



# **Potencjałowa formuła walidacji bezpieczeństwa podmiotu**

## Potential formula for entity security validation

### **Krzysztof Ficoń**

ORCID: 0000-0002-9153-474X

e-mail: k.ficon@amw.gdynia.pl

Akademia Marynarki Wojennej

### **Wojciech Sokółowski**

ORCID: 0000-0002-5377-4961

e-mail: w.sokolowski@amw.gdynia.pl

Akademia Marynarki Wojennej

---

The article presents the author's concept of modeling the entity's security in quantified qualitative and quantitative categories. At the beginning, an operator formula for security testing was presented, containing three basic arguments: the positive potential of security construction, the negative potential of security destruction, and the random risk of threat transformation. Due to the great universality of these categories, selected definitions and appropriate analytical formulas have been provided for each of them. Individual potential attributes have been decomposed into sets of diagnostic features for which quantified qualitative and quantitative measures have been proposed, which are the basis for establishing synthetic potential indicators. In accordance with the adopted calculation formula, the isolated potential categories and their diagnostic features were used to build synthetic qualitative and quantitative indicators that evaluate the independent variables of the potential formula. The hierarchical aggregation of individual partial values allowed for the derivation of a synthetic measure of the security of a given entity.

**Key words:** model, entity, formula, safety, threats, risk.

## Wprowadzenie

W literaturze z zakresu bezpieczeństwa problematyka syntetycznej oceny bezpieczeństwa za pomocą wymiernych wskaźników jakościowo-ilościowych jest mało popularna, gdyż tradycyjnie dominuje „literackie” podejście opisowo-jakościowe. Bezpieczeństwo mające korzenie wybitnie antropocentryczne lokowane jest w obszarze opisowych nauk humanistycznych i społecznych, gdzie narzędzia analityczne nie zawsze są w pełni przydatne. Liczby wskazują stany jednoznaczne, gdy tymczasem samo pojęcie bezpieczeństwa nawet wśród teoretyków rodzi wiele dyskusji i kontrowersji. Nawet precyzyjne zdefiniowanie pojęcia bezpieczeństwa w opisowych kategoriach leksykalnych napotyka na bariery filozoficzno-prakseologiczne i rodzi dużo wieloznaczności. Pewne światło na ten stan nieustannych poszukiwań rzuca garść definicji bezpieczeństwa przytoczonych poniżej (Ficoń, 2013).

Uniwersalny, antropocentryczny charakter bezpieczeństwa podmiotu znajduje wiele rozmaitych interpretacji i odniesień, przykładowo bezpieczeństwo to stan i proces, albo potrzeba i wartość, albo cel i środek, albo dążenie i strategia, albo trwanie i przetrwanie, a także podmiot i przedmiot badań i inne. Jednocześnie bezpieczeństwo to druga w hierarchii pozycja w słynnej piramidzie potrzeb A. Masłowa, która należy do kategorii absolutnie egzystencjalnych i podstawowych. Być może dlatego tak trudno jest wyrazić filozoficzną kategorię bezpieczeństwa w sposób ścisły i precyzyjny. Stan ten dla nauki nie oznacza jednak bariery absolutnej i ciągle podejmowane są próby skwantyfikowania pojęcia bezpieczeństwa i znalezienia jego miary ilościowej.

Przykładami ilościowych egzemplifikacji bezpieczeństwa są słynne modele walki F.W. Lanchestera (1956 r.) funkcjonujące w obszarze nauk wojskowych (Spustek, 2006). W swojej podstawowej formie model Lanchestera zakłada istnienie dwóch walczących stron oznaczonych jako A i B (Ficoń, 1996). Dane są współczynniki strat obydwu stron konfliktu oznaczone odpowiednio jako SA dla sił sprzymierzonych oraz SB dla sił przeciwnika. W każdej chwili  $t$  potencjał ilościowy walczących jednostek strony A i strony B jest znany i w miarę dynamiki walki ulega zmniejszeniu, aż do stanu krytycznego. Równania Lanchestera opisujące stan walki przybierają postać złożonych układów równań różniczkowych i obecnie są badane za pomocą licznych aplikacji i symulacji komputerowych (Lanchester, 1956).

W pracy została podjęta autorska próba modelowania ilościowych aspektów bezpieczeństwa podmiotu w ujęciu teoretycznym. Klasyczna definicja bezpieczeństwa podmiotu określa jako wyidealizowany stan braku zagrożeń, gwarantujący stabilne trwanie,

przetrawianie i planowany rozwój podmiotu. Ta życzeniowa definicja dla potrzeb budowanego modelu została urealniona i przedstawiona jako addytywna funkcja dwóch dychotomicznych potencjałów – konstrukcji bezpieczeństwa i destrukcji bezpieczeństwa oraz losowej funkcji ryzyka. W efekcie stan bezpieczeństwa podmiotu jest funkcją poziomu zagrożeń, które potęgują systemowy potencjał destrukcji. Poziom materializacji zagrożeń determinuje losowa funkcja ryzyka, która jako pewien współczynnik proporcjonalności skaluje negatywny potencjał destrukcji (Ficoń, 1995).

Tytułowe pojęcie podmiotu wiąże się z bezpieczeństwem podmiotowym i dotyczy zarówno pojedynczych osób, jak też różnych grup społecznych i całych społeczności lokalnych. Podmiot bezpieczeństwa musi uprawiać aktywną strategię kształtowania swojego bezpieczeństwa, w szczególności musi aktywnie zwalczać destrukcję wywołaną materializującymi się zagrożeniami. Jednym słowem – podmiot racjonalnie organizuje i zarządza swoim bezpieczeństwem.

Głównym celem badań było opracowanie projektu konceptualnego modelu matematycznego do walidacji bezpieczeństwa podmiotu i społeczności lokalnych. W tym kontekście podjęto próbę zastosowania operatorowej funkcji bezpieczeństwa Autorzy, jako główny problem badawczy, sformułowali następujące pytanie: jak zbudować model potencjałowej procedury walidacji bezpieczeństwa podmiotu? Główny problem badawczy zdekomponowano na problemy szczegółowe, które przybrały formę następujących pytań:

1. Jak w ujęciu operatorowym przedstawić bezpieczeństwo podmiotu?
2. Jakie niebezpieczeństwa obejmuje katalog zagrożeń bezpieczeństwa podmiotu?
3. Jakie są elementy składowe potencjału konstrukcji bezpieczeństwa?
4. W jaki sposób scharakteryzować ryzyko transformacji zagrożeń?

Główne metody badawcze wykorzystane w procesie badawczym to analiza, synteza, analogia, uogólnianie, modelowanie i wnioskowanie.

### **Operatorowa formuła bezpieczeństwa/niebezpieczeństwa**

Tytułowy termin „bezpieczeństwo”, podobnie jak dwa pozostałe – „zagrożenia” i „ryzyko” może być definiowany na wiele sposobów, w zależności od przyjętej metodologii badawczej, merytorycznych potrzeb oraz celu i przeznaczenia prowadzonych rozważań. Istnieje jedna wspólna cecha tych pojęć, którą jest ogromna popularność, uniwersalność i wielka mnogość podejść definicyjnych (Sułek, 2005). Aby budowany model osadzał się na solidnych fundamentach, te podstawowe pojęcia zostaną bliżej zdefiniowane.

