

PROCEDURY BUDOWY SCENARIUSZY ZDARZEŃ NIEKORZYSTNYCH W STRUKTURZE PROCESU PLANOWANIA CYWILNEGO

Michał WIŚNIEWSKI

Politechnika Warszawska, Wydział Zarządzania, Warszawa; MichalWisniewski@pw.edu.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono ocenę użyteczności zasad budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych. Weryfikacja została przeprowadzona na podstawie eksperymentu obliczeniowego przygotowanego na bazie danych dostępnych w Planie Zarządzania Kryzysowego Województwa Mazowieckiego i Podlaskiego z 2015 r. Ponadto artykuł przedstawia procedury uzupełniające zasady budowy zdarzeń niekorzystnych, składające się na Integralny Model Bezpieczeństwa umożliwiające zarządzanie bezpieczeństwem rozpatrywanego zasobu w ramach procesu planowania cywilnego.

Słowa kluczowe: planowanie cywilne, zdarzenie niekorzystne, problem decyzyjny, model sytuacji, weryfikacja zabezpieczeń.

PROCEDURES FOR THE CONSTRUCTION OF SCENARIOS OF ADVERSE EVENTS IN THE STRUCTURE OF THE CIVILIAN PLANNING PROCESS

Abstract: The article presents the evaluation of usefulness the principles of constructing of scenarios of unfavorable events constructing. The verification was carried out on the basis of a computational experiment prepared by using the data available in the Mazovia and Podlaskie Voivodeship Crisis Management Plan of 2015. In addition, the article presents complementary procedures of the rules of constructing unfavorable events, comprising the Integral Safety Model, which facilitates the management of the security of the resource in question as a part of the civilian planning process.

Keywords: Civil planning, Event unfavorable, Decision problem, Situation model, Security verification.

Wprowadzanie

Zapewnienie bezpieczeństwa obywatelom jest jednym z podstawowych obowiązków państwa. Osiągnięcie tego celu uzależnione jest od wyczerpującej identyfikacji zagrożeń, analizowania ryzyka, które wyrażają, podejmowania działań prewencyjnych wobec zagrożeń oraz naprawczych wobec incydentów i sytuacji kryzysowych.

Często pojedyncze zakłócenie jest przyczyną wystąpienia serii zdarzeń niekorzystnych. Dlatego identyfikacja zagrożeń oraz rozpoznanie ich powiązań jest podstawą opracowania prognozy rozprzestrzeniania się zdarzeń niekorzystnych¹, która pozwala dobrać siły i środki do zaistniałej sytuacji. Obserwacja ta stała się impulsem do przeprowadzenia badań, w wyniku których opracowano zasady budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych (Wiśniewski, Kisilowski, Marczewski, 2016, s. 97-110) na potrzeby publicznego zarządzania kryzysowego.

Weryfikacja użyteczności zasad budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych została przeprowadzona na podstawie eksperymentu obliczeniowego przygotowanego na bazie danych dostępnych w Planie Zarządzania Kryzysowego (PZK) Województwa Mazowieckiego oraz Województwa Podlaskiego z 2015 r. W wyniku przeprowadzonego eksperymentu obliczeniowego zidentyfikowano konieczność uzupełnienia procedury budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych o procedurę budowy problemu decyzyjnego oraz procedurę weryfikacji zabezpieczeń, składające się na Integralny Model Bezpieczeństwa (IMB).

Badania zostały przeprowadzone w ramach projektu rozwojowego NCBiR pt. „Wysokospecjalistyczna platforma wspomagająca planowanie cywilne i ratownictwo w administracji publicznej RP oraz jednostkach organizacyjnych KSRG” umowa nr DOB – BIO7/11/02/2015 na wykonanie projektów w zakresie badań naukowych i projektów rozwojowych na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa, przez konsorcjum: Politechnika Warszawska (Wydział Zarządzania), Medcore sp. z o.o.

Umiejscowienie procedury budowy scenariuszy w procesie planowania cywilnego

Ze względu na brak formalno-prawnych regulacji dotyczących budowy i wykorzystania scenariuszy zdarzeń niekorzystnych (Wiśniewski, Kisilowski, Marczewski, 2016, s. 98-100) przedstawiono propozycję umiejscowienia procedury budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych w strukturze procesu planowania cywilnego.

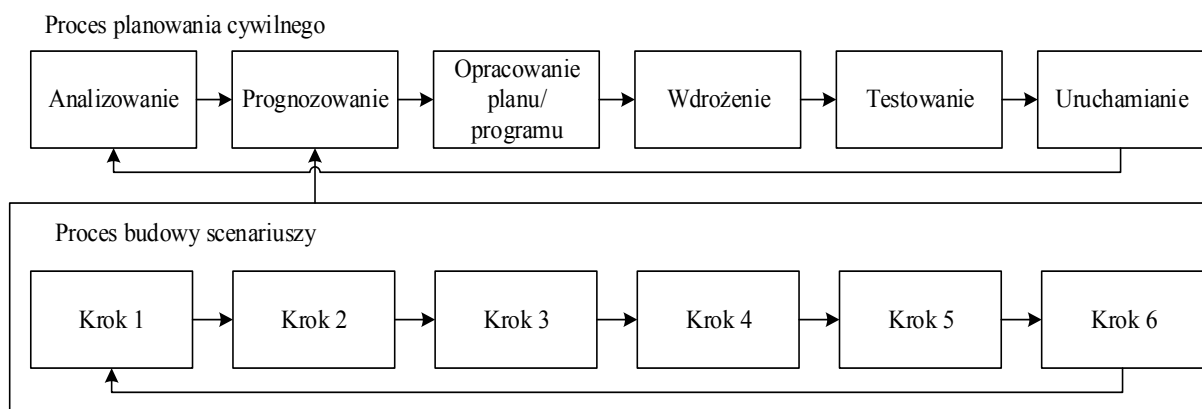
¹ Zdarzenie niekorzystne – zdarzenie będące efektem spełnienia się zagrożenia, mające negatywne skutki dla organizacji, procesu gospodarczego, środowiska naturalnego lub ludności.

Planowanie cywilne obejmuje całokształt przedsięwzięć organizacyjnych mających na celu przygotowanie administracji publicznej do zarządzania kryzysowego, planowania w zakresie wspierania Sił Zbrojnych RP w razie ich użycia oraz planowanie wykorzystania Sił Zbrojnych RP do realizacji zadań z zakresu zarządzania kryzysowego (DzU 2017 poz. 209, art. 3, pkt 4).

Opracowanie scenariuszy zdarzeń niekorzystnych może być szczególnie istotne w kontekście realizacji następujących zadań procesu planowania cywilnego:

- przygotowania Planów Zarządzania Kryzysowego (PZK),
- przygotowania struktur uruchamianych w sytuacjach kryzysowych,
- przygotowania i utrzymywania zasobów niezbędnych do wykonania zadań ujętych w PZK.

Z celów poszczególnych etapów procesu planowania cywilnego (DzU 2017 poz. 209, art. 3, pkt 4) wynika, że zaproponowane zasady budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych mogą wspomagać realizację etapu programowanie (Rysunek 1).



Rysunek 1. Umieszczenie procesu budowy scenariusza zdarzenia niekorzystnego w strukturze procedury planowania cywilnego; Źródło: Wiśniewski, Kisilowski, Marczewski, 2016, s. 99.

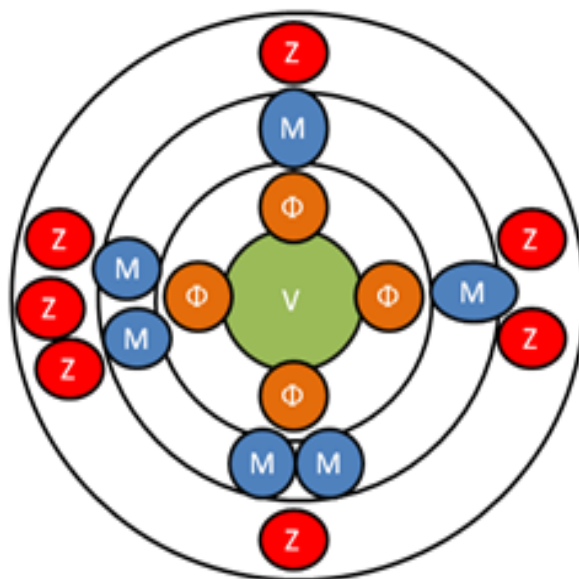
Proces budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych

Scenariusze zdarzeń niekorzystnych realizują się w systemie połączonych ze sobą zasobów (Rysunek 3), które zapewniają dostęp do funkcjonalności niezbędnych do działania systemu, którego są składowymi.

