczak, J., Nowakowski, W., Wojciechowski, J.: *Assessment of the safety of microprocessor-based semi-automatic block signalling system*. 13th Scientific and Technical Conference TST P2016, Katowice, Poland, 2016. Contemporary Challenges of Transport Systems and Traffic Engineering, Book Series: Lecture Notes in Network and Systems, volume 2, pp. 137-144, 2017.
16. Moise, M., Zingale, M.: *Developing an Expert System for Invention Patent Examination*. 20th International Danube-Adria-Association-for-Automation-and-Manufacturing Symposium, Vienna, Austria, 2009. Annals of DAAAM for 2009 & Proceedings of the 20th International DAAAM Symposium, volume 20, pp. 1447-1448, 2009.
17. Nowakowski W., Ciszewski T., Młynczak J., Łukasik Z.: *Failure Evaluation of the Level Crossing Protection System Based on Fault Tree Analysis*. Recent Advances in Traffic Engineering for Transport Networks and Systems, Macioszek E. & Sierpiński G. (Eds.), Book Series: Lecture Notes in Network and Systems, Volume 21, pp. 107-115, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2018.
18. Nowakowski, W., Łukasik, Z., Bojarczak, P.: *Technical safety in the process of globalization*. Proceedings of the 16th International Scientific Conference Globalization and Its Socio-Economic Consequences, Part IV, pp. 1571-1578, 2016.
19. Pniewski R., Kornaszewski M.: *Global safety of Traffic Control Systems in anthropotechnical aspects*. 17th International Scientific Conference Globalization and Its Socio-Economic Consequences. Proceedings, Part IV. pp. 2012-201, 2017.

Functional analysis of railway traffic control system using an expert system

The major functionality of railway traffic control system is to ensure efficient and safe railway traffic. Contemporary technique, electronics and informatics in particular, allows for automation of more and more tasks in transportation processes. Irrespective of the manufacturing technology, railway traffic control systems have to meet specific safety requirements. Because of this, these systems belong to group of safety-critical systems, also called safety-related systems. Due to these requirements, development, building and verification processes of railway traffic control systems always end with the assessment of correctness of each process. It should be pointed out that these processes are compound and require high skills level for persons involved in it. Because of this, an environment for an expert system (ExSys Corvid) can be used to automation of these processes. Authors used ExSys Corvid environment to build the expert system for verification and validation of Level Crossing Protection System (LCPS).

Research conducted by authors confirmed high usefulness of this technology and showed the need for the usage of it in other railway traffic control systems.

Autorzy:

dr inż. **Waldemar Nowakowski** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, w.nowakowski@uthrad.pl

dr hab. inż. **Piotr Bojarczak** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, p.bojarczak@uthrad.pl

prof. dr hab. inż. **Zbigniew Łukasik** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, z.lukasik@uthrad.pl

JEL: L92 DOI: 10.24136/atest.2018.145

Data zgłoszenia: 2018.05.23 Data akceptacji: 2018.06.15