W ujęciu encyklopedycznym „bezpieczeństwo” to wyidealizowany „stan niezagrożenia, spokoju, pewności” (Szymczak, 1981, s. 147) albo „1) taki któremu nic nie grozi; 2) niczym niezagrażający, chroniący przed niebezpieczeństwem” (Drabik, Kubiak-Sokół, 2011, s. 49). Bardziej adekwatne określenia bezpieczeństwa definiują jako:

- bezpieczeństwo – odporność/podatność podmiotu/przedmiotu na skutki wyzwań/zagrożeń endogenicznych i egzogenicznych mogących mieć destrukcyjny/konstrukcyjny wpływ na bieżące trwanie, przetrwanie oraz perspektywiczny rozwój i samorealizację danego podmiotu/przedmiotu w określonym horyzoncie czasowym (Ficoń, 2020, s. 137),
- bezpieczeństwo – trwanie i przetrwanie oraz możliwość rozwoju podmiotu (jednostki, grupy społecznej, państwa, narodu), w warunkach godziwej egzystencji, przy zachowaniu wolności i integralności (terytorialnej, organizacyjnej), niezależności politycznej, społecznej i ekonomicznej (Kukułka, 1982, s. 34),
- bezpieczeństwo – w znaczeniu wąskim oznacza zdolność jego podmiotu do przeciwstawienia się zagrożeniom, a w kontekście szerokim – zdolność podmiotu bezpieczeństwa do przetrwania i rozwoju, czyli możliwość realizacji własnych wartości (Wojtaszczyk, Materska-Sosnowska, 2009, s. 17),
- bezpieczeństwo – stan i proces trwania, przetrwania i rozwoju w warunkach zapewniających samorealizację podmiotu, jako każdej formy bytu (Pokruszyński, 2013, s. 19),
- bezpieczeństwo – gwarancja rozwoju społeczeństwa i jego przetrwania. Nietrwały stan, który wymaga ciągłej troski, ale daje poczucie pewności, gwarantuje jego zachowanie oraz daje szansę na przyszły rozwój (Bellona, 2002, s. 14),
- bezpieczeństwo to także „produkt inżynierski skonstruowany poprzez wykonanie określonych obliczeń, takich jak ilościowe szacowanie ryzyka, zbudowany poprzez system prawny, systemy ratownicze i wspomagające, i wdrożony” (Wolanin, 2005, s. 12),
- bezpieczeństwo – teoria i praktyka zapewniania możliwości przetrwania (egzystencji) i realizacji własnych interesów przez dany podmiot, w szczególności poprzez wykorzystywanie szans (okoliczności sprzyjających), podejmowanie wyzwań, redukcja ryzyka oraz przeciwdziałanie (zapobieganie i przeciwstawianie się) wszelkiego rodzaju zagrożeniom dla podmiotu i jego interesów (BBN, 2013, s. 247).

W ujęciu operatorowym (Rasiowa, 2004) bezpieczeństwo podmiotu ( $BP$ ) można przedstawić jako niejawną funkcję trzech zmiennych – operatora (potencjału) destrukcji (zagrożeń) ( $X$ ), operatora (potencjału) konstrukcji (obronnego) ( $Y$ ) i ryzyka transformacji zagrożeń ( $R$ ):

$$BP = f(X, Y, R) \quad (1)$$

gdzie:

$BP$  – stan bezpieczeństwa podmiotu,

$X$  – operator (potencjał) destrukcji bezpieczeństwa (zagrożenia),

$Y$  – operator (potencjał) konstrukcji bezpieczeństwa (obrona),

$R$  – ryzyko transformacji zagrożeń.

Bezpieczeństwo  $BP(t)$  będące jednocześnie stanem i procesem jest ze swojej natury funkcją stochastyczną, której zasadniczym atrybutem jest czas ( $t$ ) i związana z nim losowość, wyrażona za pomocą ryzyka  $R(t)$  co implikuje zapis (2):

$$BP(t) = f(X(t), R(t), Y(t)) \quad (2)$$

gdzie:

$BP(t)$  – bezpieczeństwo podmiotu w chwili  $t$ ,

$X(t)$  – potencjał destrukcji bezpieczeństwa podmiotu,

$Y(t)$  – potencjał konstrukcji bezpieczeństwa podmiotu,

$R(t)$  – ryzyko bezpieczeństwa podmiotu.

Uogólniając przytoczone powyżej definicje pojęcie bezpieczeństwa ( $BP$ ) podmiotu można zapisać jako: stan względnej równowagi między potencjałem destrukcji a potencjałem konstrukcji wyrażony za pomocą akceptowanego ryzyka:

$$BP(t): (X(t) = Y(t) \parallel (R(t) = R(*))) \quad (3)$$

gdzie:

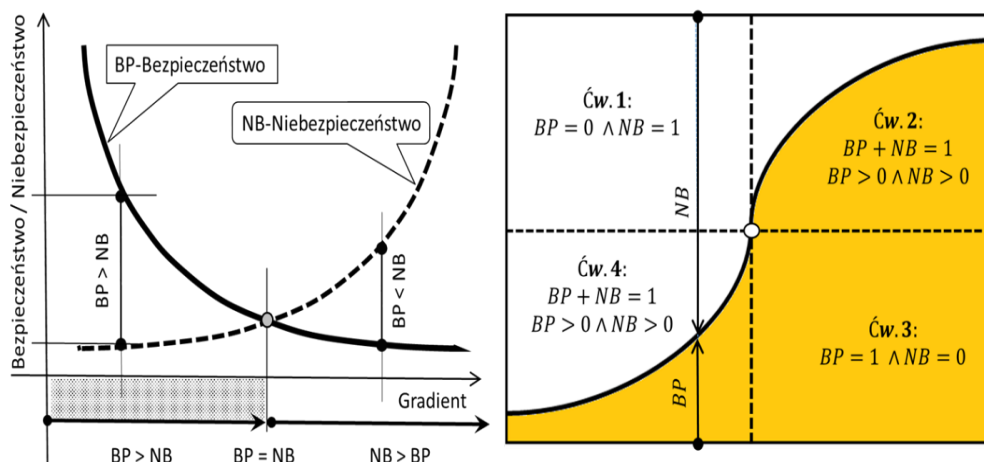
$R(*)$  – ryzyko akceptowane (kontrolowane).

Tak rozumiane bezpieczeństwo, którego przeciwieństwem jest niebezpieczeństwo, jest pojęciem po pierwsze losowym, po drugie dualnym. O losowości bezpieczeństwa stanowi probabilistyczne ryzyko, natomiast o dualności jego dwoista natura obejmująca jednocześnie pewien chwilowy stan wymierny lub niewymierny oraz ciągły proces zmian tego stanu. W tym sensie bezpieczeństwo oscyluje wokół pewnej wielkości losowej, którą świadomie kształtuje podmiot zainteresowany utrzymaniem bezpieczeństwa na możliwie optymalnym poziomie (Sułek, 2005).

Relacja, jaka zachodzi między kreatywnym (pozytywnym) potencjałem konstrukcji (zapobiegania, utrzymania) ( $Y$ ), a negatywnym potencjałem destrukcji (zagrożeń, niszczenia) ( $X$ ), stanowi istotę bezpieczeństwa (niebezpieczeństwa), a miarą tej relacji jest losowe ryzyko ( $R$ ) (Ficoń, 2011). W praktyce społecznej chwilowe stany bezpieczeństwa ( $BP(t)$ ) i komplementarne stany niebezpieczeństwa ( $NB(t)$ ) podmiotu wzajemnie się przeplatają, co wynika ze stochastycznej natury procesu bezpieczeństwa ( $BP(t)$ ). Intuicyjnie znana jest praktyczna zasada, mówiąca o tym, że wzrost bezpieczeństwa ( $BP \nearrow$ ) pociąga spadek niebezpieczeństwa ( $NB \searrow$ ) i odwrotnie. W tym sensie bezpieczeństwo i niebezpieczeństwo to dwa wektory komplementarne, wzajemnie się dopełniające, np. do umownej wartości 100%.

$$(BP \nearrow) = (NB \searrow) \tag{4}$$

Bezpieczeństwo/niebezpieczeństwo będące zmienną losową jest funkcją nieliniową o znanym rozkładzie prawdopodobieństwa stanów i może być przedstawione w pewnej przestrzeni bezpieczeństwa, np. w postaci tzw. krzywej siodłowej, która umownie obejmuje cztery ćwiartki przestrzeni bezpieczeństwa (Ficoń, 2006). W idealnym przypadku punkt przegięcia krzywej siodłowej znajduje się w centralnym miejscu przestrzeni bezpieczeństwa i dzieli ją na cztery ćwiartki, przy czym w ćwiartce pierwszej dominuje niebezpieczeństwo, natomiast w ćwiartce trzeciej bezpieczeństwo (rys. 1).



**Rys. 1.** Krzywa siodłowa obrazem relacji bezpieczeństwa/niebezpieczeństwa

Źródło: Opracowanie własne.