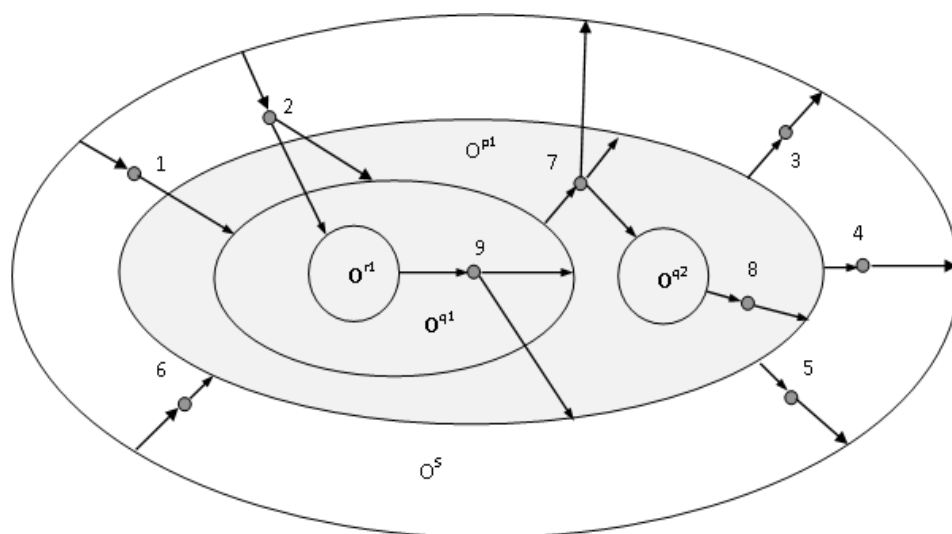
Zasoby można opisać zestawem funkcjonalności, które dany zasób wyróżniają oraz zestawem zagrożeń, na które podatny jest zasób. Przyjmując to założenie opracowano Koncepcję modelu sytuacji zasobu (Wiśniewski, 2016a, s. 297-310) (Rysunek 2), który stanowi podstawowy element pozwalający określić charakterystykę rozpatrywanego systemu, w którym realizują się scenariusze zdarzeń niekorzystnych.

Pomiędzy zasobami istnieją połączenia, które można zdefiniować w postaci kanału łączącego dwa zasoby (Krupa, 2013, s. 89-102). Znajomość organizacji procesu, w którym

wykorzystywany jest zasób, w połączeniu ze znajomością funkcjonalności zasobów, pozwala na wskazanie wzajemnych powiązań² (Rysunek 3).



Rysunek 2. Model sytuacji zasobu; V – zasób, Φ – funkcjonalność zasobu, Z – zagrożenia oddziałujące na funkcjonalność, M – modele zabezpieczeń funkcjonalności. Źródło: Wiśniewski, 2016a, s. 301.



Rysunek 3. Przykład hipergrafowej struktura zasobów i łączące je kanały. Źródło: Krupa, 2015, s. 7793.

Na bazie modelu sytuacji zasobu opracowano procedurę budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych składająca się z sześciu kroków.

² Proces transformacji modelu sytuacji zasobu w strukturę rozpatrywanego system opisano w Wiśniewski, 2016, s. 300-304.

Krok 1. Opis zasobów analizowanego systemu

Zasób w procedurze budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych interpretowany jest jako fragment rzeczywistości materialnej (fizycznej) lub wirtualnej (np. pojęciowej, informacyjnej, metajęzykowej) o niepustym zbiorze funkcjonalności. Podstawowe atrybuty składające się na opis zasobu przedstawia Tabela 1.

Tabela 1.

Podstawowe atrybuty zasobu

| Atrybuty | Symbol | Skala |
|--|--------------------------|--------|
| Nazwa zasobu V typu x o indeksie α | V_{α}^x | – |
| Zagrożenie Z o indeksie β typu y dla zasobu o indeksie α | $Z_{\alpha,\beta}^y$ | – |
| Funkcjonalność Φ o indeksie γ zasobu typu x o indeksie α | $\Phi_{\alpha,\gamma}^x$ | – |
| Poziom podatności U zasobu typu x o indeksie α na zagrożenie o indeksie β | $U_{\alpha,\beta}^x$ | [0..1] |

Źródło: Wiśniewski, 2016a, s. 302.

Opis zasobu może być uzupełniany o dowolne atrybuty opisujące cechy zasobów niezbędne do analiz prowadzonych w ramach procesu planowania cywilnego.

Pojęcie funkcjonalności w omawianej procedurze jest rozumiane jako zbiór funkcji urządzenia, oprogramowania lub systemu, określających zdolność do zaspokajania potrzeb użytkownika, w określonych warunkach. W przypadku szpitala funkcjonalnością jest np. możliwość leczenia określonych schorzeń, gdzie dostępność funkcjonalności określana jest na podstawie liczby łóżek, dostępem do sprzętu i personelu medycznego oraz kontraktem z Narodowym Funduszem Zdrowia. Podstawowe atrybuty składające się na opis funkcjonalności przedstawia Tabela 2.

Tabela 2.

Podstawowe atrybuty funkcjonalności

| Atrybuty | Symbol | Skala |
|--|--------------------------------|-----------|
| Funkcjonalność Φ o indeksie γ zasobu typu x o indeksie α | $\Phi_{\alpha,\gamma}^x$ | – |
| Wartość ϕ funkcjonalność Φ o indeksie γ zasobu typu x o indeksie α w rozpatrywanym okresie | $\Phi_{\alpha,\gamma}^x(\phi)$ | [0..100]% |

Źródło: Opracowanie własne.

Krok 2. Opis zagrożeń, na które podatne są obiekty analizowanego systemu

Pojęcie zagrożenia jest rozumiane jako spodziewane oddziaływanie na zasoby lub między zasobami, w wyniku realizacji którego mogą ulec degradacji ich cechy funkcjonalno-strukturalne. Podstawowe atrybuty składające się na opis zagrożenia przedstawia Tabela 3.

Tabela 3.
Podstawowe atrybuty zagrożenia

| Atrybuty | Symbol | Skala |
|---|-------------------------------------|-----------|
| Nazwa zagrożenia Z typu y o indeksie β | Z^y_β | – |
| Rodzaj zagrożenia | O lub T | – |
| Skutek C wystąpienia zagrożenia typu y o indeksie β wpływający na funkcjonalność Φ o indeksie γ zasobu typu x o indeksie α | $C^y_\beta(\Phi^x_{\alpha,\gamma})$ | [0..100]% |
| Prawdopodobieństwo P wystąpienia zagrożenia typu y o indeksie β | P^y_β | [0..1] |
| Zabezpieczenie M o indeksie λ przed zagrożeniem typu y o indeksie β | $M^y_{\beta,\lambda}$ | – |

Źródło: Wiśniewski, 2016a, s. 302.

Zagrożenia oddziałują na zasoby poprzez sekwencje zdarzeń dyskretnych realizujących się na wirtualnych kanałach $(U/C)^{x_{\alpha,\beta}}$ utworzonych przez pary < podatność >: < skutek > decydujące o funkcjonalno-strukturalnej kondycji zasobu V^x_α (Krupa, 2015, ss. 7796-7798). W procedurze budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych wyszczególniono dwa rodzaje zagrożeń:

- zewnętrzne – zbiór zagrożeń O oddziałujących na przynajmniej jeden z zasobów rozpatrywanego systemu, niewywoływanych przez zasoby tego systemu,
- wewnętrzne – zbiór zagrożeń T jakie wpływają na funkcjonalności zasobów rozpatrywanego systemu w wyniku awarii innego zasobu tego systemu.

Środkiem reakcji na zagrożenie jest model zabezpieczeń. Oznacza on uporządkowany, zgodnie z celami zarządzania kryzysowego³, zbiór zasobów podnoszących odporność zasobu. Podstawowe atrybuty składające się na opis modelu zabezpieczeń przedstawia Tabela 4.

Tabela 4.
Podstawowe atrybuty modelu zabezpieczeń

| Atrybuty | Symbol | Skala |
|---|--------------------------|--------|
| Zabezpieczenie M o indeksie λ przed zagrożeniem typu y o indeksie β | $M^y_{\beta,\lambda}$ | – |
| Wartość m zabezpieczenia M o indeksie λ przed zagrożeniem typu y o indeksie β | $M^y_{\beta,\lambda}(m)$ | [0..1] |
| Cel A zarządzania kryzysowego | A | – |

Źródło: Opracowanie własne.

Krok 3. Określenie wpływu zagrożeń wewnętrznych

Zbiór rozpatrywanych zasobów tworzy system, w którym zależności między zasobami są odzwierciedlone w postaci wirtualnych kanałów. Analizując te kanały można określić wzajemny wpływ zasobów. Tabela 5 przedstawia ideowy zapis definiujący zależności między zasobami będącymi elementami analizowanego systemu.

³ Cele zarządzania kryzysowego – zapobieganie sytuacjom kryzysowym, przygotowanie do przejmowania nad nimi kontroli w drodze zaplanowanych działań, reagowanie w przypadku wystąpienia sytuacji kryzysowych, usuwanie ich skutków oraz odtwarzanie zasobów i IK [DzU 2017, poz. 209, art. 2].

Tabela 5.*Ideowy zapis wpływu zagrożeń wewnętrznych na analizowany system*

| Wyszczególnienie | Zagrożenia wewnętrzne (Z^T_β) | |
|----------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Kolumna 1 | Kolumna 2 | |
| Zasób (V_α) | Zasób $V_{\alpha'}$ | $U - M$ |
| | P | $Q = P * (U - M)$ |

Źródło: Wiśniewski, 2016a, s. 302.

W kolumnie 1 wyszczególnione są wszystkie zasoby analizowanego systemu (V_α). W kolumnie 2 i kolejnych, znajdują się zagrożenia Z^T_β jakie zostały zidentyfikowane dla danego systemu.

