

System analizy i oceny przebiegu ćwiczeń symulacyjnych służb sanitarnych⁴

1. Wstęp

W niniejszym artykule przedstawiono metodę analizy rezultatów i oceny przebiegu ćwiczeń symulacyjnych⁵ inspekcji sanitarnej. Omawiana metoda została zastosowana w systemie informatycznym wspierającym organizację ćwiczeń symulacyjnych (NESE) opracowanym przez konsorcjum w składzie Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie, Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii, Politechnika Warszawska oraz Tecna Sp. z o.o. System został zaprojektowany w celu podnoszenia kwalifikacji służb sanitarnych podległych Ministerstwu Zdrowia w zakresie prowadzenia dochodzeń epidemiologicznych w przypadku wystąpienia zatruc lub chorób zakaźnych przenoszonych drogą pokarmową.

Ocena rezultatów jest podstawowym elementem ćwiczeń wspomaganych komputerowo. Właściwe podejście do jej zaplanowania i wykonania stanowi o sukcesie prowadzonych ćwiczeń. Dlatego już na etapie planowania opracowywane są elementy oceny. Następnie w trakcie realizacji ćwiczeń zbiera się dane potrzebne do wyznaczania wskaźników, które są następnie analizowane i oceniane przez powołany w tym celu zespół analizy rezultatów.

Niniejsze opracowanie podzielono w związku z tym na części opisujące zadania związane z oceną realizacji ćwiczeń występujące przed (w fazach *Planning* i *Preparation*), w trakcie (w fazie *Execution*) i po ich przeprowadzeniu (faza *Analysis*)⁶.

¹ Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie, Wydział Cybernetyki.

² Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie, Wydział Cybernetyki.

³ Tecna Sp. z o.o.

⁴ Praca powstała w wyniku realizacji projektu PBS1/A7/6/2013 finansowanego przez NCBiR.

⁵ E.M. Abu-Taieh, A.A.R. El Sheikh, *Handbook of research on discrete event simulation environments: Technologies and applications*, IGI Global, Hershey, New York 2010.

⁶ E. Çayırıcı, D. Marinčič, *Computer Assisted Exercises & Training: A Reference Guide*, Joint Warfare Center North Atlantic Treaty Organization Stavanger, Norway 2009.

2. Cel pracy i zastosowane metody badawcze

Celem pracy jest opracowanie metod i narzędzi informatycznych pozwalających na analizę oraz ocenę przebiegu ćwiczeń symulacyjnych. Modele oceny są weryfikowane podczas przygotowania i realizacji gry symulacyjnej, a także w trakcie analizy i ewaluacji rezultatów w ćwiczeniach służb sanitarnych w zakresie dochodzenia epidemiologicznego.

Jako źródło oceny przyjęto odpowiednie procesy biznesowe odpowiadające działaniom podejmowanym podczas przygotowania, realizacji i oceny ćwiczeń. Modele tych procesów uzupełniono o konfigurację zadań oceny charakterystyczną dla ćwiczeń symulacyjnych inspekcji sanitarnej podczas epidemii chorób przenoszonych drogą pokarmową. Opracowano również metody i narzędzia analizy parametrów ćwiczeń w trakcie ich realizacji oraz po ich zakończeniu, w tym podsystem przeglądu po ćwiczeniach – *After Action Review* (AAR). Literatura przedmiotu badań koncentruje się zazwyczaj na ogólnych opisach mechanizmów projektowania i konstrukcji systemów ćwiczeń symulacyjnych. Odniesienie do konkretnego obszaru zastosowań, jakim są działania inspektorów sanitarnych, podnosi walory artykułu i stanowi potwierdzenie trafności wyboru zastosowanych metod. Praca jest kontynuacją poprzednich badań zespołu koncentrujących się wokół opracowania modeli procesów biznesowych inspekcji sanitarnej⁷.