Ograniczając analizę bezpieczeństwa do relatywizacji dwóch dychotomicznych wektorów potencjałowych  $X(t)$  oraz  $Y(t)$  można wyróżnić trzy zasadnicze stany bezpieczeństwa podmiotu:

$$BP(t) = \begin{cases} BP^+ \Leftrightarrow X(t) < Y(t) \\ BP^* \Leftrightarrow X(t) = Y(t) \\ BP^- \Leftrightarrow X(t) > Y(t) \end{cases} \quad (5)$$

gdzie:

$BP^+$  – stan wysokiego bezpieczeństwa podmiotu,

$BP^*$  – stan względnego (normatywnego) bezpieczeństwa podmiotu,

$BP^-$  – stan niebezpieczeństwa podmiotu.

W praktyce społecznej najbardziej pożądanym jest stan normatywnego bezpieczeństwa ( $BP^* \in BT(t)$ ), spełniający w stopniu zadowalającym określone standardy i wymagania, bez konieczności osiągania szczególnie wysokich warunków koniecznych, absorbujących niewspółmiernie duże nakłady i zasoby potencjałowe.

### Spektrum zagrożeń bezpieczeństwa podmiotu

Operacyjnym determinantem aktualnego stanu (procesu) bezpieczeństwa są zagrożenia, które dla potrzeb badań modelowych dzielą się na zagrożenia potencjalne (hipotetyczne) i realne (rzeczywiste) i można je zdefiniować przykładowo za pomocą następujących określeń:

- zagrożenie – sytuacja będąca sygnałem czegoś, co może nastąpić, zwykle złego, niepożądanego lub niebezpiecznego (Markowski, 2010, s. 1419),
- zagrożenie – sytuacja, w której pojawia się prawdopodobieństwo powstania stanu niebezpiecznego dla otoczenia, przyjmując za podstawę dziedzinę, w których może wystąpić zagrożenie (Bellona, 2002, s. 162),
- zagrożenie (bezpieczeństwa systemu) – każde zjawisko (proces, zdarzenie) niepożądane z punktu widzenia niezakłóconego działania systemu (Sienkiewicz, 2015, s. 9),
- zagrożenia potencjalne – zagrożenia oznaczające występowanie rzeczywistych, lecz nieaktywnych (biernych) sił lub takich, którym będzie można skutecznie przeciwdziałać (np. dzięki posiadanym zasobom i warunkom do zniwelowania zagrożeń) (Zieliński, 2017, s. 40),

- zagrożenie – potencjalne, katastrofalne, fizyczne zdarzenie, zjawisko albo ludzka działalność, która może powodować, utratę życia albo zdrowia, zniszczenie majątku, społeczne i gospodarcze zakłócenia i degradację środowiska (Grocki, 2012, s. 24),
- zagrożenia realne – zagrożenia, które zawsze wpływają negatywnie na stan bezpieczeństwa podmiotu (systemu), powodują jego degradację, a sukcesywnie kumulowane, nieanalizowane i niekoordynowane (zarządzane) mogą prowadzić do zaistnienia sytuacji kryzysowych zarówno w rozpatrywanym systemie, jak też w jego środowisku systemowym (Ficoń, 2021, 19),
- zagrożenie – wyzwanie, któremu nie przeciwdziałano skutecznie we właściwym czasie i które nie zostało (dotychczas) rozwiązane (Leszczyński, 2004, s. 51).

Zasadniczą zmienną niezależną funkcji bezpieczeństwa (1) jest szerokie spektrum zagrożeń bezpieczeństwa ( $ZG$ ), które w sposób destrukcyjny wpływają na poziom bezpieczeństwa podmiotu (systemu). Systemowy potencjał destrukcji ( $X$ ) można więc zapisać jako funkcję zagrożeń ( $ZG$ ):

$$X = f(ZG) \quad (6)$$

gdzie:

$ZG$  – spektrum zagrożeń (wyzwań) bezpieczeństwa.

Jednym z kryteriów klasyfikacji zagrożeń jest ich merytoryczny podział na jednolite kategorie, podkategorie i rodzaje. Uporządkowany mnogościowo zbiór zagrożeń  $ZG$  jest zbiorem hierarchicznym, w którym wyodrębnia się odpowiednio kategorie, podkategorie i rodzaje zagrożeń:

$$ZG = \{ ZG_i \{ ZG_{ij} \{ ZG_{ijk} \} \} \} \quad (7)$$

gdzie:

$ZG_i$  – zagrożenia i-tej kategorii,

$ZG_{ij}$  – zagrożenia j-tej podkategorii w ramach i-tej kategorii,

$ZG_{ijk}$  – zagrożenia k-tego rodzaju w ramach ij-tej kategorii/podkategorii.

Ze względu na aparat pojęciowy modelu istotnym kryterium klasyfikacji zagrożeń  $ZG$  jest ich rozłączny podział na dwa podzbiory obejmujący zagrożenia potencjalne ( $ZG^p$ ) i zagrożenia realne ( $ZG^r$ ).

$$ZG = \{ ZG^p, ZG^r \}; \quad ZG^p \cup ZG^r \neq \emptyset \quad (8)$$

gdzie:

$ZG^p$  – zagrożenia potencjalne (hipotetyczne),

$ZG^r$  – zagrożenia realne (rzeczywiste).



Kategorią pierwotną są zagrożenia potencjalne (hipotetyczne)  $ZG^p$ , których szerokie spektrum występuje w sposób systematyczny i ciągły w całej przestrzeni bezpieczeństwa, jako obiektywne czynniki teorii i praktyki bezpieczeństwa podmiotu. Zagrożenia potencjalne  $ZG^p$  w określonych warunkach sytuacyjnych podlegają transformacji najpierw do kategorii wyzwań, a potem do postaci zagrożeń realnych  $ZG^r$ , które bezpośrednio oddziałują na stan (wielkość) bezpieczeństwa podmiotu.

Najczęściej stan bezpieczeństwa podmiotu wywołany przez zagrożenia realne  $BP(ZG^r)$  jest mniejszy od bezpieczeństwa wynikającego z całego spektrum systematycznych zagrożeń (wyzwań) potencjalnych  $BP(ZG^p)$ :

$$BP(ZG^r) < BP(ZG^p) \quad (9)$$

Zagrożenia realne ( $ZG^r$ ) symbolizują uaktywniony potencjał systemowej destrukcji  $X(ZG^r)$ , który obniża poziom bezpieczeństwa podmiotu. Modelowy gradient tej destrukcji zależy od wielkości dwóch przeciwstawnych potencjałów destrukcji  $X(ZG^r)$  i konstrukcji  $Y(D)$ , przy czym należy pamiętać o poziomie tzw. bezpieczeństwa początkowego podmiotu, który stanowi punkt odniesienia w procesie relatywizacji tych potencjałów (Ficoń, 2011).

Szerokie spektrum zagrożeń bezpieczeństwa podmiotu ( $ZG$ ) zostało zdekomponowane na trzy poziomy hierarchiczne obejmujące: kategorie ( $ZG_i$ ), podkategorie ( $ZG_{ij}$ ) i rodzaje zagrożeń ( $ZG_{ijk}$ ).

$$ZG = \left\{ ZG_i \left\{ ZG_{ij} \left\{ ZG_{ijk} \right\} \right\}; i = \overline{1, I}; j = \overline{1, J}; k = \overline{1, K} \right\} \quad (10)$$

Jeden z najbardziej popularnych systemów klasyfikacyjnych dzieli zagrożenia według źródeł ich powstania na cztery zasadnicze kategorie (Ficoń, 2007, s. 76):

$$ZG = \{ZG_1, ZG_2, ZG_3, ZG_4\} \quad (11)$$

gdzie:

$ZG_1$  – zagrożenia naturalne (przyrodnicze),

$ZG_2$  – zagrożenia cywilizacyjne (techniczne),

$ZG_3$  – zagrożenia społeczne (celowe),

$ZG_4$  – zagrożenia losowe (terrorystyczne),

Przykładowa specyfikacja kategorii zagrożeń naturalnych ( $ZG_j$ ) obejmuje następujące podkategorie ( $ZG_{1j}$ ):

$$ZG_1 = \{ZG_{11}, ZG_{12}, ZG_{13}, ZG_{14}\} \quad (12)$$

gdzie:

$ZG_{11}$  – zagrożenia klimatyczne,

$ZG_{12}$  – zagrożenia tektoniczne,

$ZG_{13}$  – zagrożenia biologiczno-epidemiczne,

$ZG_{14}$  – zagrożenia kosmiczne.