Następnie w odpowiednich polach kolumny 2 wpisywane są:

- zasób $V_{\alpha'}$, na który oddziałuje zasób V_α w wyniku wystąpienia zagrożenia Z^T_β (w przypadku oddziaływania zasobu V_α na więcej niż jeden zasób $V_{\alpha'}$, w wyniku wystąpienia zagrożenia Z^T_β należy dodać dodatkowy wiersz z zasobem V_α),
- prawdopodobieństwo P wystąpienia zagrożenia Z^T_β ,
- podatność U zasobu $V_{\alpha'}$ na zagrożenie Z^T_β , pomniejszona o wpływ stosowanych zabezpieczeń M dla zasobu $V_{\alpha'}$,
- wartość Q stanowiąca iloczyn prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia Z^T_β oraz podatności zasobu $V_{\alpha'}$ na zagrożenie Z^T_β , przy założeniu pomniejszenia wartości podatności o spodziewany wpływ zabezpieczeń M.

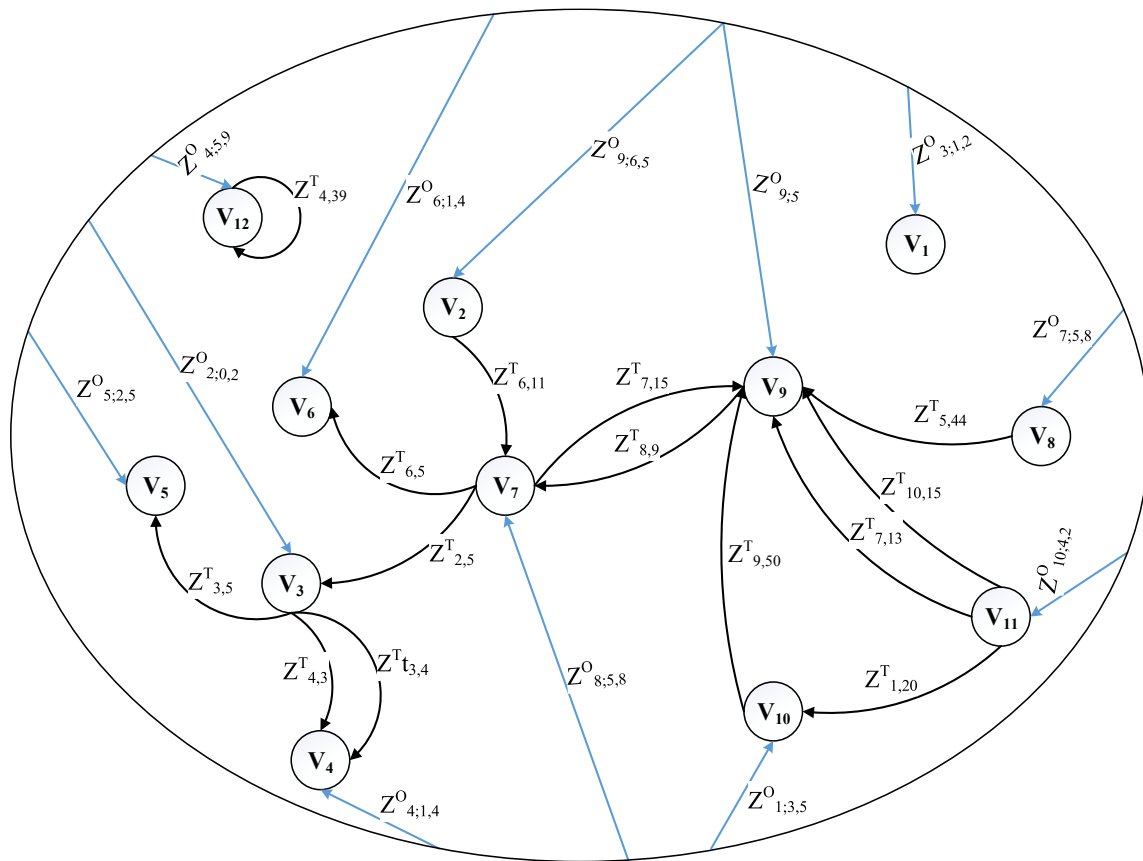
Krok 4. Określenie wpływu zagrożeń zewnętrznych

Przedstawione zasady określania wpływu zagrożeń wewnętrznych na analizowany system można wykorzystać do opisu wpływu zagrożeń zewnętrznych. Różnica polega na zastąpieniu w kolumnie 1 Tabela 5 zbioru zasobów V_α otoczeniem, które oddziałuje na rozpatrywane zasoby zagrożeniami Z^O_β .

Krok 5. Struktura sytuacji – schemat graficzny

Zebrane w krokach od 1-4 dane pozwalają na odwzorowanie struktury analizowanego systemu. Przypisując poszczególnym zasobom V_α wartości funkcjonalności jakie opisują dany zasób możliwe jest określenie aktualnej sytuacji⁴ systemu (Rysunek 4) i ocena ryzyka na jakie narażone są pojedyncze zasoby, fragmenty systemu lub jego całość.

⁴ Sytuacją nazywamy zbiór węzłów (zasobów) $V \{V^x_1, \dots, V^x_n\}$, związanych ze sobą skierowanymi połączeniami (zagroženiami) $Z \{Z^y_1, \dots, Z^y_n\}$.



Rysunek 4. Graficzna reprezentacja struktury sytuacji systemu. Źródło: Wiśniewski, 2016b, s. 438.

Krok 6. Przygotowanie opisów scenariuszy zdarzenia niekorzystnego

Podstawowym efektem procesu budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych jest lista scenariuszy (Tabela 6) (Wiśniewski, 2017, ss. 321-335). Wykaz ten powinien być uzupełniony o informacje parametryzujące scenariusze umożliwiające podejmowanie decyzji dotyczących bezpieczeństwa⁵ rozpatrywanego zasobu:

- poziom ryzyka (R),
- poziom funkcjonalności (Φ).

Tabela 6.

Przykład zapisu możliwych następstw materializacji zagrożenia Z^T_1

| Wyszczególnienie | Zależność 1 rzędu | Zależność 2 rzędu | Zależność 3 rzędu |
|--------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| Zagrożenie Z^T_1 | Zagrożenie Z^T_0 | | |
| Zagrożenie Z^T_1 | Zagrożenie Z^T_2 | Zagrożenie Z^T_7 | |
| Zagrożenie Z^T_1 | Zagrożenie Z^T_2 | Zagrożenie Z^T_8 | |
| Zagrożenie Z^T_1 | Zagrożenie Z^T_2 | Zagrożenie Z^T_3 | |
| Zagrożenie Z^T_1 | Zagrożenie Z^T_3 | Zagrożenie Z^T_2 | |
| Zagrożenie Z^T_1 | Zagrożenie Z^T_3 | Zagrożenie Z^T_{10} | Zagrożenie Z^T_2 |
| Zagrożenie Z^T_1 | Zagrożenie Z^T_4 | Zagrożenie Z^T_6 | |
| Zagrożenie Z^T_1 | Zagrożenie Z^T_4 | Zagrożenie Z^T_5 | |

⁵ Bezpieczeństwo należy tu rozumieć jako zapewnienie dostępności do określonej funkcjonalności realizowanej przez zasób na ustalonym/wymaganym poziomie.

cd. tabeli 6.

| | | | |
|--------------------|--------------------|-----------------------|--|
| Zagrożenie Z^T_1 | Zagrożenie Z^T_4 | Zagrożenie Z^T_{11} | |
| Zagrożenie Z^T_1 | Zagrożenie Z^T_6 | Zagrożenie Z^T_4 | |
| Zagrożenie Z^T_1 | Zagrożenie Z^T_6 | Zagrożenie Z^T_2 | |

Źródło: Opracowanie własne.

Ryzyko jest rozumiane jako wartość liczbową wyrażającą procentowo przewidywany stopień utraty funkcjonalności na kanałach wyróżnionego zasobu lub zbioru zasobów, jaki może powstać w wyniku realizacji zagrożenia. Wartość ryzyka związanego z danym scenariuszem można wyliczyć ze wzoru:

$$R = \sum_{\beta=0}^n P_{\beta|\beta} * C_{\beta} * (U_{\beta} - M_{\beta}) \quad (1)$$

gdzie:

β – indeks zagrożenia,

R – poziom ryzyka scenariusza, na skali [0..100]%,

P – prawdopodobieństwo wystąpienia scenariusza, na skali [0..1],

U – podatność zasobu V_{α} na zagrożenie β , na skali [0..1],

C – skutek materializacji zagrożenia β , [0..100]%, w rozpatrywanym obszarze,

M – wpływ zabezpieczeń na podatność zasobu V_{α} na zagrożenie β , na skali [0..1].

Procentowy zapis skutków na danym kanale $(U/C)^{x_{\alpha,\beta}}$ oznacza nie prawdopodobieństwo ich nastąpienia, lecz procent utraty funkcjonalności zasobu w wyniku faktycznej realizacji zdarzenia opisanego tym zagrożeniem.

Funkcjonalność jest rozumiana jako wartość liczbową wyrażającą procentowo stopień dostępności usługi świadczonej przez zasób lub system. Korzystając z wzoru na ryzyko możliwe jest oszacowanie prognozowanego poziomu funkcjonalności zasobu V^x_{α} w kolejnym okresie. Wartość funkcjonalności w okresie t_1 można obliczyć na podstawie wzoru.

$$\Phi_{t_i} = \Phi_{t_{i-1}} - R_{t_{i-1}} \quad (2)$$

gdzie:

$\Phi_{t_{i-1}}$ – prognozowy poziom funkcjonalności w okresie t_{i-1} ,

Φ_{t_i} – zmierzony/oszacowany poziom funkcjonalności w okresie t_i ,

$R_{t_{i-1}}$ – poziom ryzyka w okresie t_{i-1} .