W opracowaniu zastosowano metodę badawczą *Action Research*. Jest to metoda odkrywania faktów w praktycznym rozwiązywaniu problemów zachodzących w sytuacjach społecznych w celu polepszenia jakości akcji podejmowanych w obrębie tych sytuacji. Zakłada współpracę badaczy, praktyków i laików⁸. Utworzono multidyscyplinarną grupę badawczą składającą się z analityków biznesowych, ekspertów dziedzinowych z zakresu epidemiologii oraz inspektorów sanitarnych. Prace analityczne przeprowadzono w pięciu etapach: spotkania informacyjne, szkolenia w zakresie używanych metod i notacji, określenie mapy procesów i opracowanie parametrów oceniania, projekt i implementacja procesów oceny, próbna eksploatacja, ewaluacja i weryfikacja przez ekspertów dziedzinowych. Wyniki analizy opisano za pomocą diagramów procesów biznesowych w notacji BPMN (*Business Process Model and Notation*). Przy

⁷ J. Bertrandt, A. Netczuk, T. Nowicki, T. Tarnawski, *Modelowanie, symulacja i analiza procesu rozwoju epidemii chorób przenoszonych drogą pokarmową*, „Roczniki” Kolegium Analiz Ekonomicznych, z. 29, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2013.

⁸ R. Burns, *Introduction to research methods*, Pearson Education, Frenchs Forest 2000.

projektowaniu i budowie rozwiązań informatycznych posługiwano się językiem UML (*Unified Modeling Language*) i Java.

3. Planowanie oceny ćwiczeń symulacyjnych

Podczas planowania i przygotowania ćwiczeń symulacyjnych (*Planning and Preparation*) realizuje się wiele przedsięwzięć, do których należą m.in.: zdefiniowanie celów ćwiczenia, opracowanie koncepcji ćwiczeń, zdefiniowanie scenariuszy ćwiczeń, przygotowanie danych oraz opracowanie niezbędnych adaptacji, modyfikacji i rozszerzeń modeli symulacyjnych⁹. Na tym etapie definiuje się wskaźniki ilościowe, które posłużą w kolejnych fazach do oceny ćwiczących, oraz określa się czas i miejsce ich wyznaczania.

Poniżej zostały opisane metody oceny wyników przeprowadzonych ćwiczeń symulacyjnych dla scenariusza zatrucia/zakażenia salmonellą¹⁰. Opisane metody oceny ćwiczenia mają jednak również zastosowanie do oceny ćwiczeń realizowanych na podstawie dowolnych scenariuszy i przy dowolnie wybranych patogenach. Dla każdego rozpatrywanego przypadku dobiera się inny zbiór umiejętności, które będą podlegały ocenie w konkretnym ćwiczeniu (rysunek 1).

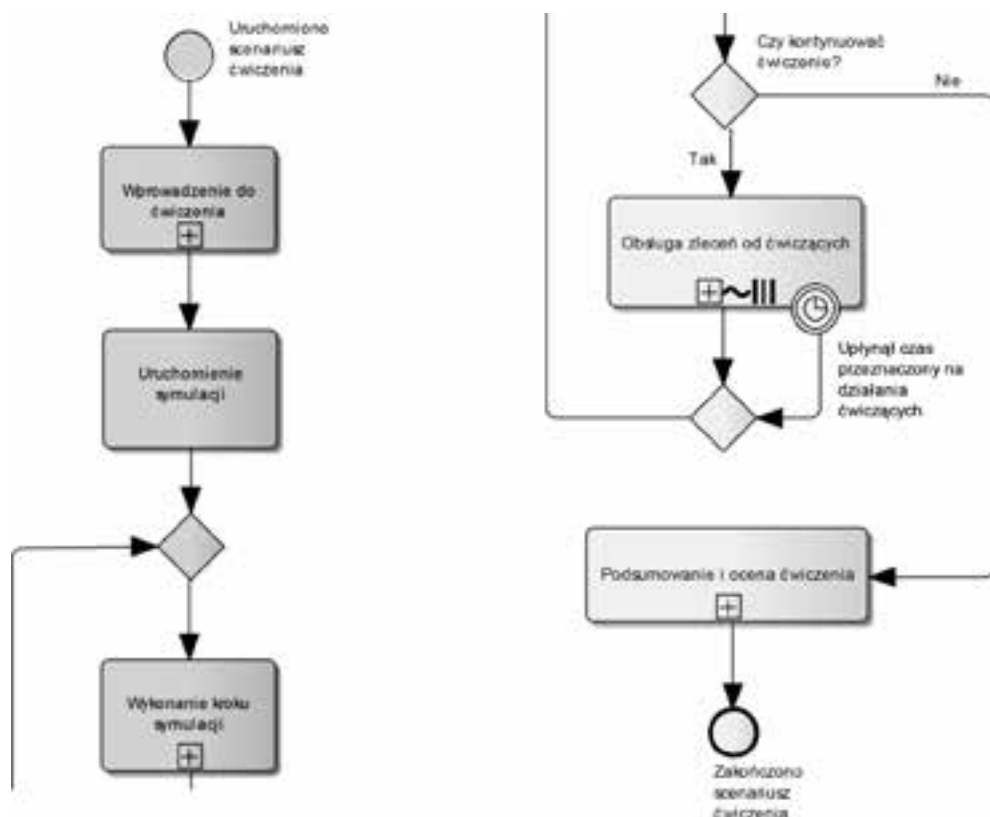
Podproces „Podsumowanie i ocena ćwiczenia” za każdym razem jest dopasowywany zgodnie z bieżącymi założeniami co do oceny ćwiczących¹¹. Przykładowa postać takiego procesu¹² jest przedstawiona na rysunku 2.