Z kolei podkategoria zagrożeń klimatycznych ( $ZG_{11}$ ) obejmuje następujące ich rodzaje:

$$ZG_{11} = \{ZG_{11k}; k = \overline{1, K}\} \quad (13)$$

gdzie:

$ZG_{111}$  – zagrożenia silne wiatry,

$ZG_{112}$  – zagrożenia wysokie temperatury,

$ZG_{113}$  – zagrożenia niskie temperatury,

$ZG_{114}$  – zagrożenia duże opady deszczu,

$ZG_{115}$  – zagrożenia duże opady śniegu,

$ZG_{116}$  – zagrożenia groźne burze.

Dla potrzeb badań modelowych poszczególne kategorie, podkategorie i rodzaje zagrożeń zostały scharakteryzowane za pomocą pewnego zbioru standardowych cech diagnostycznych ( $C(ZG)$ ):

$$C(ZG) = \langle \alpha_{ijk}, \beta_{ijk}, \gamma_{ijk}, \delta_{ijk}, \varepsilon_{ijk}; i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, k = \overline{1, K} \rangle \quad (14)$$

gdzie:

$C(ZG)$  – zbiór cech destrukcyjnych zagrożeń,

$\alpha_{ijk}$  – skala intensywności  $ijk$ -tego zagrożenia,

$\beta_{ijk}$  – zasięg demograficzny  $ijk$ -tego zagrożenia,

$\gamma_{ijk}$  – zasięg przestrzenny  $ijk$ -tego zagrożenia,

$\delta_{ijk}$  – czas ekspozycji  $ijk$ -tego zagrożenia,

$\varepsilon_{ijk}$  – podatność  $ijk$ -tego zagrożenia na przeciwdziałanie.

Każdej cesze diagnostycznej  $c_{ijk} \in C(ZG)$  zostały umownie przypisane pewne wartości jakościowe, opisujące jej aktualny poziom. Dodatkowo dla potrzeb dalszych badań analitycznych wartości jakościowe zostały wyskalowane w pewnym zakresie liczb naturalnych, co pozwala na wymierną ocenę realizacji poszczególnych cech. Propozycję parametryzacji jakościowo-ilościowej cech diagnostycznych zagrożeń przedstawia zestaw poniższych równań:

$$\alpha_{ijk} = \{\alpha_{ijk}^m; i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, m = \overline{1, 4}\} \quad (15)$$

gdzie:

- $\alpha_{ijk}^1 = 1$  – mała skala intensywności zagrożenia, np. incydent,
- $\alpha_{ijk}^2 = 2$  – średnia skala intensywności zagrożenia, np. awaria,
- $\alpha_{ijk}^3 = 3$  – duża skala intensywności zagrożenia, np. katastrofa,
- $\alpha_{ijk}^4 = 4$  – wielka skala intensywności zagrożenia, np. kataklizm.

$$\beta_{ijk} = \{\beta_{ijk}^m; i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, m = \overline{1, 4}\} \quad (16)$$

gdzie:

- $\beta_{ijk}^1 = 1$  – mały zasięg demograficzny zagrożenia, np. kilka osób,
- $\beta_{ijk}^2 = 2$  – średni zasięg demograficzny zagrożenia, np. kilkadziesiąt osób,
- $\beta_{ijk}^3 = 3$  – duży zasięg demograficzny zagrożenia, np. kilkaset osób,
- $\beta_{ijk}^4 = 4$  – wielki zasięg demograficzny zagrożenia, np. kilka tysięcy osób.

$$\gamma_{ijk} = \{\gamma_{ijk}^m; i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, m = \overline{1, 4}\} \quad (17)$$

gdzie:

- $\gamma_{ijk}^1 = 1$  – mały zasięg przestrzenny zagrożenia, np., lokalny, obiektowy,
- $\gamma_{ijk}^2 = 2$  – średni zasięg przestrzenny zagrożenia, np. grupa obiektów,
- $\gamma_{ijk}^3 = 3$  – duży zasięg przestrzenny zagrożenia, np. kompleks obiektów,
- $\gamma_{ijk}^4 = 4$  – wielki zasięg przestrzenny zagrożenia, np. kraj lub państwo.

$$\delta_{ijk} = \{\delta_{ijk}^m; i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, m = \overline{1, 4}\} \quad (18)$$

gdzie:

- $\delta_{ijk}^1 = 1$  – krótki czas ekspozycji zagrożenia, np. kilka minut,
- $\delta_{ijk}^2 = 2$  – średni czas ekspozycji zagrożenia, np. kilka godzin, dób,
- $\delta_{ijk}^3 = 3$  – długi czas ekspozycji zagrożenia, np. kilka dni, tygodni,
- $\delta_{ijk}^4 = 4$  – bardzo długi czas ekspozycji zagrożenia, np. kilka miesięcy, lat.

$$\varepsilon_{ijk} = \{\varepsilon_{ijk}^m; i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, m = \overline{1, 4}\} \quad (19)$$

gdzie:

- $\varepsilon_{ijk}^1 = 1$  – duża podatność zagrożenia na zwalczanie,
- $\varepsilon_{ijk}^2 = 2$  – średnia podatność zagrożenia na zwalczanie,
- $\varepsilon_{ijk}^3 = 3$  – mała podatność zagrożenia na zwalczanie,
- $\varepsilon_{ijk}^4 = 4$  – brak podatności zagrożenia na przeciwdziałanie.

Repertuar zaprezentowanego powyżej spektrum zagrożeń oraz przypisanych im cech diagnostycznych jest oczywiście modelowy i dla potrzeb praktycznych np. ewentualnej aplikacji komputerowej wymaga wyczerpującego rozwinięcia, aby objąć możliwie wszystkie kategorie/podkategorie/rodzaje zagrożeń najbardziej właściwych dla danego podmiotu.

### Potencjał konstrukcji bezpieczeństwa

Potencjał konstrukcji bezpieczeństwa danego podmiotu jest utożsamiany ze zdolnościami do obrony, zwalczania pojawiających się zagrożeń realnych, przy pomocy dostępnych sił i środków materialnych i niematerialnych.

$$Y=f(PO) \quad (20)$$

gdzie:

$PO$  – potencjał obronny podmiotu

$$PO = \{PO_{ijk}(ZG_{ijk})\} \quad (21)$$

gdzie:

$PO_{ijk}$  – dedykowany potencjał konstrukcji (obronny) w zakresie zwalczania zagrożenia rodzaju  $ZG_{ijk}$ .

Potencjał obronny podmiotu ( $PO$ ) delegowany do zwalczania zagrożeń systemowych i stabilizacji bezpieczeństwa obejmuje następujące kategorie:

$$PO = \langle A_{PO}, B_{PO}, C_{PO}, D_{PO}, E_{PO}, F_{PO} \rangle \quad (22)$$

gdzie:

$PO$  – potencjał obronny podmiotu do działań konstrukcyjnych,

$A_{PO}$  – potencjał kadrowy podmiotu,

$B_{PO}$  – potencjał informacyjno-dokumentacyjny podmiotu,

$C_{PO}$  – potencjał materiałowo-finansowy podmiotu,

$D_{PO}$  – sprawność organizacyjno-decyzyjna podmiotu,

$E_{PO}$  – zdolność operacyjna podmiotu,

$F_{PO}$  – potencjał wsparcia przez inne podmioty.

Każda z wyodrębnionych kategorii potencjału zwalczania zagrożeń systemowych (konstrukcji) ( $po_i \in PO$ ) została scharakteryzowana za pomocą adekwatnego zbioru cech diagnostycznych, wartościujących w wymiarze jakościowo-ilościowym poszczególne atrybuty. Opisowa miara jakościowa ma charakter interpretacyjny, natomiast wartość liczbowa ze zbioru liczb naturalnych będzie wykorzystana do analitycznej walidacji wielkości poszczególnych cech dla konkretnej sytuacji modelowej.