Poziomem ryzyka można sterować przez oddziaływanie na zmienne opisujące zagrożenie (prawdopodobieństwo). Podmiot zarządzający bezpieczeństwem rozpatrywanego zasobu ma jednak ograniczony wpływ na tę zmienną, co zamyka drogę do skutecznego obniżania poziomu ryzyka poprzez próbę ograniczenia prawdopodobieństwa występowania zagrożenia.

Sposobem na obniżenie poziomu ryzyka jest wzmocnienie funkcjonalności przez zastosowanie zabezpieczeń np.: systemów ostrzegawczych, systemów awaryjnych, dublowanie systemów, itp.

Ocena procesu budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych

W ramach przeprowadzonego eksperymentu obliczeniowego weryfikującego zasady budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych wykorzystano dane pochodzące z Planów Zarządzania Kryzysowego Województwa Mazowieckiego i Podlaskiego z 2015 r.⁶. Eksperyment polegał na odwzorowaniu sytuacji ww. województw zgodnie z procedurą budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych. Opracowany na podstawie modeli sytuacji województw model struktury systemu (Rysunek 5) utworzył środowisko, w którym realizowały się scenariusze zdarzeń niekorzystnych wywołane wystąpieniem określonych zagrożeń. W eksperymencie przyjęto, że województwo jest traktowane jako zasób, a system zbudowany z tych zasobów obrazuje częściową sytuację państwa polskiego. Na podstawie PZK ustalono, że województwo mazowieckie realizuje pięć funkcjonalności (ludność, środowisko, mienie, gospodarka, IK)⁷ i jest podatne na 37 zagrożeń⁸. W przypadku województwa podlaskiego rozpoznano trzy funkcjonalności (ludność, środowisko, gospodarka) oraz zidentyfikowano listę 29 zagrożeń⁹.

Opracowany model struktury systemu (Rysunek 5) złożony z modeli sytuacji województwa mazowieckiego i województwa podlaskiego pozwolił na wykonanie symulacji¹⁰ przebiegu zdarzeń niekorzystnych inicjowanych wzbudzeniem zagrożeń, na które te województwa są podatne. W ramach eksperymentu przeprowadzono symulację dla 100 przypadków wzbudzenia¹¹ zagrożenia powódź dla województwa mazowieckiego. Wyniki symulacji (fragment listy 49 scenariuszy) została przedstawiona w Tabeli 7.

Z 49 scenariuszy 19 zakończyło się powodzeniem co oznacza, że zagrożenie powódź lub zagrożenia wywołane wystąpieniem powodzi negatywnie wpłynęły na województwo mazowieckie lub województwo podlaskie. W pozostałych przypadkach wystąpienie zagrożeń nie zaszkodziło żadnemu z województw.

⁶ Wyniki eksperymentu przedstawiono w artykule Wiśniewski, 2017, s. 321-335.

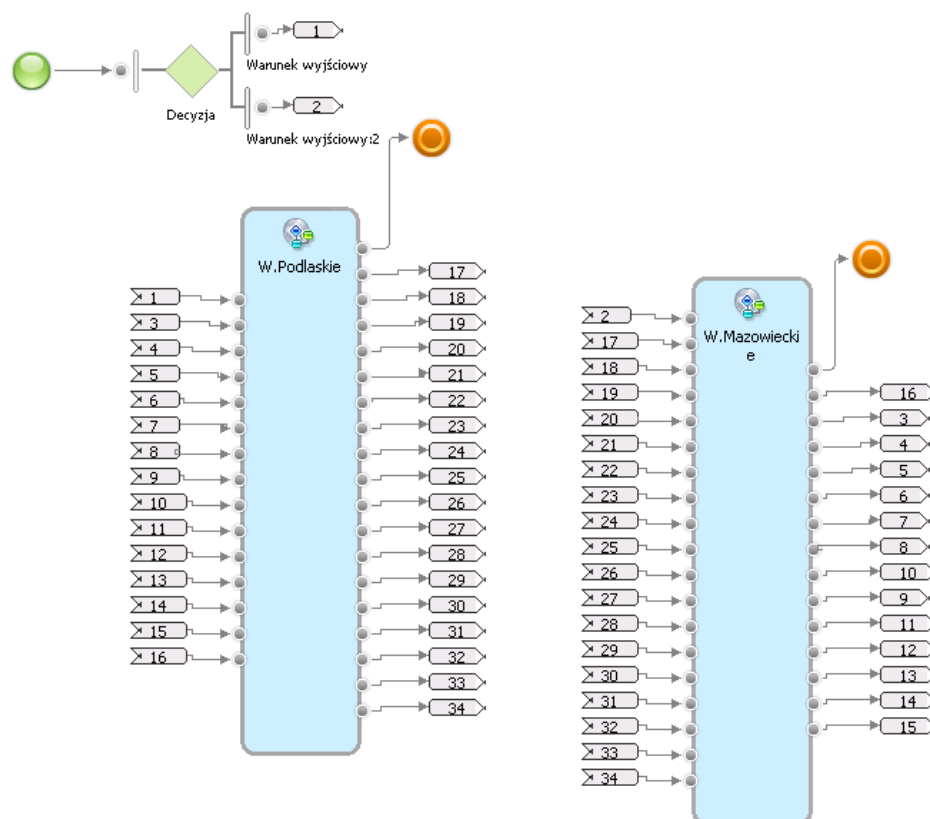
⁷ Funkcjonalności ustalone na podstawie obszarów oddziaływania zagrożeń zapisanych w PZK województwa mazowieckiego i województwa podlaskiego.

⁸ PZK województwa mazowieckie, 2015. Warszawa: Mazowiecki Urząd Wojewódzki, ss. 64-97.

⁹ PZK województwa podlaskie, 2015. Białystok: Podlaski Urząd Wojewódzki, ss. 8-63.

¹⁰ Symulacje przeprowadzone w IBM Websphere Business Modeler 7.0

¹¹ Wzbudzenie zagrożenia – zaistnienie sprzyjających warunków do materializacji zagrożenia.



Rysunek 5. Diagram obrazujący wpływ zagrożeń wywoływanych przez województwo mazowieckie na województwo podlaskie oraz odwrotnie. Źródło: Opracowanie własne.

W Tabeli 7, w kolumnie opis przebiegu scenariusza, znajduje się wykaz elementów zaistniałych w ramach konkretnego scenariusza zdarzenia niekorzystnego¹². W ramach scenariusza 1 zmaterializowało się sześć zagrożeń:

- M_1.1P – powódź w województwie mazowieckim, która nie wpłynęła negatywnie na to województwo jednak wzbudziła zagrożenie powódź w województwie podlaskim,
- P_1.1.R – powódź w województwie podlaskim, która zmaterializowała się i przyniosła negatywne skutki dla tego województwa,
- P_2.1.P – epidemia w województwie podlaskim, która wystąpiła jednak nie przyniosła żadnych negatywnych skutków,
- P_3.1P – skażenie chemiczne na lądzie w województwie podlaskim, które wystąpiło, ale nie przyniosło negatywnych skutków,

¹² Elementy zakończone literą „R” oznaczają materializację zagrożenia i negatywny wpływ na określone województwo (np. w scenariuszu 1 element oznaczony P_1.1.R oznacza, że w Województwie Podlaskim wystąpiła powódź, która negatywnie wpłynęła na to województwo). Elementy oznaczone literą „P” oznaczają materializację zagrożenia jednak zagrożenie to nie wywołało negatywnych skutków w żadnym z województw. Elementy oznaczone literą „D” oznaczają sytuację, w której zagrożenie zostało wzbudzone, jednak nie zmaterializowało się.

- P_4.5.P – zakłócenie w systemie paliwowym w województwie podlaskim, które wystąpiło, ale nie przyniosło negatywnych skutków,
- P_4.6.P – zakłócenie w systemie telekomunikacyjnym w województwie podlaskim, które wystąpiło, ale nie przyniosło negatywnych skutków.

Tabela 7.

Wykaz scenariuszy przebiegu zdarzeń niekorzystnych wywołanych zagrożeniem powódź dla województwa mazowieckiego

| Nazwa przypadku | Prawdopodobieństwo | Przebieg scenariusza |
|-----------------|--------------------|--|
| Scenariusz1 | 1,00% | M_1.1P; P_1.1.R; P_2.1.P; P_3.1P; P_4.5.P; P_4.6.P; |
| Scenariusz 2 | 32,00% | M_1.1R; M_4.3.P; P_1.1.R; P_1.7.P; P_3.1P; P_4.2.P; P_4.4.P; P_4.6.P; P_9.1.P; |
| Scenariusz 3 | 2,00% | M_1.1R; M_2.2.P; M_5.2.P; M_5.2.R; M_8.1.P; M_8.2.P; M_8.4.P; M_9.1.P; P_1.1R; P_3.1P; P_4.1.P; P_4.2.P; P_4.6.P; P_9.1.P; |
| Scenariusz 4 | 8,00% | M_1.1P; P_1.1.R; P_1.1P; P_3.1P; P_9.1.P; |
| Scenariusz 5 | 2,00% | M_1.1P; M_4.3.P; P_1.1.R; P_1.1P; P_4.4.P; P_9.1.P; |
| Scenariusz 6 | 2,00% | M_1.1P; P_1.1.R; P_1.1P; P_2.1.P; P_3.1P; P_4.5.P; |
| Scenariusz 7 | 3,00% | M_1.1P; M_4.3.P; P_1.1.R; P_1.1P; P_1.7.P; P_3.1P; P_4.1.P; P_4.4.P; P_4.5.P; P_4.6.P; |

Źródło: Opracowanie własne.