⁹ H.J. Schirlitzki, *Exercises – Planning and Execution*, w: *Integration of Modelling and Simulation*, NATO Research and Technology Organization, 2007.

¹⁰ J. Bertrandt, A. Netczuk, T. Nowicki, T. Tarnawski, op.cit.

¹¹ W. van der Aalst, K. van Hee, *Workflow management. Models, methods and systems*, MIT Press, Cambridge 2002.

¹² M. Weske, *Business process management. Concepts, languages, architectures*, Springer, Heidelberg–New York 2012.

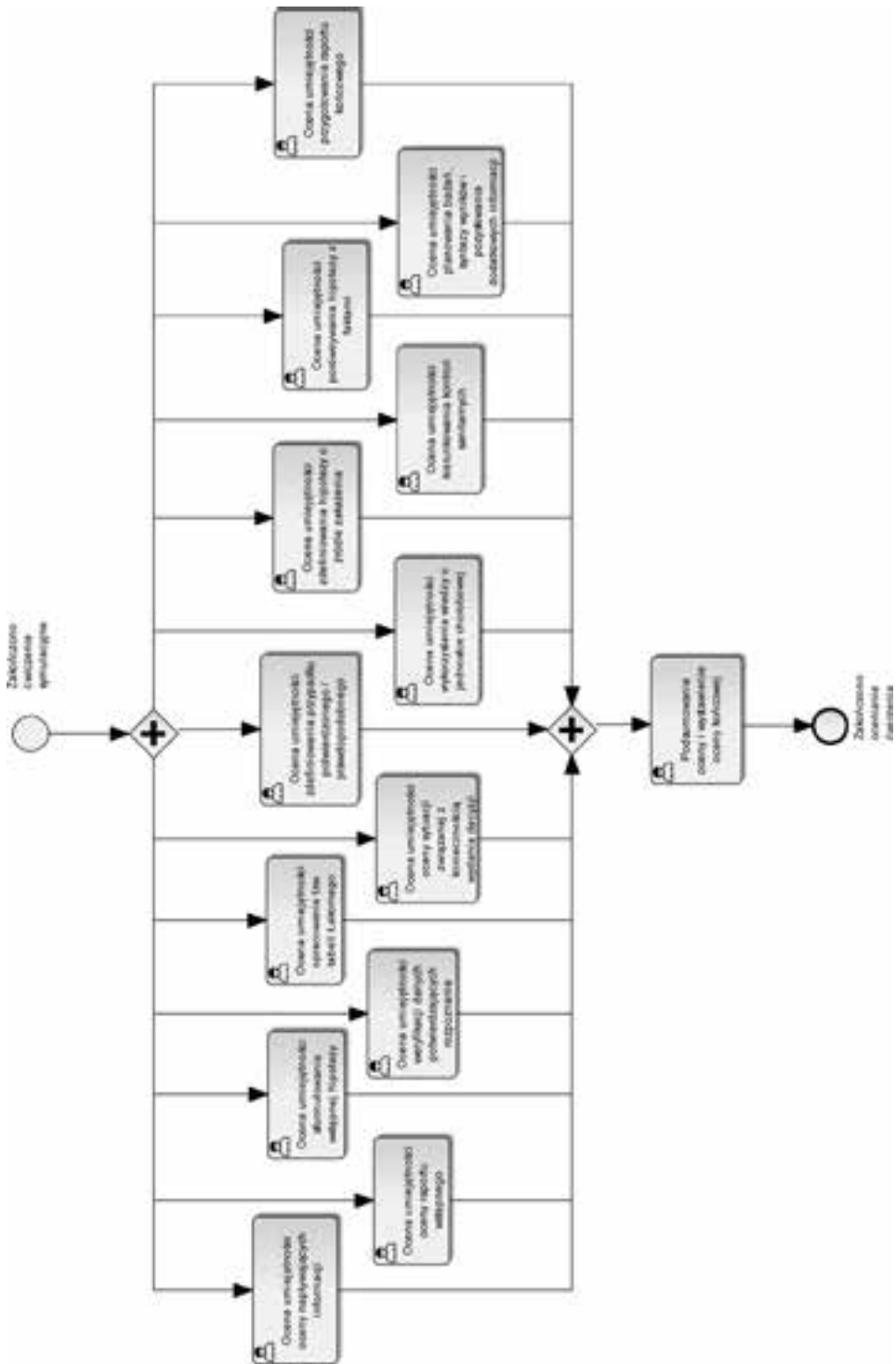


Rysunek 1. Diagram procesu biznesowego realizacji ćwiczeń symulacyjnych

Źródło: opracowanie własne.

Każde zadanie tego procesu jest związane z weryfikacją konkretnej wiedzy lub umiejętności, które podlegają ocenie. W przedstawionym przypadku ocenie podlega umiejętność:

- oceny napływających informacji pod kątem stwierdzenia/podejrzenia wystąpienia ogniska epidemicznego i podjęcia decyzji o wdrożeniu dochodzenia epidemiologicznego;
- opracowania raportu wstępnego;
- sformułowania wstępnej hipotezy dotyczącej rozpoznania choroby/czynnika etiologicznego;
- weryfikacji danych potwierdzających rozpoznanie oraz aranżowania działań zmierzających do aktywnego poszukiwania takich danych;
- przygotowania/opracowania tzw. tabeli Łakomego;
- oceny sytuacji związanej z koniecznością wydania decyzji restrykcyjnych/ograniczających/zamykających/finansowych;