Analogicznie jak cechy diagnostyczne zagrożeń ( $zg_{(j)} \in PO$ ), także cechy diagnostyczne potencjału obronnego ( $po_{(j)} \in PO$ ) dla potrzeb ich walidacji mogą być sparаметryzowane za pomocą miar jakościowo-ilościowych (Ficoń, 2001). Propozycję parametryzacji jakościowo-ilościowej cech diagnostycznych potencjału obronnego przedstawia zestaw poniższych równań:

$$A_{PO} = \{A_{PO}^i; i = \overline{1,4}\} \quad (23)$$

gdzie:

$A_{PO}^1 = 1$  – potencjał kadrowy minimalnie przydatny do zwalczania zagrożeń,

$A_{PO}^2 = 2$  – potencjał kadrowy bez doświadczenia w zwalczaniu zagrożeń,

$A_{PO}^3 = 3$  – potencjał kadrowy wymagający wzmocnienia,

$A_{PO}^4 = 4$  – potencjał kadrowy wystarczający do występujących zagrożeń.

$$B_{PO} = \{B_{PO}^i; i = \overline{1,4}\} \quad (24)$$

gdzie:

$B_{PO}^1 = 1$  – brak jakiejkolwiek dokumentacji i uregulowań legislacyjnych,

$B_{PO}^2 = 2$  – ograniczona przydatność dokumentacji do działań operacyjnych,

$B_{PO}^3 = 3$  – dokumentacja wymagająca korekty i bieżącej aktualizacji,

$B_{PO}^4 = 4$  – dokumentacja w pełni przydatna do działań operacyjnych.

$$C_{PO} = \{C_{PO}^i; i = \overline{1,4}\} \quad (25)$$

gdzie:

$C_{PO}^1 = 1$  – dostępne siły i środki absolutnie niewspółmierne do potrzeb,

$C_{PO}^2 = 2$  – dostępne siły i środki wymagają szerokiego wzmocnienia,

$C_{PO}^3 = 3$  – dostępne siły i środki wymagają odcinkowego uzupełnienia,

$C_{PO}^4 = 4$  – dostępne siły i środki całkowicie pokrywają potrzeby.

$$D_{PO} = \{D_{PO}^i; i = \overline{1,4}\} \quad (26)$$

gdzie:

$D_{PO}^1 = 1$  – bardzo ograniczona decyzyjność i operatywność działania,

$D_{PO}^2 = 2$  – skromne doświadczenie w działaniach operacyjnych,

$D_{PO}^3 = 3$  – dobra decyzyjność i właściwe planowanie działań,

$D_{PO}^4 = 4$  – wysoki profesjonalizm i skuteczność decyzyjno-planistyczna.

$$E_{PO} = \{E_{PO}^i; i = \overline{1,4}\} \quad (27)$$

gdzie:

$E_{PO}^1 = 1$  – zupełny brak zdolności do działań operacyjnych,

$E_{PO}^2 = 2$  – mała przydatność potencjału operacyjnego do działań,

$E_{PO}^3 = 3$  – zadowalająca przydatność potencjału operacyjnego do działań,

$E_{PO}^4 = 4$  – wysoki profesjonalizm i pełna zdolność operacyjna.

$$F_{PO} = \{F_{PO}^i; i = \overline{1,4}\} \quad (28)$$

gdzie:

$F_{PO}^1 = 1$  – brak możliwości wsparcia w wymaganym zakresie potrzeb,

$F_{PO}^2 = 2$  – realne możliwości wsparcia ze strony sąsiadów,

$F_{PO}^3 = 3$  – pełne wsparcie ze szczebla nadrzędnego,

$F_{PO}^4 = 4$  – wysokie wsparcie ze szczebla centralnego.

Potencjał konstrukcji bezpieczeństwa ( $Y(t)$ ) wraz z wyodrębnionymi cechami diagnostycznymi (22) i przypisanymi im wielkościami (23)÷(28) pozostaje do wyłącznej dyspozycji organu zarządzającego bezpieczeństwem danego podmiotu. Modelowy potencjał konstrukcji jest jedyną zmienną decyzyjną kształtującą w sposób celowy i racjonalny poziom bezpieczeństwa podmiotu.

### Ryzyko transformacji zagrożeń

O dynamice i zmienności stanu i procesu bezpieczeństwa podmiotu decyduje funkcja ryzyka, która formalnie dokonuje transformacji zagrożeń potencjalnych (hipotetycznych) do postaci zagrożeń realnych (rzeczywistych). Wybrane, przykładowe definicje ryzyka zostały zamieszczone poniżej:

- ryzyko – zobiektywizowana niepewność dotycząca wystąpienia niepożądanego zdarzenia (Willett, 1901, s. 9),
- ryzyko – kombinacja prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia oraz jego skutków (FERMA, 2011),
- ryzyko – możliwość wystąpienia zdarzenia mającego wpływ na realizację celów, określone przez dwa parametry: prawdopodobieństwo zdarzenia i skutki zdarzenia (Grocki, 2012, s. 66),
- ryzyko – skumulowany efekt prawdopodobieństwa niepewnych zdarzeń, które mogą korzystnie lub niekorzystnie wpływać na realizację celu (zadania, projektu) (Pritchard, 2001, s. 7),

- ryzyko jest efektem niepewności w osiągnięciu celów, który może być pozytywnym lub negatywnym odchyleniem od oczekiwanego celu. Ryzyko – niepewność związana ze zdarzeniem lub działaniem, które wpłynie na zdolność organizacji do realizacji celów jej działalności (ISO, 2018),
- ryzyko – związane z działaniem człowieka, natomiast niepewność – ze stanem środowiska lub ograniczonością systemu otoczenia (Korzeniowski, 2002, s. 91),
- ryzyko – w mowie potocznej ryzyko oznacza najczęściej jakąś miarę/ocenę stopnia zagrożenia, czy niebezpieczeństwa wynikającego albo z prawdopodobnych zdarzeń od nas niezależnych, albo z możliwych konsekwencji podjęcia określonych decyzji (Ficoń, 2021, s. 111),
- ryzyko – może być rozumiane negatywnie (zagrożenia) oraz rozumiane neutralnie (szanse). W pierwszym przypadku ryzyko oznacza możliwość nieosiągnięcia zamierzonego efektu, natomiast w drugim – możliwość osiągnięcia efektu różniącego się od oczekiwanego (Jajuga, 2009, s. 13),
- ryzyko – współzależność zagrożeń i ekspozycji społeczności na te zagrożenia oraz gotowości cywilnej tej społeczności (Wolanin, 2005, s. 29).

Zgodnie z przytoczonymi definicjami formalnie ryzyko ( $R$ ) można zapisać jako funkcję dwóch zmiennych losowych:

$$R = f(p, \$) \rightarrow \mathfrak{R}^+ \quad (29)$$

gdzie:

$p$  – prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożeń,

$\$$  – skutki zaistniałych zagrożeń,

$\mathfrak{R}^+$  – zbiór liczb rzeczywistych.

Niekiedy definicję ryzyka ( $R$ ) poszerza się o dodatkowy czynnik ( $D$ ) przedstawiający podatność albo odporność danego podmiotu na określony rodzaj zagrożenia (Wolanin, 2005, s. 10):

$$R = f(p, \$, D) \rightarrow \mathfrak{R}^+ \quad (30)$$

gdzie:

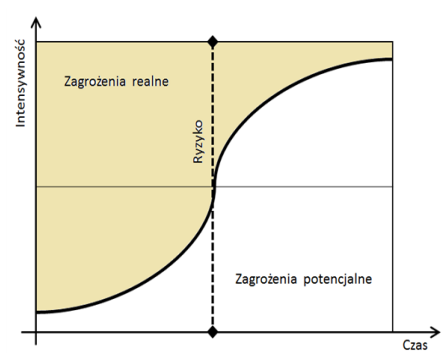
$D$  – podatność/odporność podmiotu na zagrożenia.