Wykonany eksperyment potwierdził, że zaproponowane zasady budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych mogą zostać wykorzystane do odwzorowania charakterystyki rozpatrywanego zasobu oraz że na tej podstawie może być wykonana symulacja przebiegu zdarzeń niekorzystnych.

Wiedza dotycząca zagrożeń, przed którymi należy się chronić (elementy zakończone literą R) może posłużyć do budowy problemu decyzyjnego, którego rozwiązanie pozwoli wskazać zabezpieczenia, których zastosowanie wyeliminuje lub ograniczy negatywne skutki materializacji zagrożeń. Obserwacja stała się podstawą do opracowania procedur uzupełniających zweryfikowaną procedurę budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych. Poniżej przedstawione procedury dotyczą budowy problemu decyzyjnego oraz weryfikacji zabezpieczeń. Ich opracowanie pozwoliło na zaproponowanie Integralnego Modelu Bezpieczeństwa, którego zadaniem jest umożliwienie zarządzania bezpieczeństwem rozpatrywanego zasobu¹³ w ramach procesu planowania cywilnego.

¹³ Zarządzanie bezpieczeństwem zasobu jest rozumiane jako zespół działań lub procedur realizowanych w obszarze planowania, organizowania, weryfikacji i realizacji wykonywanych dla osiągnięcia wymaganego poziomu bezpieczeństwa zasobu uzależnionych od sytuacji w jakiej zasób się znajduje.

Procedura budowy problemu decyzyjnego

Zbiór zagrożeń wyłoniony w postaci modelu sytuacji zasobu lub przez scenariusz zdarzenia niekorzystnego stanowi problem decyzyjny, którego rozwiązaniem jest zbiór zabezpieczeń jakie należy zastosować w celu minimalizacji lub eliminacji skutków rozpoznanych zagrożeń. Do budowy i rozwiązania problemów decyzyjnych może posłużyć metoda analizy powiązanych obszarów decyzyjnych (AIDA). Metoda AIDA opracowana przez J. Luckman'a zakłada realizację trzech zasadniczych etapów (Krupa, Ostrowska, 2012, s. 26):

- zbudowanie modelu problemu decyzyjnego:
 - wydzielenie obszarów decyzyjnych i ich elementarnych decyzji,
 - zaznaczenie par elementarnych decyzji będących w relacji pełnej sprzeczności,
 - wyznaczenie wag istotności V_i obszarów decyzyjnych D_i na skali procentowej oraz wag istotności v_{ji} (kosztów do sumy 1 w każdym obszarze decyzyjnym D_i) elementarnych decyzji d_{ji} na skali (0..1),
- wygenerowanie zbioru dopuszczalnych decyzji niezawierających par elementarnych decyzji znajdujących się w relacji pełnej sprzeczności,
- dokonanie wyboru i podjęcie decyzji:
 - przeprowadzenie oceny kosztowej wszystkich poprawnie utworzonych decyzji i uporządkowanie ich w malejącej kolejności kosztów,
 - analiza uzyskanych rozwiązań, wytypowanie grupy najbardziej pożądanых wariantów decyzji, dokonanie wyboru jednej z nich i wykonanie decyzji,
 - analiza skutków podjętej (wykonanej) decyzji.

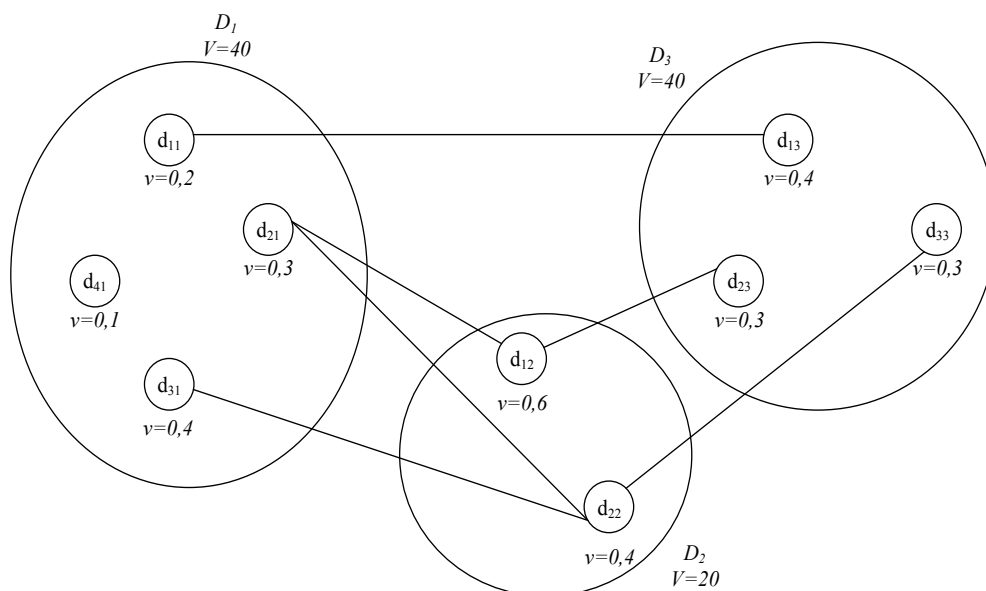
W przypadku procesu planowania cywilnego problem decyzyjny to zbiór zagrożeń na jakie zasób jest podatny. Występujące w problemie decyzyjnym obszary decyzyjne to pojedyncze zagrożenia, a decyzje elementarne w ramach obszarów decyzyjnych ilustrują dostępne środki reakcji na rozpoznane zagrożenie.

Relacje sprzeczności między decyzjami elementarnymi interpretuje się jako ograniczenie w zastosowaniu danej kombinacji zabezpieczeń. Ograniczenie to może wynikać np. z uwarunkowań technicznych, organizacyjnych, finansowych, itp. Wygenerowane kombinacje decyzji elementarnych uwzględniające relacje sprzeczności stanowią zbiór zabezpieczeń przed rozpoznanymi zagrożeniami.

Opisując obszary decyzyjne prawdopodobieństwem wystąpienia zagrożenia, a decyzje elementarne np. kosztem wdrożenia zabezpieczenia możliwe jest dokonanie oceny kosztowej wszystkich modeli zabezpieczeń. Pozwala to na ich uporządkowanie i podjęcie decyzji zgodnie z przyjętą funkcją celu.

W zależności od przyjętego parametru wartościującego decyzję elementarną, ocena kosztowa rozwiązania problemu decyzyjnego może być różnie interpretowana. Jeśli decyzje elementarne zostaną opisane parametrem odnoszącym się do kosztów wdrożenia

zabezpieczenia to możliwe jest poszukiwanie rozwiązania o najniższych kosztach. W przypadku opisanego decyzji elementarnej parametrem opisującym ograniczenie ofiar wśród ludzi możliwe jest poszukiwanie modelu zabezpieczeń, który zapewni najwyższy odsetek osób chronionych. Przykład problemu decyzyjnego ilustruje Rysunek 6.



Rysunek 6. Przykład modelu decyzyjnego wykonanego w technice AIDA. Źródło: Wiśniewski, 2016a, s. 306.

Każdemu z obszarów D_j przypisuje się poziom istotności V_j , który może wynikać np. z poziomu ryzyka jaki reprezentuje zagrożenie odpowiadające danemu obszarowi decyzyjnemu. W ramach obszarów decyzyjnych wskazywane są decyzje elementarne d_{ij} symbolizujące zabezpieczenia i środki reakcji na dane zagrożenie. Następnie określa się pary zabezpieczeń, które nie mogą występować w ramach jednego modelu zabezpieczeń (elementy połączone linią ciągłą np. para $d_{31} - d_{22}$).

Sytuację przedstawioną na Rysunku 6 można zinterpretować jako problem decyzyjny podmiotu odpowiedzialnego za bezpieczeństwo rozpatrywanego zasobu (np. szpitala), który ma wskazać model zabezpieczeń dla określonej funkcjonalności zasobu (np. możliwości współpracy z Lotniczym Pogotowiem Ratunkowym), podatnej na trzy rozpoznane w scenariuszu zdarzenia niekorzystnego zagrożenia (reprezentowane przez obszary decyzyjne D_1 – powódź, D_2 – pożar, D_3 – brak prądu). Decyzja, będąca kombinacją decyzji elementarnych (po jednej z każdego obszaru decyzyjnego), dotycząca zabezpieczeń może należeć do jednej z trzech grup decyzji:

- maksymalna wartość modelu zabezpieczeń,
- minimalna wartość modelu zabezpieczeń,
- wartość modelu zabezpieczeń zawiera się w przyjętym przedziale.

Problem decyzyjny można przedstawić w postaci zbioru równań, których rozwiązanie pozwoli wskazać zestaw zabezpieczeń spełniający przyjęty warunek (funkcję celu). W tym celu obszary decyzyjne (D_1, D_2, D_3) należy zapisać w postaci wektorów. Obszar decyzyjny D_1 przyjmie wówczas postać:

$$D_1 \{d_{11}, d_{21}, d_{31}, d_{41}\}$$

Podobnie należy postąpić z pozostałymi obszarami decyzyjnymi. Posiadając zapis wektorowy obszarów decyzyjnych należy wskazać wszystkie krotki¹⁴ jakie mogą być rozwiązaniami danego problemu decyzyjnego. Następnie ze zbioru powstałych krotek usuwa się te krotki, które zawierają pary elementów sprzecznych. W ten sposób uzyskuje się wykaz zabezpieczeń możliwych do rozwiązania danego problemu decyzyjnego. Uzyskany zbiór krotek można zapisać w postaci macierzowej (Tabela 8).