Rysunek 2. Przykładowy proces podsumowania i oceny ćwiczeń

Źródło: opracowanie własne.

- zdefiniowania przypadku potwierdzonego/prawdopodobnego;
- wykorzystania wiedzy o jednostce chorobowej odpowiadającej obserwowanej charakterystyce;
- zdefiniowania hipotezy o źródle zakażenia/skażenia na podstawie informacji z kontroli obiektu;
- kierunkowania kontroli w zakresie bezpieczeństwa żywności na zagadnienia związane z posiadanymi informacjami oraz podejrzeniami;
- porównywania hipotezy z faktami;
- planowania badań dodatkowych, syntezy wyników i pozyskiwania dodatkowych danych;
- przygotowania raportu końcowego.

Na etapie planowania jest również określany sposób wyznaczenia łącznej oceny za ćwiczenie oraz są projektowane formularze zadań służące do oceny umiejętności przez ekspertów.

4. Ocena w trakcie ćwiczeń

W fazie realizacji ćwiczeń (*Execution*) dochodzi do uruchomienia systemu symulacji, szkolenia uczestników ćwiczenia, wykonania ćwiczenia przez zespoły ćwiczące oraz zebrania danych do analiz¹³.

Zbieranie danych do analiz jest oparte na wyznaczonych w poprzedniej fazie wskaźnikach oceny. Historia działań poszczególnych zespołów, jak również dane, które są wprowadzane do systemu, są zapamiętywane w bazie danych. Dzięki temu jest możliwa ich analiza w kolejnej fazie ćwiczeń. Podejście takie jest możliwe dzięki zastosowaniu procesowego podejścia do realizacji ćwiczeń¹⁴.