Medium transmisyjnym zagrożeń potencjalnych (bezpiecznych) do poziomu zagrożeń realnych (niebezpiecznych) jest ryzyko ( $R(t)$ ), które formalnie determinuje aktualny poziom bezpieczeństwa podmiotu:

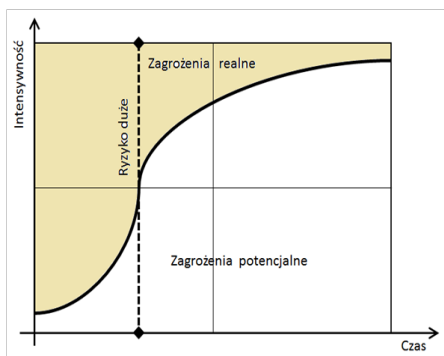
$$R(t): ZG^p \xrightarrow{t} ZG^r \quad (31)$$

Z formalnego punktu widzenia wymierne ryzyko ( $R \rightarrow \mathbb{R}^+$ ) będące zmienną losową dokonuje transformacji zagrożeń potencjalnych ( $ZG^p$ ) do formy zagrożeń realnych ( $ZG^r$ ), które bezpośrednio implikują negatywne zmiany stanu bezpieczeństwa podmiotu (rys. 2):

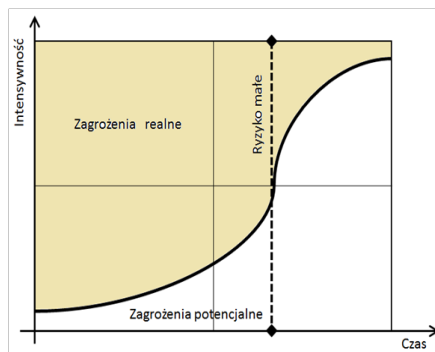
$$R(t): ZG^p \rightarrow ZG^r \wedge BP(ZG^p) \rightarrow BP(ZG^r) \quad (32)$$



A) Ryzyko stabilnego bezpieczeństwa



B) Ryzyko rosnącego bezpieczeństwa



C) Ryzyko malejącego bezpieczeństwa

**Rys. 2.** Ryzyko jako czynnik skalujący poziom zagrożeń podmiotu

Źródło: Opracowanie własne.

Zgodnie z dualną (pozytywną/negatywną) naturą ryzyka ( $R^\mp$ ) w teorii bezpieczeństwa interesuje nas zdecydowanie jego aspekt negatywny, który z reguły powoduje obniżenie poziomu bezpieczeństwa danego podmiotu.

$$R = \begin{cases} R^+ - \text{skutki pozytywne} \\ R^- - \text{skutki negatywne} \end{cases}$$



Dominujące w bezpieczeństwie ryzyko negatywne  $R^-$  dokonuje, z jednej strony aktywację zagrożeń realnych ( $ZG^r$ ), z drugiej, obniża poziom bezpieczeństwa rzeczywistego danego podmiotu:

$$R^- \in R: \left( ZG^p \xrightarrow{R} ZG^r \right) \wedge (BP(ZG^r) < BP(ZG^p)) \quad (33)$$

W ujęciu ogólnej formuły bezpieczeństwa (2) to losowe ryzyko  $R(t)$  determinuje aktualne bezpieczeństwo podmiotu:

$$X(ZG^r) \times Y(D) \xrightarrow{R(t)} BP(t) \quad (34)$$

gdzie:

$BP(t)$  – aktualne bezpieczeństwo podmiotu w chwili  $t$ .

Ryzyko (30) jako kategoria losowa wnosi do modelu czynnik czasowy ( $p$ ) i czynnik materialny ( $\$$ ), na dodatek jest wyrażone w postaci liczby rzeczywistej ( $\mathbb{R}^+$ ), co w pełni koresponduje z ilościową miarą bezpieczeństwa, proponowaną w analizowanym modelu.

### Formalizacja pojęcia bezpieczeństwa

Uwzględniając dotychczasowe rozważania aktualne bezpieczeństwo podmiotu  $BP(t)$ , można zapisać w następującej postaci:

$$BP(t) = f(BP_0, X(t), Y(t), R(t)) \quad (35)$$

gdzie:

$BP_0$  – początkowe bezpieczeństwo podmiotu,

$X(t)$  – aktualny poziom potencjału destrukcji bezpieczeństwa,

$Y(t)$  – aktualny poziom potencjału konstrukcji bezpieczeństwa,

$R(t)$  – aktualny stan ryzyka transformacji zagrożeń.

Bezpośrednim czynnikiem skalującym aktualne bezpieczeństwo podmiotu  $BP(t)$  jest negatywne ryzyko ( $R^-$ ), które powoduje wzrost potencjału destrukcji  $X(R(t))$  i narusza względną równowagę między dotychczasowym potencjałem konstrukcji  $Y(t)$  i potencjałem destrukcji  $X(t)$  (Ficoń, 1993). Teoretycznie do tego bilansu potencjałowego można włączyć pozytywne ryzyko zarządzania ( $R^+$ ) i przypisać je do potencjału konstrukcji, zwiększając jego wartość.

$$\left( X(t) = X(R^-(t)) \right) \cup \left( Y(t) = Y(R^+(t)) \right) \quad (36)$$

O ile ryzyko negatywne ( $R^-$ ) zwiększa intensywność zagrożeń bezpieczeństwa, a tym samym obniża bezpieczeństwo, o tyle ryzyko pozytywne ( $R^+$ ) zwiększa poziom bezpieczeństwa podmiotu i może być odniesione np. do pozyskania dodatkowych sił i środków zwiększających zdolności operacyjne (obronne) danego podmiotu.

Uwzględniając dualną naturę ryzyka ( $R^\pm$ ) bezpieczeństwo podmiotu  $BP(t)$ , można ostatecznie wyrazić za pomocą następującej formuły operatorowej:

$$(BP(t) = X(R^-(t)) - Y(R^+(t))) \cup (BP(t) = Y(R^+(t)) - X(R^-(t))) \quad (37)$$

$$BP(t) = \frac{X(R^-(t))}{Y(R^+(t))} \cup BP(t) = \frac{Y(R^+(t))}{X(R^-(t))} \quad (38)$$

Praktycznie pożądany stan bezpieczeństwa optymalnego ( $BP^*(t)$ ) można uzyskać wtedy, jeśli spełniony będzie warunek:

$$(BP(t) \equiv BP^*(t)) \Leftrightarrow (X(R^-(t)) \leq Y(R^+(t))) \quad (39)$$

Formuła (37-38) wyraża w pewnym sensie istotę klasycznej definicji bezpieczeństwa, która eliminuje oddziaływanie zagrożeń realnych na dany podmiot. W tym przypadku kreatywny potencjał konstrukcji  $Y(R^+(t))$  równoważy lub przewyższa niszczycielski potencjał destrukcji  $X(R^-(t))$  bezpieczeństwa podmiotu.

Spełnienie warunku (39) jest istotą zarządzania bezpieczeństwem w wymiarze społecznym i obliguje organa kierowania do precyzyjnego sterowania podległym systemem bezpieczeństwa podmiotu. W obszarze administracji publicznej, organa odpowiedzialne za bezpieczeństwo podmiotu z jednej strony, prowadzą ścisły monitoring i analizę spektrum zagrożeń potencjalnych i realnych, z drugiej, dysponują niezbędnymi siłami i środkami zwalczania tych zagrożeń, np. w postaci prakseologicznego systemu zarządzania kryzysowego.

Zgodnie z zasadami rachunku operatorowego wielowymiarowe bezpieczeństwo podmiotu  $BP(t)$  zostanie wyrażone za pomocą addytywnej formuły potencjałowej postaci:

$$BP(t) = BP_0 \bar{+} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K (X_{ijk}(R_{ijk}^-(t))) + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K Y_{ijk}(R_{ijk}^+(t)) \quad (40)$$

gdzie:

$BP$  – rzeczywisty stan bezpieczeństwa podmiotu,

$BP_0$  – bezpieczeństwo początkowe podmiotu,

$X_{ijk}(R_{ijk}^-(t))$  – destrukcyjny potencjał  $ijk$ -tego rodzaju zagrożenia bezpieczeństwa podmiotu,

$Y_{ijk}(R_{ijk}^+(t))$  – konstrukcyjny potencjał podmiotu w zakresie zwalczania  $ijk$ -tego rodzaju zagrożeń,

$R_{ijk}^-(t)$  – negatywne ryzyko zwiększające destrukcyjny potencjał zagrożeń  $ijk$ -tego typu skierowanych na bezpieczeństwo podmiotu,

$R_{ijk}^+(t)$  – pozytywne ryzyko zwiększające konstrukcyjny potencjał podmiotu w zakresie zwalczania zagrożeń  $ijk$ -tego typu.