Tabela 8.

Macierz możliwych rozwiązań problemu decyzyjnego

| | | |
|----------|----------|----------|
| d_{11} | d_{12} | d_{23} |
| d_{11} | d_{22} | d_{23} |
| d_{31} | d_{12} | d_{13} |
| d_{31} | d_{12} | d_{23} |
| d_{41} | d_{12} | d_{13} |
| d_{41} | d_{12} | d_{23} |
| d_{41} | d_{22} | d_{13} |
| d_{41} | d_{22} | d_{23} |

Źródło: Wiśniewski, 2016a, s. 306.

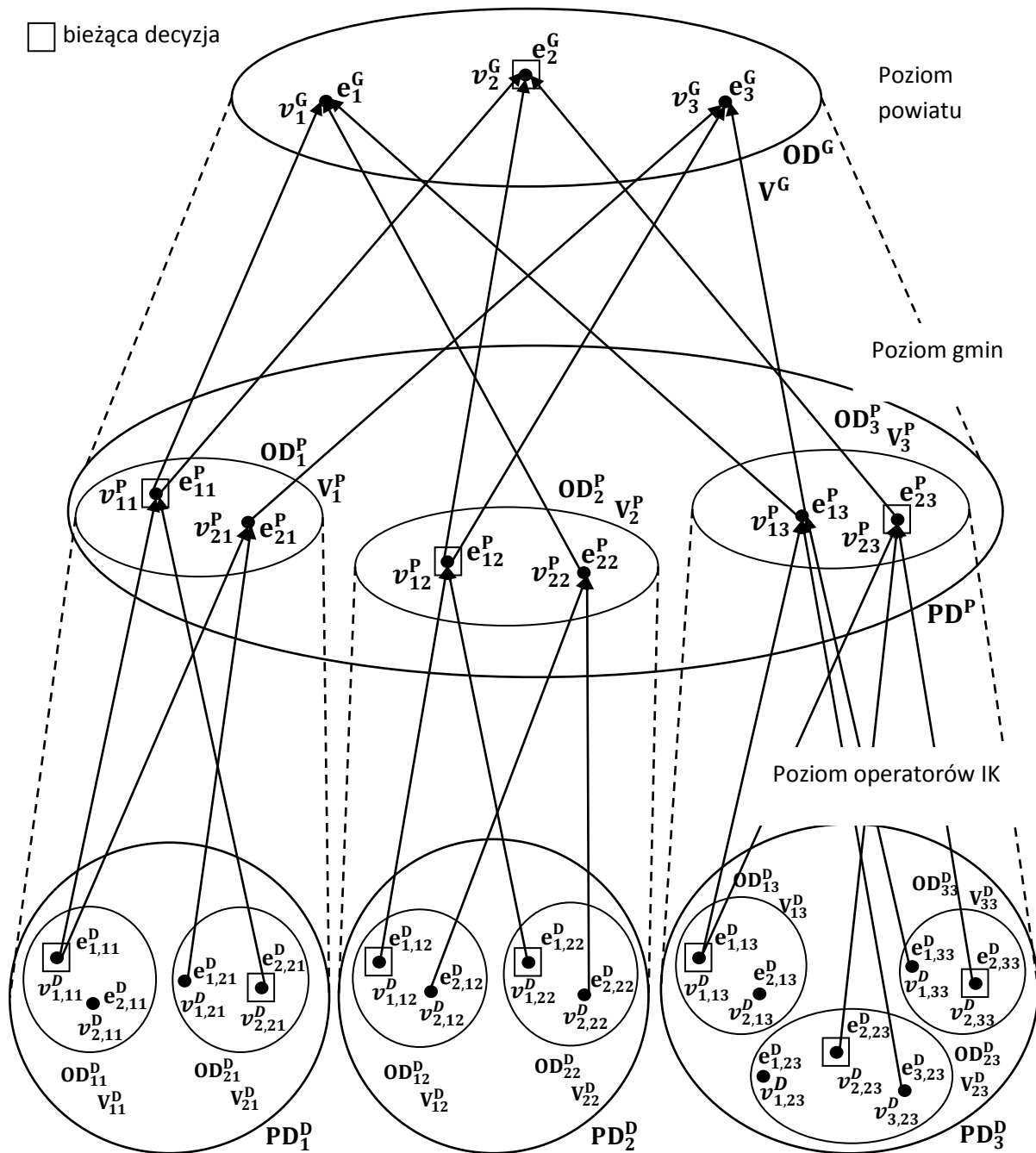
Podstawiając wartości liczbowe z Rysunku 6, w miejsce decyzji elementarnych tworzy się macierz wartości możliwych do zastosowania modeli zabezpieczeń przed rozpoznanymi zagrożeniami. Mnożąc tą macierz przez macierz wartości poszczególnych obszarów decyzyjnych V_j uzyskuje się wykaz wartości dla poszczególnych modeli zabezpieczeń (Rysunek 7).

| | | | | | | |
|------------|------------|------------|---|-----------|----|----|
| 0,2 | 0,6 | 0,3 | * | = | 32 | |
| 0,2 | 0,4 | 0,3 | | | 40 | 28 |
| 0,4 | 0,6 | 0,4 | | | 20 | 44 |
| 0,4 | 0,6 | 0,3 | | | 40 | 40 |
| 0,1 | 0,6 | 0,4 | | | | 32 |
| 0,1 | 0,6 | 0,3 | | | | 28 |
| 0,1 | 0,4 | 0,4 | | | | 28 |
| 0,1 | 0,4 | 0,3 | | 24 | | |

Rysunek 7. Obliczenie wartości możliwych rozwiązań problemu decyzyjnego; Źródło: Wiśniewski, 2016a, s. 307.

¹⁴ krotka – rozwiązanie problemu decyzyjnego zawierające liczbę n decyzji elementarnych d_{ij} równą liczbie m obszarów decyzyjnych D_j po jednej decyzji elementarnej z każdego obszaru decyzyjnego D_j .

Stosując wyżej omówione postępowanie można rozwiązywać płaskie¹⁵ (Rysunek 6) oraz hierarchiczne¹⁶ (Rysunek 8) problemy decyzyjne.



Rysunek 8. Przykład hierarchicznego problemu decyzyjnego; Źródło: Krupa, Ostrowska, 2016, s. 321.

¹⁵ Płaski problem decyzyjny występuje wówczas, gdy decyzja o zastosowaniu wybranego modelu zabezpieczeń może być podjęta i zrealizowana na jednym poziomie decyzyjnym, np. na poziomie kompetencji podmiotu odpowiedzialnego za bezpieczeństwo rozpatrywanego zasobu.

¹⁶ Hierarchiczne problemy decyzyjne występują w sytuacji, gdy model zabezpieczeń dla rozpatrywanego zasobu obejmuje więcej niż jeden poziom decyzyjny np. decyzja o wyborze zabezpieczeń jest podejmowana na poziomie powiatu i ma być wdrożona przez operatora rozpatrywanego zasobu oraz gminę na terenie, której zasób się znajduje.

Wprowadzenie hierarchicznych problemów decyzyjnych do omawianej wynika z konstrukcji procesu planowania cywilnego. Z jednej strony istnieje konieczność integracji opracowywanych planów reakcji na zagrożenia między różnymi podmiotami tego procesu, z drugiej strony opracowywane plany zakładają wykorzystanie zasobów będących w dyspozycji różnych podmiotów administracji publicznej oraz podmiotów prywatnych (DzU 2017, poz. 209; NPOIK, 2015, s. 16). Możliwość odwzorowania tych zależności w ramach jednego problemu decyzyjnego niewątpliwie usprawni proces planowania cywilnego poprzez przyspieszenie podejmowania decyzji oraz weryfikacji integralności proponowanych zabezpieczeń.

Podobnie jak w przypadku płaskich problemów decyzyjnych rozwiązaniem hierarchicznego problemu decyzyjnego jest układ równań, w którym wartości decyzji elementarnych poziomu wyższego wyznaczane są przez sumę iloczynów wartości decyzji elementarnej poziomu niższego i wagi obszaru decyzyjnego, z którego pochodzą. Obrazuje to układ równań macierzowych (Rysunek 9).

Zależności poziom powiatu – poziom gmin
Problem decyzyjny OD^G

| | | | | | | |
|------------|------------|------------|---|---------|---|---------|
| v_{11}^P | v_{22}^P | v_{13}^P | * | v_1^P | = | v_1^G |
| v_{11}^P | v_{12}^P | v_{23}^P | | v_2^P | | v_2^G |
| v_{21}^P | v_{12}^P | v_{13}^P | | v_3^P | | v_3^G |

Zależności poziom gmin – poziom operatorów IK
Problem decyzyjny OD^P₁

| | | | | | |
|-------------|-------------|---|------------|---|------------|
| v_{111}^D | v_{221}^D | * | v_{11}^D | = | v_{11}^P |
| v_{111}^D | v_{121}^D | | v_{21}^D | | v_{21}^P |

Problem decyzyjny OD^P₂

| | | | | | |
|-------------|-------------|---|------------|---|------------|
| v_{112}^D | v_{122}^D | * | v_{12}^D | = | v_{12}^P |
| v_{212}^D | v_{222}^D | | v_{22}^D | | v_{22}^P |

Problem decyzyjny OD^P₃

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|---|------------|---|---------|
| v_{113}^D | v_{323}^D | v_{133}^D | * | v_{13}^D | = | v_1^P |
| v_{113}^D | v_{223}^D | v_{233}^D | | v_{23}^D | | v_2^P |
| | | | | v_{33}^D | | |

Rysunek 9. Przykład zapisu macierzowego hierarchicznego problemu decyzyjnego. Źródło: opracowanie własne.