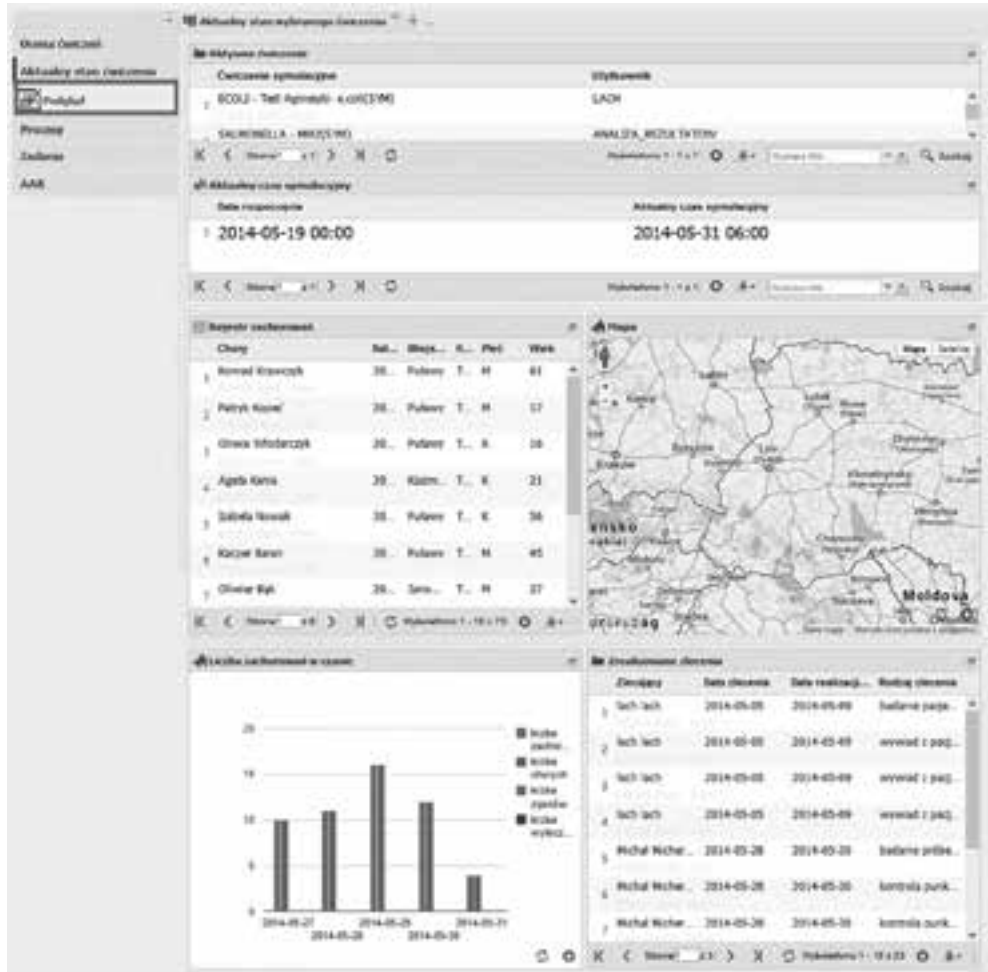
Zespół analizujący rezultaty ma możliwość podglądania aktualnego etapu ćwiczenia wybranego zespołu ćwiczącego (rysunek 3)¹⁵. Na podglądzie jest widoczny szereg parametrów związanych z realizacją bieżącego ćwiczenia symulacyjnego. Oceniający mogą zapoznać się z czasem symulacyjnym ćwiczenia, rejestrem zachorowań, mapą z zaznaczonymi zachorowaniami i punktami dystrybucyjnymi oraz wykresem pokazującym zależności pomiędzy zachorowaniami.

¹³ H.J. Schirlitzki, op.cit.

¹⁴ A. Sidnev, J. Tuominen, B. Krassi, *Business Process Modeling and Simulation*, University of Technology, Helsinki 2006.

¹⁵ H. Perros, *Computer simulation techniques – the definitive introduction*, North Carolina State University, Raleigh 2009.

Ponadto widoczne są dane dotyczące nazwy ćwiczenia symulacyjnego i przypisanego do niego użytkownika.



Rysunek 3. Podgląd aktualnego stanu ćwiczenia

Źródło: system NESE.

5. Analiza po ćwiczeniach

Na etapie analizy po ćwiczeniach (*Analysis*) dokonuje się przeglądu zapisanych rezultatów oraz ponownego odtworzenia ważnych elementów symulowanej

sytuacji, najczęściej związanych z podejmowaniem decyzji przez zespół ćwiczący. Następnie, przy wsparciu narzędzi informatycznych, jest wykonywana analiza „co-jeżeli”. Rezultaty fazy analizy po ćwiczeniach są dokumentowane w raporcie. Są również przygotowywane opracowania podsumowujące zdobytą wiedzę (*lessons learned*). Wiedza zawarta w raportach i opracowaniach jest następnie wykorzystywana przy realizacji kolejnych ćwiczeń symulacyjnych¹⁶.

Analiza po ćwiczeniach zakłada użycie szeregu technik do analizy danych pozyskanych podczas ćwiczeń. Należą do nich wskaźniki wykonania (*Key Performance Indicators* – KPI), raporty i wykresy, techniki przeglądu po ćwiczeniach (*After Action Review* – AAR). Opisywana metoda zakłada wykorzystanie każdego z tych elementów.

W tabeli 1 przedstawiono przykładowy formularz podsumowania oceny ćwiczenia. Formularz taki jest wypełniany dla każdego zespołu ćwiczącego.