Formuła (40) może stanowić podstawę do analitycznego wyznaczania bezpieczeństwa podmiotu ( $BP(t)$ ) ze względu na przyjęte zmienne operatorowe:

$$BP(t) = f \left( BP_0, X(t), Y(t), R^{\bar{+}}(t) \right) \quad (41)$$

Poszczególne zmienne operatorowe  $X(t), Y(t), R^{\bar{+}}(t)$  są złożonymi funkcjami wyodrębnionych cech diagnostycznych zagrożeń i potencjału konstrukcji oraz przypisanych tym cechom wartościom jakościowo-ilościowym. Walidacja cech diagnostycznych jest zadaniem heurystycznym, które wymaga eksperckiej wiedzy i dużego doświadczenia w zakresie kwantyfikacji zbiorów i porządkowej selekcji ich elementów.

### Na zakończenie – problemy decyzyjne modelu

Zasadniczym problemem decyzyjnym modelu jest po pierwsze, monitorowanie przestrzeni bezpieczeństwa i identyfikacja zagrożeń realnych godzących w bezpieczeństwo podmiotu, po drugie, profilaktyczne przygotowanie adekwatnych do potencjalnych i bieżących wyzwań i zagrożeń sił i środków przeciwdziałania, po trzecie, optymalne wykorzystanie dostępnych zasobów danego podmiotu do skutecznego i efektywnego przeciwdziałania. O ile pierwsze dwa problemy mają charakter organizacyjno-techniczny, o tyle optymalne użycie dedykowanych sił i środków do utrzymania bezpieczeństwa podmiotu na pożądanym poziomie jest zadaniem analitycznym bazującym na wykorzystaniu naukowych metod teorii optymalizacji.

Klasyczny problem racjonalnego (optymalnego) wykorzystania dostępnych zasobów do realizacji określonego zadania wymaga spełnienia pewnego warunku koniecznego, który orzeka, aby cel i środki działania były skwantyfikowane, tzn. powinny mieć charakter „ilości” lub przynajmniej „wielkości”. W tym przypadku celem jest funkcja kryterium, czyli skwantyfikowane bezpieczeństwo danego podmiotu, które zamierza się optymalizować (maksymalizować), natomiast dostępne zasoby, czyli siły i środki przeciwdziałania, którymi dysponuje dany podmiot, też zostały skwantyfikowane w wymiarze jakościowo-ilościowym.

Zasada racjonalnego działania (*ZRD*) jest w praktyce społecznej realizowana na dwa sposoby (Lange, 1967, s. 12). Pierwszy sposób (42) zwany zasadą największego efektu ( $ZRD_{max}$ ) polega na dążeniu do maksymalnego stopnia realizacji celu, przy ograniczonym nakładzie środków:

$$ZRD_{max}: \max BP(t) \parallel Y(t) < Y^* \rightarrow \text{praktyka} \quad (42)$$

gdzie:

$ZRD_{max}$  – zasada największego efektu.

Drugi sposób (43) zwany zasadą oszczędności sił i środków ( $ZRD_{min}$ ) polega na uzyskaniu realizacji zamierzonego celu za pomocą możliwie najmniejszego nakładu środków:

$$ZRD_{min}: \min Y(t) \parallel BP(t) \leq BP^* \rightarrow \text{teoria} \quad (43)$$

gdzie:

$ZRD_{min}$  – zasada najmniejszych nakładów.

Niekiedy zasada racjonalnego działania formułowana jest w trzeci sposób (44), jako postępowanie, które prowadzi do osiągnięcia największego stopnia realizacji celu przy możliwie najmniejszym nakładzie środków ( $ZRD_{min}^{max}$ ). Ten trzeci sposób zwany też zasadą minimax jest logicznie fałszywy i merytorycznie sprzeczny:

$$ZRD_{min}^{max}: \max BP(t) \parallel \min Y(t) \rightarrow \text{fałsz} \quad (44)$$

gdzie:

$ZRD_{min}^{max}$  – zasada maksymalnych efektów przy minimalnych nakładach.

Racjonalnym podejściem w teorii bezpieczeństwa jest strategia polegająca na stosowaniu zasady  $ZRD_{max}$ , która faworyzuje bezpieczeństwo podmiotu kosztem użytych zasobów. Bezpieczeństwo jako najważniejsza wartość społeczna, w miarę możliwości nie powinno być determinowane ponoszonymi nakładami czy kosztami.

W każdej sytuacji krytycznej godzącej w bezpieczeństwo podmiotu czynnikiem najbardziej deficytowym jest czas, dlatego cały proces decyzyjny powinien być możliwie w wysokim stopniu zautomatyzowany. Drugim pod względem pilności jest kwestia dostępności adekwatnych do zaistniałej sytuacji zawsze ograniczonych zasobów – sił i środków przeciwdziałania. Ze względu na wielowymiarowość problematyki bezpieczeństwa i bardzo szerokie spektrum jego zagrożeń dynamiczny przydział adekwatnych do chwilowych potrzeb sił i środków jest zadaniem z jednej strony, bardzo złożonym, z drugiej niezwykle odpowiedzialnym.

W procesie decyzyjnym formalnie należy dokonać przydziału skwantyfikowanych zawsze ograniczonych zasobów do zmiennych stanów zagrożenia bezpieczeństwa. Przydział zasobów musi mieć charakter jakościowo-ilościowy, gdyż w pierwszej kolejności należy sprecyzować rodzaj zagrożenia, aby następnie delegować adekwatne siły i środki przeciwdziałania. W dalszej kolejności należy podjąć decyzje ilościowe w zakresie wielkości delegowanych sił i środków odpowiednich rodzajów:

$$ZG_{ijk}^r: [SS_{ijk}^r] \rightarrow |Y_{ijk}^V| \tag{45}$$

W praktyce do tego celu wykorzystuje się wielowymiarową macierz przydziału  $M_{M \times N}$  (tabela 1):

$$M_{M \times N} = [SS_{m \times n}]; \quad m = \overline{1, M}, \quad n = \overline{1, N} \tag{46}$$

gdzie:

$m = \overline{1, M}$  – rodzajowe zagrożenie bezpieczeństwa  $ZG_{ijk}^r \in ZG^r$ ,

$n = \overline{1, N}$  – rodzaj delegowanych zasobów do zwalczania ijk-tego zagrożenia

Zasoby zwalczania	Zagrożenia rzeczywiste		
	$ZG_i^r$	$ZG_{ij}^r$	$ZG_{ijk}^r$
Zasoby1 $[SS_{ijk}^r]$	$ Y_i^1 $	$ Y_{ij}^1 $	$ Y_{ijk}^1 $
Zasoby2 $[SS_{ijk}^r]$	$ Y_i^2 $	$ Y_{ij}^2 $	$ Y_{ijk}^2 $
Zasoby3 $[SS_{ijk}^r]$	$ Y_i^3 $	$ Y_{ij}^3 $	$ Y_{ijk}^3 $
...	...	...	...
ZasobyV $[SS_{ijk}^r]$	$ Y_i^V $	$ Y_{ij}^V $	$ Y_{ijk}^V $

gdzie:

$|Y_i^V|$  – wielkość/ilość V-zasobów przydzielonych do zwalczania zagrożenia i-tej kategorii,

$|Y_{ij}^V|$  – wielkość/ilość V-zasobów przydzielonych do zwalczania zagrożenia ij-tej podkategorii,

$|Y_{ijk}^V|$  – wielkość/ilość V-zasobów przydzielonych do zwalczania zagrożenia ijk-tego rodzaju.

**Tabela 1.** Macierz przydziału zasobów do zwalczania ijk-tego zagrożenia

Operacyjnym problemem decyzyjnym modelu jest zadanie budowy macierzy przydziału (46) adekwatnych sił i środków (zasobów) do zwalczania rzeczywistych zagrożeń sytuacyjnych, wpływających destruktywnie na stan bezpieczeństwa podmiotu. Przydział niezbędnych zasobów potencjałowych ma charakter jakościowo-ilościowy, gdyż w pierwszej kolejności należy dokonać wyboru rodzaju i asortymentu zasobów, a na dalszym etapie adekwatnej do potrzeb ilości/wielkości tych zasobów – w miarę dysponowanych przez dany podmiot możliwości potencjału konstrukcji.

