

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Recenzja wykonana na podstawie:

1. pisma z dnia 8 marca 2019 r. Dyrektora Instytutu Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk prof. dra hab. Sławomira Zadroźnego
2. umowy zawartej dnia 8 marca 2019 roku

Tytuł rozprawy: Safety of critical infrastructure exposed to operation and weather condition changes. (Bezpieczeństwo infrastruktury krytycznej narażonej na zmiany eksploatacyjne i pogodowe)

Autor rozprawy: mgr inż. Mateusz Torbicki

Promotor rozprawy: dr hab. Joanna Soszyńska-Budny, prof. nadzw. Uniwersytetu Morskiego w Gdyni

Promotor pomocniczy: dr Sambor Guze

Dziedzina: nauki techniczne

Dyscyplina: automatyka i robotyka

I. Cel, zakres i charakter rozprawy

Rozprawa doktorska mgra inż. Mateusza Torbickiego dotyczy analitycznych zagadnień bezpieczeństwa infrastruktur krytycznych (IK oznaczenie infrastruktury na potrzeby tej recenzji) rozumianych jako specyficznych systemów użytkowanych w bliżej nieokreślonym środowisku. Dla dość ogólnie określonej we wprowadzeniu IK Doktorant postawił sobie za cel skonstruowanie modeli jej bezpieczeństwa przy różnych założeniach, tj.

- modelu bez uwzględnienia oddziaływań zewnętrznych,
- modelu uwzględniającego zmienne warunki eksploatacyjne,
- modelu uwzględniającego zmienne warunki pogodowe,
- modelu uwzględniającego zmienne warunki eksploatacyjne i pogodowe.

Do konstrukcji modeli bezpieczeństwa IK Doktorant zastosował wielostanowe ujęcie i procesy Markowa. Dla skonstruowanych modeli zdefiniował wskaźniki bezpieczeństwa i odporności IK z wykorzystaniem dystrybucji rozkładów czasów przebywania w wyróżnionych stanach. Istnienie tych dystrybucji jako funkcji czasu użytkowania systemu założone było a priori. Celem zamykającym rozprawę było wskazanie możliwości praktycznego zastosowania uzyskanych wyników do oceny bezpieczeństwa i odporności rzeczywistych IK. Opracowane modele bezpieczeństwa infrastruktury krytycznej zostały zastosowane do wyznaczenia wskaźników bezpieczeństwa i odporności portowej sieciowej IK transportu paliwa. Charakter rozprawy jest czysto teoretyczny a jej zakres dotyczy wąskiej klasy systemów wielostanowych spełniających przyjęte w rozprawie założenia.

II. Charakterystyka struktury i zawartości rozprawy

Praca magistra inżyniera Mateusza Torbickiego liczy łącznie 122 strony i złożona jest z ośmiu części w tym z przedmowy oraz podsumowania. Zamieszczona bibliografia liczy 41 pozycji z czego 13 współautorskich ([4], [9], [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32], [33]), oraz jedna autorska ([38]).

Przedmowa oznaczona jako pierwszy rozdział zawiera objaśnienia dotyczące IK i informacje pomocne w zrozumieniu idei przedstawionej koncepcji badawczej. Doktorant zasygnalizował, że uogólniony model bezpieczeństwa powstał głównie na koncepcjach opisanych w pracach prof. Krzysztofa Kołowrockiego oraz prof. Joanny Soszyńskiej-Budny – promotora recenzowanej rozprawy. W kolejnych rozdziałach opracowane zostały modele będące celem rozprawy.

Do opisu procesu działania, procesu zmiany pogody i łącznego procesu działania z uwzględnieniem zmiany pogody Doktorant zastosował procesy pół-Markowa. Procesy te są opisane przez zbiór stanów dyskretnych, wektor prawdopodobieństw początkowych, macierze prawdopodobieństw przejść między stanami, macierze warunkowych dystrybucji i funkcji gęstości czasów przebywania elementów systemu w poszczególnych stanach. Do wyznaczenia granicznych prawdopodobieństw przejść procesu między stanami Doktorant zastosował metodę opracowaną przez Kołowrockiego.