Tabela 1. Formularz podsumowania oceny ćwiczenia

Oceniana umiejętność	Maksymalna ocena punktowa	Uzyskana ocena punktowa
1. Umiejętność oceny napływających informacji pod kątem stwierdzenia/podejrzenia wystąpienia ogniska epidemicznego i podjęcia decyzji o wdrożeniu dochodzenia epidemiologicznego		
2. Umiejętność opracowania raportu wstępnego		
3. Umiejętność sformułowania wstępnej hipotezy dotyczącej rozpoznania choroby/czynnika etiologicznego		
4. Umiejętność weryfikacji danych potwierdzających rozpoznanie oraz aranżowania działań zmierzających do aktywnego poszukiwania takich danych		
5. Umiejętność oceny i charakterystyki populacji zagrożonej oraz przewidywanej liczby przypadków zachorowań powiązanych z ogniskiem poprzez zastosowanie dedukcyjnych i indukcyjnych metod dochodzenia epidemiologicznego:		
5.1. Umiejętność przygotowania/opracowania tzw. tabeli Łakomego		
5.2. Umiejętność oceny sytuacji związanej z koniecznością wydania decyzji restrykcyjnych/ograniczających/zamykających/finansowych		
6. Umiejętność zdefiniowania przypadku potwierdzonego/prawdopodobnego		

¹⁶ H.J. Schirlitzki, op.cit.

Oceniana umiejętność	Maksymalna ocena punktowa	Uzyskana ocena punktowa
7. Umiejętność analizy epidemiologicznej:		
7.1. Generowanie i analiza hipotez:		
7.1.1. Umiejętność wykorzystania wiedzy o jednostce chorobowej odpowiadającej obserwowanej charakterystyce		
7.1.2. Umiejętność zdefiniowania hipotezy o źródle zakażenia/skażenia na podstawie informacji z kontroli obiektu		
7.1.3. Umiejętność kierunkowania kontroli w zakresie bezpieczeństwa żywności na zagadnienia związane z posiadanymi informacjami oraz podejrzeniami		
7.2. Testowanie hipotez		
7.2.1. Umiejętność porównywania hipotezy z faktami		
8. Umiejętność planowania badań dodatkowych, syntezy wyników i pozyskiwania dodatkowych danych		
9. Umiejętność przygotowania raportu końcowego		
Skład komisji oceniającej	Uzyskana liczba punktów (max 26 pkt)	
	%	

Źródło: opracowanie własne.



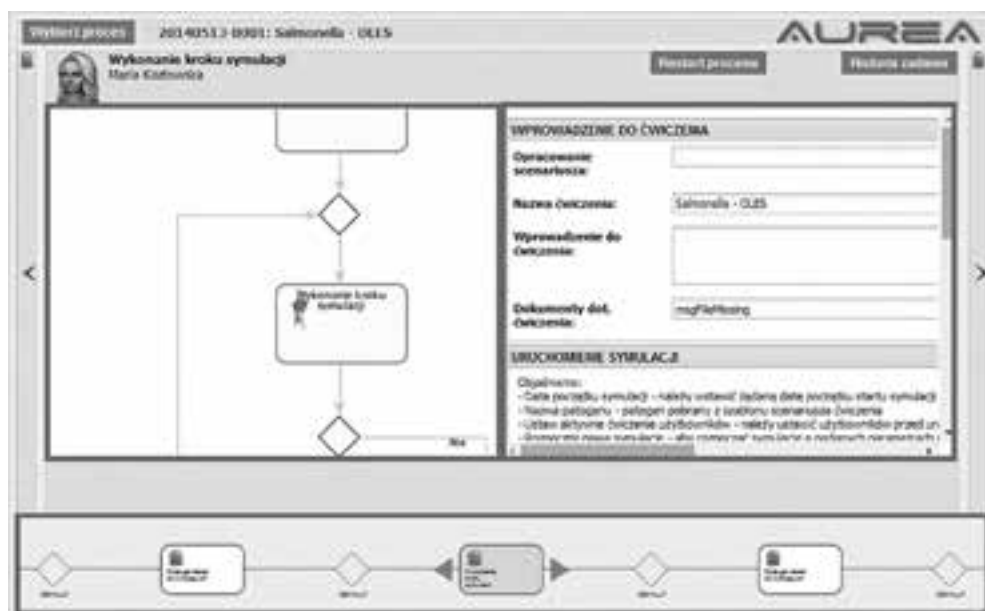
Rysunek 4. Otoczenie podsystemu *After Action Review*

Źródło: opracowanie własne.