Rozwiązując układ równań (Rysunek 9) od równania odwzorowującego poziom najniższy dochodzi się to uzyskania wartości decyzji elementarnych na poziomie najwyższym, a tym samym rozwiązuje się hierarchiczny problem decyzyjny. Rozwiązanie zależne jest od przyjętej funkcji celu (wartość maksymalna, minimalna, wartość z przedziału).

Procedura weryfikacji zabezpieczeń

Dzięki procedurze budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych oraz procedurze budowy problemu decyzyjnego możliwe jest wskazanie oraz rozwiązanie problemu decyzyjnego dotyczącego zabezpieczeń jakie należy zastosować przed rozpoznanymi zagrożeniami. Aby można było mówić o realizacji funkcji kontroli niezbędnej do zarządzania bezpieczeństwem rozpatrywanego zasobu należy zweryfikować skuteczność¹⁷ zaproponowanych zabezpieczeń.

Zadanie to jest realizowane dzięki procedurze weryfikacji zabezpieczeń opracowanej na bazie metody analizy przypadków (CBR).

Metoda CBR bazuje na obserwacji rozumowania eksperta, który szukając rozwiązania problemu odwołuje się do doświadczeń z przeszłości i wzoruje swoje decyzje na wówczas podjętych. Metoda CBR określa przypadek jako parę <problem : rozwiązanie>. W przypadku procesu planowania cywilnego przypadek rozumie się jako parę <zagrożenie : zabezpieczenie>.

Przypadki są niezależne, nie są regułami, są zapisami rzeczywistych zdarzeń inicjowanymi w konkretnych sytuacjach, które mogą zostać opisane odpowiednim zestawem danych. Istota metody CBR sprowadza się do stwierdzenia, że możliwe jest rozwiązanie bieżącego problemu przez adaptację rozwiązań zastosowanych w przeszłości. W metodzie wyróżnia się następujące etapy (Surma, 2010, s. 33):

- wyszukanie – w bazie przypadków odnajduje się przypadek najbardziej podobny do rozpatrywanego,
- propozycja rozwiązania – sposób rozwiązania znalezionej przypadku staje się potencjalnym rozwiązaniem obecnego problemu,
- weryfikacja – znane rozwiązanie dopasowuje się do rozpatrywanego problemu,
- zapamiętanie – problem oraz rozwiązanie zapamiętują się jako nowy przypadek.

Na potrzeby procesu planowania cywilnego konieczne jest wprowadzenie kryteriów podobieństwa sytuacji, na podstawie których określany będzie stopień podobieństwa rozpatrywanej sytuacji zasobu (sytuacji bazowej) z przypadkami z przeszłości. Jak wynika to z modelu sytuacji zasobu (Rysunek 1) do grupy kryteriów podobieństwa sytuacji można zaliczyć:

- podobieństwo zasobów rozpatrywanej sytuacji,
- podobieństwo funkcjonalności zasobów rozpatrywanej sytuacji,
- podobieństwo zagrożeń rozpatrywanej sytuacji,
- podobieństwo zabezpieczeń rozpatrywanej sytuacji.

¹⁷ Skuteczność zabezpieczenia jest rozumiana jako wyeliminowanie skutków zagrożenia poprzez zastosowanie zabezpieczenia, np. utrzymanie dostępności energii elektrycznej, dla szpitala umożliwiającej jego funkcjonowanie, w wyniku zastosowania agregatu prądowłórczego na wypadek utraty zasilania z miejskiej sieci energetycznej

Na podstawie kryteriów podobieństwa sytuacji w bazie zarejestrowanych przypadków wyszukiwane są sytuacje podobne pod względem: zasobów, funkcjonalności, zagrożeń oraz zastosowanych zabezpieczeń. Następnie wśród sytuacji podobnych wskazuje się te, w których wystąpił identyczny lub zbliżony do sytuacji bazowej zbiór zagrożeń i porównuje się zastosowane zabezpieczenia. Następnie sprawdza się jaka była skuteczność zastosowanych w przeszłości zabezpieczeń. Dzięki temu można przewidywać czy wygenerowany zbiór zabezpieczeń będzie skutecznie chronił rozpatrywany zasób przed rozpoznanymi zagrożeniami.

Podobieństwo zasobów określa się na podstawie zasobów występujących w dwóch porównywanych przypadkach. Podobieństwo zasobów określane jest na skali 0-100% gdzie 0 oznacza brak wspólnych zasobów w rozpatrywanych sytuacjach a 100 oznacza, że w obu sytuacjach występują dokładnie takie same zasoby.

Przykład ilustrujący określenie podobieństwa zasobów dla rozpatrywanej sytuacji przedstawiono w Tabeli 9. Przypadek sytuacji bazowej zawiera osiem zasobów od v_1 do v_8 . W przypadku 1 podobieństwo wynosi $PW = 0\%$ ponieważ nie występują zasoby zbieżne z przypadkiem bazowym. W przypadku 2 stopień podobieństwa wynosi $PW = 100\%$ mimo, że w przypadku występuje dodatkowy zasób v_{10} . Dzieje się tak ponieważ w procedurze weryfikacji zabezpieczeń do oceny stopnia podobieństwa brana jest pod uwagę tylko przestrzeń zasobów przypadku bazowego (oznaczona na szaro). W przypadku 3 stopień podobieństwa wynosi $PW = 75\%$ (zgodność 6 zasobów z przypadkiem bazowym). Ta sama logika określania stopnia podobieństwa jest stosowana dla pozostałych wskazanych kryteriów.

Tabela 9.

Określenie stopnia podobieństwa zasobów

| Wyszczególnienie | Podobieństwo | Zasoby | | | | | | | | | | | |
|------------------|--------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|
| | PW | v_1 | v_2 | v_3 | v_4 | v_5 | v_6 | v_7 | v_8 | v_9 | v_{10} | v_{11} | v_{12} |
| Przypadek bazowy | 100% | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Przypadek 1 | 0% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Przypadek 2 | 100% | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Przypadek 3 | 75% | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

Źródło: opracowanie własne.

Realizacja opisanej procedury weryfikacji zabezpieczeń wymaga opracowania repozytorium, które będzie gromadziło dane o zdarzeniach niekorzystnych mających miejsce w przeszłości, według struktury danych wyznaczonej przez model sytuacji zasobu. Obecnie nie istnieje takie repozytorium, jednak trwają prace nad rozszerzeniem wykorzystania Centralnej Aplikacji Raportującej na poziom gmin (Kąkol, Kisilowski, Kunikowski, Uklańska, 2016, s. 81-82), która może stanowić punkt wyjścia do budowy wymaganego przez procedurę weryfikacji zabezpieczeń repozytorium.