Przy założeniu braku pamięci współrzędnych funkcji bezpieczeństwa IK Doktorant wprowadził współczynniki wpływu procesów zewnętrznych dla poszczególnych stanów na parametry bezpieczeństwa funkcjonowania IK i przedstawił ich związek z funkcją bezpieczeństwa. Następnie Doktorant pokazał jak wyznaczyć funkcję bezpieczeństwa warunkowej IK dla określonych stanów procesów zewnętrznych i przedstawił ocenę bezwarunkowych współrzędnych funkcji bezpieczeństwa IK. Bezwarunkowa funkcja bezpieczeństwa IK jest pierwszym wskaźnikiem bezpieczeństwa i stanowi podstawę do określenia innych wskaźników bezpieczeństwa i odporności IK, które według Doktoranta mają kluczowe znaczenie dla operatorów i użytkowników IK. Wskaźnikami tymi są funkcja ryzyka IK i jej wykres zwany krzywą niestabilności, średnia wartość i odchylenie standardowe czasu do przekroczenia stanu krytycznego, moment w którym wartość funkcji ryzyka IK przekracza akceptowalny poziom bezpieczeństwa, intensywność starzenia się IK, wpływ procesów zewnętrznych na intensywność starzenia się IK oraz wskaźniki odporności IK na oddziaływanie procesów zewnętrznych. W kolejnych rozdziałach przedstawione były modele będące celem rozprawy.

Głównym, oryginalnym wynikiem pracy jest skonstruowanie ogólnego łącznego modelu bezpieczeństwa IK, łączącego modele semi-markowskie jej procesu eksploatacji i procesu zmian pogodowych z wielostanowym modelem bezpieczeństwa.

W rozdziale 7 doktorant przedstawił zastosowanie wprowadzonych modeli do wyznaczenia wskaźników bezpieczeństwa i odporności rurociągowego transportu produktów naftowych pomiędzy Portem Gdynia i terminalem w Dębogórze jako elementu Bałtyckiej sieci rurociągów.

W bardzo krótkim podsumowaniu rozprawy ujętym jako rozdział 8 doktorant stwierdził, że wyniki zastosowania opracowanych modeli dowodzą, że mają istotną wartość praktyczną, ponieważ pozwalają na analizę i ocenę bezpieczeństwa i odporności rzeczywistych IK wraz ze zmianami struktur i parametrów bezpieczeństwa ich aktywów / elementów pod wpływem warunków operacyjnych i pogodowych. Ponadto doktorant stwierdził, że przedstawione modele można zastosować do prognozowania bezpieczeństwa i odporności oraz identyfikacji krytycznych infrastrukturalnych sieciowych. Niestety w podsumowaniu brakuje wniosków co do dalszych kierunków badań.

III. Uwagi polemiczno-krytyczne i pytania

Doktorant wprowadził w tematykę badawczą bez przeprowadzenia analizy aktualnych problemów dotyczących zarządzania utrzymaniem IK, obejmującej m.in. badanie podatności na zagrożenia wewnętrzne i zewnętrzne oraz scenariuszy działań obsługowych, jakie należy podejmować w takich sytuacjach. IK były projektowane już w starożytności, a współcześnie warto wspomnieć o obowiązujących normach prawnych odnoszących się do zarządzania kryzysowego dotyczącego IK na różnym poziomie decyzyjnym (unijne, krajowe, wojewódzkie, miejskie, np. Ustawa z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym). Już z ustawy wynika, że IK musi posiadać plan ochrony obejmujący identyfikację ważnych zasobów, analizę ryzyka opartą na scenariuszach głównych zagrożeń i słabościach zasobów oraz identyfikację, wybór i ustalenie priorytetów procedur i środków ochrony. W związku z powyższym brakuje krytycznej analizy literatury przedmiotu i klarownego uzasadnienia potrzeby rozwijania wytyczonego w rozprawie kierunku badań.

Nie wskazanie przez Doktoranta klasy IK do której ograniczone jest modelowanie sugeruje, że opracowane modele dotyczą wszelkich systemów mających kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa i egzystencji wyróżnionych grup społeczeństw, rządów i funkcjonowania państw. Począwszy od strony 14-tej Doktorant definiował systemy typu szeregowego, równoległego i „k z n”. Z podanych definicji typów IK wynika, że rozważania dotyczą klasy systemów wielostanowych zdefiniowanych przez Richarda Barlowa i Aleksandra Wu w pracy pt. „*Coherent systems with multi-state components*” z 1978 roku, co by dużo wyjaśniło, gdyby było podane na wstępie, gdyż tego typu systemy były przedmiotem intensywnych badań przez co najmniej dwie dekady.

Pytanie 1. *Czy można zastosować opracowane modele dla dowolnej IK?*

Na poziom bezpieczeństwa infrastruktury wpływa wiele czynników zarówno mierzalnych wyrażanych w różnych skalach jak i niemierzalnych. Czynniki te łącznie mogą tworzyć zawiłą wielowymiarową strukturę.