Podsystem analizy po ćwiczeniach (*After Action Review*) stanowi odrębny moduł w systemie planowania i realizacji ćwiczeń symulacyjnych (rysunek 4). Połączenie z pozostałymi elementami rozwiązania odbywa się poprzez wspólny

dostęp do baz danych historycznych zebranych podczas realizacji zadań w trakcie prowadzenia dochodzenia w ognisku epidemicznym przez inspektorów sanitarnych w ramach ćwiczeń symulacyjnych.

Interakcja z użytkownikami odbywa się poprzez interfejs graficzny (*Graphical User Interface* – GUI), przedstawiony na rysunku 5.



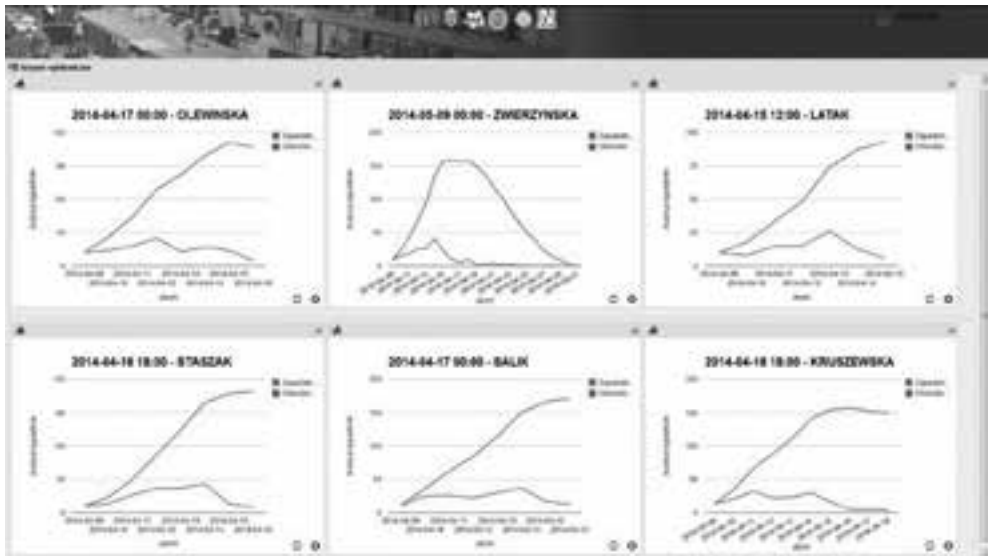
Rysunek 5. Graficzny interfejs użytkownika podsystemu *After Action Review*

Źródło: system NESE.

Moduł *After Action Review* korzysta zarówno z danych o scenariuszach realizowanych ćwiczeń, jak i z danych z ich przebiegu, uwzględniając przy tym również działania *ad hoc* związane z zapytaniami ćwiczących i odpowiedziami udzielanymi przez zespół podgrywki. Moduł AAR zapewnia dostęp do danych analizowanego procesu biznesowego w zakresie jego przebiegu, historii zmian w danych oraz parametrów czasowych i kosztowych realizacji zadań. Gwarantuje także dostęp do zagregowanych danych statystycznych innych procesów, których źródło stanowią przeprowadzane wcześniej podobne ćwiczenia symulacyjne. Umożliwia definiowanie i obliczanie kluczowych wskaźników wykonania (KPI), a także definiowanie dowolnych raportów i zestawień na podstawie danych historycznych z przebiegu procesów. Zapewnia również wszechstronną wizualizację danych za pomocą zestawień tabelarycznych i wykresów oraz daje możliwość przeglądania historii ćwiczeń symulacyjnych na osi czasu w postaci

podobnej do taśmy filmowej (*Filmsrtip*). Dodatkowo zapewnia funkcjonalność synchronizacji wyznaczanych wskaźników (KPI) z aktualnie prezentowanym stanem realizacji procesu (kadrem rolki filmowej) oraz umożliwia śledzenie zmian w danych procesach włącznie z możliwością wykonania „cofnięcia w czasie” i wystartowania procesu od wskazanego miejsca w przeszłości.

Zastosowanie wymienionych technik i metod pozwala w pełni kontrolować przebieg ćwiczenia symulacyjnego oraz daje natychmiastowy dostęp do wszystkich parametrów wynikających z działań ćwiczących. Kierownictwo ćwiczenia może z jednego miejsca śledzić działania wszystkich grup ćwiczących i na bieżąco porównywać ich dokonania (rysunek 6).