Koncepcja integralnego modelu bezpieczeństwa

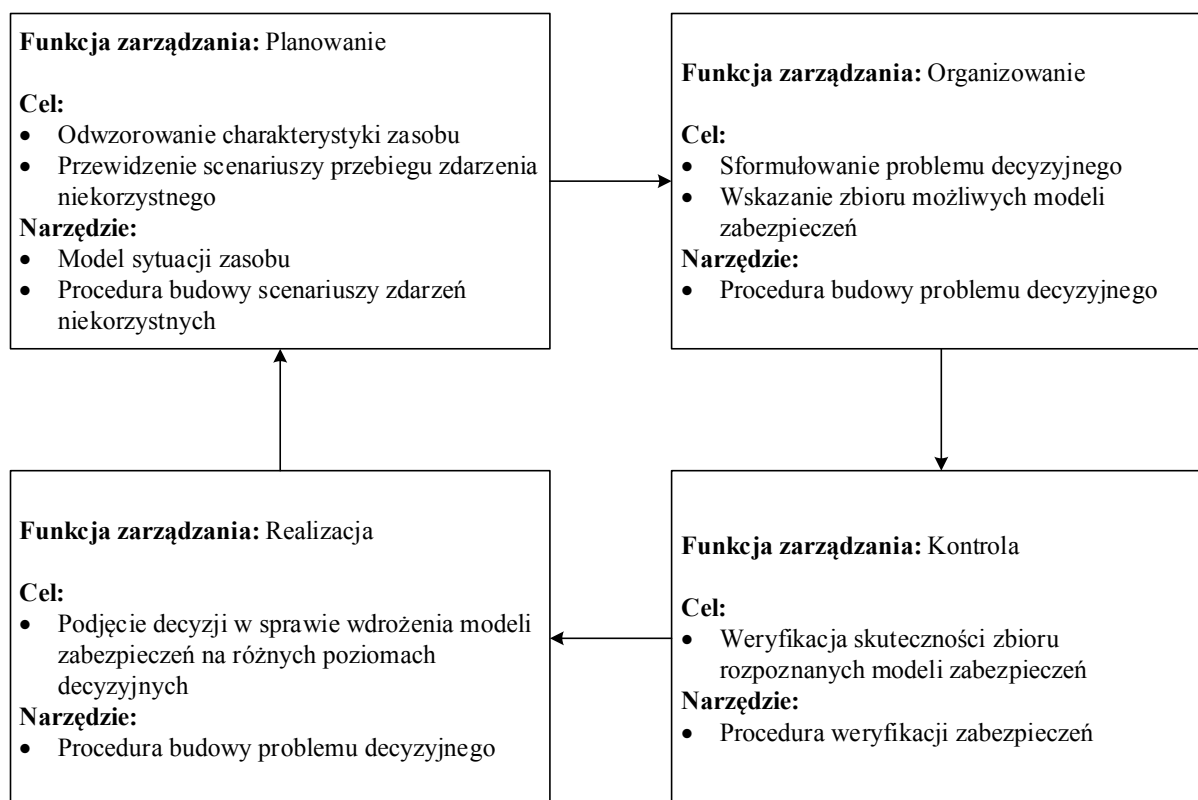
Propozycją autora na usprawnienie procesu planowania cywilnego jest wprowadzenie Integralnego Modelu Bezpieczeństwa (IMB). IMB wprowadza system pojęć umożliwiający odwzorowanie charakterystyki dowolnego obiektu w taki sam sposób. Charakterystyka obiektu jest przedstawiana w postaci modelu sytuacji zasobu, który w połączeniu z modelami sytuacji innych zasobów wpływającymi na funkcjonowanie rozpatrywanego obiektu pozwala na rozpoznanie możliwych scenariuszy przebiegu zdarzeń niekorzystnych ograniczających funkcjonalności rozpatrywanego zasobu. Pozwala to na włączenie analizy scenariuszy przebiegu zdarzeń niekorzystnych do procesu oceny ryzyka oraz daje podmiotom realizującym proces planowania cywilnego możliwość prowadzenia analiz zarówno pod kątem ochrony zasobów jak i realizowanych przez nie funkcjonalności. Dzięki czemu IMB wychodzi naprzeciw oczekiwaniom Komisji Europejskiej, które dotyczą uwzględnienia w procesie zarządzania bezpieczeństwem IK funkcjonalności IK¹⁸.

Następnie model sytuacji zasobu lub scenariusz przebiegu zdarzenia niekorzystnego jest przekształcany w problem decyzyjny dotyczący zagrożeń, na które podatny jest rozpatrywany zasób. Rozwiązaniem problemu decyzyjnego jest zestaw zabezpieczeń dla każdego rozpoznanego zagrożenia, pozwalający na osiągnięcie akceptowalnego poziomu ryzyka.

IMB umożliwia również weryfikację wskazanych modeli zabezpieczeń pod względem ich skuteczności, zanim zostaną zaimplementowane. Weryfikacja skuteczności zaproponowanych zabezpieczeń jest realizowana poprzez porównanie rozpatrywanego modelu sytuacji zasobu z przypadkami przeszłymi. Stopień podobieństwa określany jest na podstawie przyjętych kryteriów podobieństwa.

Całość IMB można przedstawić na planie funkcji zarządzania (Rysunek 10).

¹⁸ Nowe podejście do identyfikacji obiektów krytycznych na bazie realizowanych usług zostało przedstawione w dyrektywie NIST z dnia 21 kwietnia 2016 r. w sprawie bezpieczeństwa sieci i systemów teleinformatycznych opublikowanej przez Radę UE i zatwierdzonej przez Unijny Parlament 6 lipca 2016.



Rysunek 10. Koncepcja IMB. Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Celem artykułu było przedstawienie oceny procedury budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych oraz zaproponowanie uogólnień metodycznych umożliwiających zarządzanie bezpieczeństwem rozpatrywanego zasobu w ramach procesu planowania cywilnego.

Przeprowadzony eksperyment obliczeniowy wykazał, że możliwe jest odzworowanie charakterystyki rozpatrywanego zasobu za pomocą zaproponowanego modelu sytuacji zasobu oraz wygenerowanie na jego podstawie scenariuszy zdarzeń niekorzystnych wywoływanych przez zagrożenia, na które rozpatrywany zasób jest podatny. Eksperyment został przeprowadzony na bazie danych pochodzących z PZK województwa mazowieckiego i podlaskiego i doprowadził do wygenerowania 49 możliwych scenariuszy rozwoju zdarzeń niekorzystnych wywołanych wzbudzeniem zagrożenia powódź.

Pozytywne zweryfikowanie procedury budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych zaowocowało potrzebą uzupełnienia jej o elementy umożliwiające zbudowanie problemu decyzyjnego dotyczącego zagrożeń, na które podatny jest rozpatrywany zasób oraz weryfikujące skuteczność zaproponowanych zabezpieczeń.

Uzupełnienie procedury budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych o procedurę budowy problemu decyzyjnego i weryfikacji zabezpieczeń pozwoliło na zaproponowanie Integralnego Modelu Bezpieczeństwa, który realizuje podstawowe funkcje zarządzania: planowanie organizowanie, kontrolę oraz realizację założonych działań.

Nowością w przedstawionej koncepcji IMB jest odwołanie się do zbiorowości zagrożeń wynikającej z modelu sytuacji zasobu lub scenariusza zdarzenia niekorzystnego oraz powiązanie modelu zabezpieczeń przed zagrożeniem z rejestrowanym poziomem funkcjonalności rozpatrywanego zasobu. Koncepcja IMB pozwala na wskazanie decyzji o zastosowaniu modelu zabezpieczeń w przypadku płaskich i hierarchicznych problemów decyzyjnych. W przypadku procesu planowania cywilnego poziomy decyzyjne są wyznaczane przez strukturę administracji publicznej.

Potrzeba opracowania koncepcji IMB została wykazana w wyniku prac badawczych przeprowadzonych w ramach projektu rozwojowego NCBiR pt. „Wysokospecjalistyczna platforma wspomagająca planowanie cywilne i ratownictwo w administracji publicznej RP oraz jednostkach organizacyjnych KSRG” umowa nr DOB – BIO7/11/02/2015 na wykonanie projektów w zakresie badań naukowych i projektów rozwojowych na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa, realizowanego przez konsorcjum: Politechnika Warszawska (Wydział Zarządzania), Medcore sp. z o.o. Badania wykazały, że zastosowanie procedury budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych pozwoli na zwiększenie efektywności wykorzystywania danych dotyczących zdarzeń niekorzystnych występujących w przeszłości oraz usystematyzuje proces planowania cywilnego. Ponadto da ona podmiotom procesu planowania cywilnego narzędzie weryfikacji formułowanych zaleceń oraz wyeliminuje rozbieżności metodyczne opracowywania Planów Zarządzania Kryzysowego i Planów Ochrony Infrastruktury Krytycznej.

Bibliografia

1. Kąkol, U., Kisilowski, M., Kunikowski, G., Ukłańska, A. (2016). Stan planowania cywilnego w Polsce. W M. Ćwiklicki, M. Jabłoński, S. Mazur (red.), *Współczesne koncepcje zarządzania publicznego. Wyzwania modernizacyjne sektora publicznego* (s. 75-84). Kraków: GAP.
2. Krupa, T. (2013). V.A. Gorbatov Theory of Characterization – Solutions and Examples. *Foundation of Management*, 3, 89-102.
3. Krupa, T. (2015). Semiotyka kluczowych pojęć tezaurytu ciągłości działania w infrastrukturze krytycznej. *Logistyka*, 4, 7793-7802.
4. Krupa, T., Ostrowska, T. (2012). Decision – Making in Flat and Hierarchical Decision Problems. *Foundations of Management*, 2, 23-36.

5. Krupa, T., Ostrowska, T. (2016). Hierarchical Decision-Making Problems – Modeling and Solutions. *Foundations of Management*, 8, 311-324.
6. *Plan Zarządzania Kryzysowego Województwo Mazowieckie* (2015). Warszawa: Mazowiecki Urząd Wojewódzki.
7. *Plan Zarządzania Kryzysowego Województwo Podlaskie* (2015). Białystok: Podlaski Urząd Wojewódzki.
8. Surma, J. (2010). *Rola analogii w podejmowaniu decyzji w zarządzaniu strategicznym małych i średnich przedsiębiorstw*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza SGH.
9. Ustawa z 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym (DzU 2017 poz. 209).
10. Wiśniewski, M. (2016a). Concept of Situational Management of Safety Critical Infrastructure of State. *Foundation of Management*, 8, 297-310.
11. Wiśniewski, M. (2016b). Autorska koncepcja sytuacyjnych modeli: zasobu IK, procesów podejmowania decyzji oraz szacowania ryzyka i kompensacji zagrożeń. *Studia i Materiały "Miscellanea Oeconomicae"*, 1, 429-444.
12. Wiśniewski, M. (2017). Weryfikacja stosowalności zasad budowy zdarzeń niekorzystnych – raport z badań. *Studia i Materiały "Miscellanea Oeconomicae"*, 4, 321-335.
13. Wiśniewski, M., Kisilowski, M., Marczewski, M. (2016). Zasady budowy scenariuszy zdarzeń niekorzystnych w publicznym zarządzaniu kryzysowym. W M. Ćwiklicki, M. Jabłoński, S. Mazur (red.), *Współczesne koncepcje zarządzania publicznego. Wyzwania modernizacyjne sektora publicznego* (s. 97-110). Kraków: GAP.