Pytanie 2. *Jak można uzasadnić przyjętą w rozprawie a priori poczynioną dyskretyzację i liniowe uporządkowanie stanów bezpieczeństwa oraz stanów pogodowych?*

W rozprawie Doktorant w sposób a priori przyjął założenia modelu IK. W mojej ocenie wprowadzone założenia systemu wielostanowego sformułowane na stronie 10-tej są tak silne, że otrzymane wyniki mają wartość poznawczą czysto teoretyczną. Aby zwiększyć możliwości aplikacyjne opracowanych modeli IK warto znać odpowiedzi na kolejne pytania.

Pytanie 3. *Czy z wyróżnionymi poziomami bezpieczeństwa zwanymi w rozprawie stanami związane są ściśle określone konsekwencje oraz działania operatora IK?*

Pytanie 4. *Czy założenie, że IK i jej elementy w czasie użytkowania zmieniają stan tylko w kierunku pogarszania oznacza, że systemy tego typu nie mają obsług planowych, korekcyjnych i prewencyjnych przywracających wyższe stany? Na czym polega aktywne przeciwdziałanie zagrożeniom?*

Pytanie 5. *Czy istnieje rozkład $S_i(t, \cdot)$ spełniający warunek $S_i(t, 0) \geq S_i(t, 1) \geq \dots \geq S_i(t, z)$, $t \geq 0$, $i = 1, 2, \dots, n$ taki, że zmienne losowe $T_i(u)$ są niezależne?*

Pytanie 6. *W rozprawie używane są wymiennie terminy „assets” i „components”. Czy jest jakaś różnica w ich znaczeniu?*

Brak uzasadnienia możliwości badania niezależności zmiennych losowych opisujących zachowanie badanych obiektów oraz brak wskazania możliwości estymacji rozkładów czasów przebywania w wyróżnionych stanach, w zasadniczy sposób ogranicza możliwości aplikacyjne opracowanych modeli.

Pytanie 7. *Czy Doktorant w swoich badaniach zastanawiał się nad możliwościami pozyskiwania i przetwarzania danych empirycznych?*

Dla potencjalnego operatora IK podane w rozprawie formuły obliczeniowe bez wspomagania komputerowego mogą okazać się uciążliwe lub wręcz niemożliwe do zastosowania.

Pytanie 8. *Czy w swojej pracy Doktorant skorzystał ze wspomagania komputerowego i czy zna lub rozważa potrzebę zbudowania narzędzia informatycznego do wyznaczania zdefiniowanych charakterystyk bezpieczeństwa?*

Problem opisu procesu zmian pogodowych jest bardzo złożony.

Pytanie 9. *Czy do opis procesu zmiany pogody Doktorant konsultował się ze specjalistami od pogody?*

Należy podkreślić, że mimo moich pytań co do przyjętych a priori założeń badawczych i ich konsekwencji dotyczących wielostanowego systemu, do opracowania sformułowanych hipotez badawczych, doktorant dobrał właściwe metody a uzyskane wyniki są poprawne z formalnego punktu widzenia.

IV. Uwagi dotyczące poprawność redakcyjnej rozprawy

Wprowadzona symbolika jest poprawna, aczkolwiek ze względu na stosowane wielopoziomowe indeksowanie mało czytelna zwłaszcza przy tekstowej ich redakcji. Tekstowa redakcja symboli i równań dla wielopoziomowych formuł utrudnia percepcję tekstu.

Pytanie 10. *Dlaczego Doktorant redagował symbole i formuły matematyczne znakowo i oszczędnie korzystał z edytora równań?*

Pytanie 11. *Dlaczego Doktorant nie sporządził wykazu symboli, oznaczeń skrótów i terminów skoro jest ich tak dużo?*

Pytanie 12. *Czy podana na stronie 12-tej rozprawy funkcja $F(t, u)$, $t \geq 0$ dla $u = z$ jest dystrybuantą?*

V. Konkluzja

Mimo wielu moich pytań analiza całości recenzowanej rozprawy doktorskiej mgra inż. Mateusza Torbickiego pozwala na stwierdzenie, iż stanowi ona interesujące studium badawcze, prezentujące oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

Ja, niżej podpisany stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska mgra inż. Mateusza Torbickiego spełnia warunki określone w art. 13.1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65 poz. 595 z późn. zmianami) i wnioskuje do Rady Naukowej Instytutu Badań Systemowych PAN o dopuszczenie Mateusza Torbickiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

26.04.2019r.

Data sporządzenia recenzji


podpis recenzenta