Rysunek 6. Podgląd działań poszczególnych grup ćwiczących podczas ćwiczeń symulacyjnych

Źródło: system NESE.

Na podstawie wyników uzyskanych podczas dwóch ćwiczeń symulacyjnych przeprowadzonych w Warszawie w 2014 r. dało się zauważyć znaczne rozbieżności w tempie oraz poprawności realizacji zadań podczas dochodzenia epidemiologicznego. We wspomnianych ćwiczeniach symulacyjnych jednocześnie ćwiczyło po sześć zespołów, których zadaniem było przeprowadzenie dochodzenia epidemiologicznego w przypadku wystąpienia chorób przenoszonych drogą pokarmową.

6. Podsumowanie

Niniejsza praca zawiera opis sposobu planowania, zbierania danych oraz opracowywania wskaźników oceny zespołów ćwiczących podczas ćwiczeń symulacyjnych dla Państwowej Inspekcji Sanitarnej w trakcie działań zmierzających do opanowania epidemii chorób przenoszonych drogą pokarmową. Interdyscyplinarny zespół, w skład którego weszli specjaliści w dziedzinie informatyki, modelowania procesów oraz epidemiologii, opracował metodę oceny przebiegu ćwiczeń, uwzględniającą wszystkie ich fazy. Ponadto zostały opracowane metody konstruowania, naliczania i prezentowania kluczowych wskaźników wykonania. Opracowano również moduł szczegółowej analizy po ćwiczeniach (*After Action Review*). Odniesiono się także do wyników uzyskanych na podstawie wybranych dwóch ćwiczeń symulacyjnych przeprowadzonych w Warszawie w 2014 r.

Wyniki badania potwierdziły skuteczność podejścia procesowego w konstruowaniu złożonych systemów oceny, dla których poszczególne składowe są wyliczane na podstawie historycznych danych z realizacji procesów biznesowych, ale również pozyskiwane na podstawie wiedzy ekspertów dziedzinowych.

Kierunkiem dalszych badań w omawianym obszarze będzie zapewnienie jak największej automatyzacji podczas wyznaczania wartości poszczególnych wskaźników oceny. Zostaną wyodrębnione standardowe wskaźniki oceny, które nadają się do zastosowania niezależnie od przedmiotu prowadzonych ćwiczeń symulacyjnych. Pozwoli to na zauważalne skrócenie fazy przygotowania ćwiczeń.

Bibliografia

- Aalst W. van der, Hee K. van, *Workflow management. Models, methods and systems*, MIT Press, Cambridge 2002.
- Abu-Taieh E.M., El Sheikh A.A.R., *Handbook of research on discrete event simulation environments: Technologies and applications*, IGI Global, Hershey, New York 2010.
- Bertrandt J., Netczuk A., Nowicki T., Tarnawski T., *Modelowanie, symulacja i analiza procesu rozwoju epidemii chorób przenoszonych drogą pokarmową*, „Roczniki” Kolegium Analiz Ekonomicznych, z. 29, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2013.
- Burns R., *Introduction to research methods*, Pearson Education, Frenchs Forest 2000.
- Çayırcı E., Marinčič D., *Computer Assisted Exercises & Training: A Reference Guide*, Joint Warfare Center North Atlantic Treaty Organization Stavanger, Norway 2009.

- Perros H., *Computer simulation techniques – the definitive introduction*, North Carolina State University, Raleigh 2009.
- Schirlitzki H.J., *Exercises – Planning and Execution*, w: *Integration of Modelling and Simulation*, NATO Research and Technology Organization, 2007.
- Sidnev A., Tuominen J., Krassi B., *Business Process Modeling and Simulation*, University of Technology, Helsinki 2006.
- Weske M., *Business process management. Concepts, languages, architectures*, Springer, Heidelberg–New York 2012.

* * *

Training audience evaluation in a district health inspection's simulation exercise

Summary

This paper describes the method for planning, collecting data and determining indicators for the purpose of evaluating the training audience in computer assisted exercises for sanitary inspectors connected with the epidemic of food-borne diseases. The training audience evaluation method takes into account all phases of simulation exercises. The paper also presents an approach to defining, calculating and presenting the key performance indicators. It also discusses the detailed post-exercise analysis module (After Action Review). The authors refer also to the results based on two simulation exercises held in Warsaw in 2014.

Keywords: food-borne diseases, computer assisted exercises, CAX, Decision Support System, business process, Aurea BPM