Należy ponownie podkreślić, że pierwszoplanowym kryterium przydziału adekwatnych zasobów do zwalczania określonej kategorii/podkategorii/rodzaju zagrożeń jest czynnik czasowy, który niejednokrotnie wstępnie determinuje skuteczność całego procesu (systemu) kształtowania bezpieczeństwa danego podmiotu. W sytuacjach zagrożeń bezpieczeństwa czynnik czasowy pozostaje najbardziej krytycznym zasobem, którym należy dysponować bardzo racjonalnie, a jednocześnie z najwyższym priorytetem. Czasową sekwencję działań określa się tradycyjnie za pomocą tzw. harmonogramów ( $\mathbb{H}$ ), które dla każdej czynności (zasobu) wyznacza termin rozpoczęcia czynności i czas jej trwania:

$$\mathbb{H} = [H_{ijk}] = [ \langle T_{ijk}^r(Y_{ijk}^V), T_{ijk}^w(Y_{ijk}^V) \rangle ] \quad (47)$$

gdzie:

$\mathbb{H}$  – harmonogram realizacji zadania,

$H_{ijk} \in \mathbb{H}$  – element harmonogramu realizacji zadania,

$T_{ijk}^r(Y_{ijk}^V)$  – termin rozpoczęcia  $ijk$ -tej czynności (użytkowania zasobu  $Y_{ijk}^V$ ),

$T_{ijk}^w(Y_{ijk}^V)$  – czas trwania  $ijk$ -tej czynności (użytkowania zasobu  $Y_{ijk}^V$ ).

Zarządzanie bezpieczeństwem podmiotu w wymiarze ilościowym polega więc na budowie harmonogramów (47), zawierających przedsięwzięcia i plany, które wyrażają strategię użycia określonych zasobów do zwalczania zagrożeń godzących aktualnie w bezpieczeństwo podmiotu. Przydział adekwatnych zasobów do poszczególnych działań (przedsięwzięć)  $H_{ijk} \in (\mathbb{H})$  jest zadaniem operacyjnym organu zarządzającego, gdyż decyduje o aktualnym poziomie bezpieczeństwa danego podmiotu.

Jak nietrudno zauważyć, potencjałowa procedura walidacji bezpieczeństwa podmiotu jest stosunkowo żmudna i pracochłonna, dlatego powinna być usprawniona na drodze komputeryzacji, poprzez budowę odpowiedniej aplikacji komputerowej. Im wyższy szczebel w hierarchii administracyjnej reprezentuje badany podmiot, tym skala potrzeb w zakresie potencjału konstrukcji i spektrum zagrożeń są odpowiednio większe. Jednym z pierwszych kroków w tym procesie jest budowa baz danych oraz algorytmizacja

procedury obliczeniowej. Docelowa aplikacja powinna być dodatkowo interaktywna, współpracująca z Internetem, Cloud Computing czy Big Data w zakresie automatycznej aktualizacji baz danych dla określonego podmiotu grupowego. Przykładowo komunikaty i alerty Rządowego Centrum Bezpieczeństwa powinny automatycznie aktualizować podmiotowe, lokalne bazy danych w zakresie wszystkich rodzajów zagrożeń właściwych dla danego szczebla administracji publicznej czy rejonowej.

Proponowany powyżej model to jedna z wielu propozycji wartościowania bezpieczeństwa podmiotu i wszelkich społeczności lokalnych na drodze wykorzystania naukowych metod i nowoczesnych technologii komputerowych. Najtrudniejszy i najbardziej pracochłonny etap projektowania technologicznego i wdrażania użytkowej aplikacji do praktyki społecznej stanowi przysłowiowy etap prawdy, który zawsze inicjuje modelowanie i projektowanie conceptualne. W dobie obecnej otwarte, interaktywne aplikacje komputerowe osadzone w technologii Internetu stanowią o praktycznej użyteczności naukowych teorii, conceptualnych projektów i symulacyjnych modeli.

## Bibliografia

- BBN. (2013). *Biała Księga Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*. Warszawa.
- Drabik, L., Kubiak-Sokół, A. (2011). *Słownik języka polskiego*. Warszawa. WN PWN.
- FERMA. (2011). *A Risk Management Standard*. Pobrane z: <https://www.ferma.eu/app/uploads/2011/11/a-risk-management-standard>.
- Ficoń, K. (1993). *Funkcja degradacji potencjału technicznego okrętu*. IV Sympozjum Wojskowej Techniki Morskiej. CTM Gdynia.
- Ficoń, K. (1995). Przyczynek do teorii potencjału. *ZN WAT SLW, Nr 20/1995*.
- Ficoń, K. (1996). Binarny model systemu walki zbrojnej. *ZN AMW, Nr 2/1996*.
- Ficoń, K. (2006). *Badania operacyjne stosowane. Modele i aplikacje*. Warszawa: BEL Studio.
- Ficoń, K. (2007). *Inżynieria zarządzania kryzysowego. Podejście systemowe*. Warszawa: BEL Studio.
- Ficoń, K. (2011). Elementy potencjałowej teorii bezpieczeństwa wielkich systemów prakseologicznych. *ZN AMW, Nr 4 (186)/2011*.
- Ficoń, K. (2013). Bezpieczeństwo jako systemowa kategoria ontologiczna. *Kwartalnik Bellona, Nr 1/2013(672)*.
- Ficoń, K. (2020). *Propedeutyka bezpieczeństwa. Filozofia, nauka, fenomen*. Warszawa: BEL Studio.
- Ficoń, K. (2021). *Łańcuch bezpieczeństwa. Zagrożenia, ryzyko, kryzysy*. Warszawa: BEL Studio.
- Grocki, R. (2012). *Zarządzanie kryzysowe. Dobre praktyki*. Warszawa: Difin.
- ISO 31000. (2018). *Risk Management – Guidelines*. Pobrane z: <https://www.iso.org/iso-31000-risk-management.html>.
- Jajuga, K. (2009). *Zarządzanie ryzykiem*. Warszawa: WN PWN.
- Korzeniowski, L. (2002). *Firma w warunkach ryzyka gospodarczego*. Kraków. European Association for Security.
- Kukułka, J. Bezpieczeństwo a współpraca europejska: współzależności i sprzeczności interesów. *Sprawy Międzynarodowe, Nr 7/1982*.
- Lanchester, F.W. (1956). Mathematics in Warfare. *The World of Mathematics, Vol. 4 (1956)*.
- Lange, O. (1967). *Optymalne decyzje. Zasady programowania*. Warszawa. PWN.
- Leszczyński, T. Kierowanie zarządzaniem kryzysowym w państwie. *Mysł Wojskowa, Nr 1/2004*.



- Markowski, A. (red.). (2010). *Wielki słownik poprawnej polszczyzny*. Warszawa: WN PWN.
- Pokruszyński, W. (2013). *Filozofia bezpieczeństwa*. Józefów: Wyd. WSGE.
- Pritchard, C.L. (2001). *Zarządzanie ryzykiem w projektach. Teoria i praktyka*. Warszawa: WIG-PRESS.
- Rasiowa, H. (2004). *Wstęp do matematyki współczesnej*. Warszawa: WN PWN.
- Sienkiewicz, P. (red.). (2015). *Inżynieria systemów bezpieczeństwa*. Warszawa: Difin. Słownik terminów z zakresu bezpieczeństwa narodowego. *Myśl Wojskowa*, nr 6 (623)/2002.
- Spustek, H. (2006). *Model przewagi i jego implementacja komputerowa*. Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT.
- Sulek, M. (2005). *Metody i techniki badań stosunków międzynarodowych*. Warszawa: Wyd. ASPRA-JR.
- Szymczak, M. (red.). (1981). *Słownik języka polskiego*. Warszawa: PWN.
- Willett, A.W. (1901). The Economic Theory of Risk and Insurance. *Studies in History, Economics and Public Law*, vol. XIV, no. 2.
- Wojtaszczyk, K.A., Materska-Sosnowska, A. (red.). (2009). *Bezpieczeństwo państwa*. Warszawa: Wyd. Aspra JR.
- Wolanin, J. (2005). *Zarys bezpieczeństwa obywateli. Ochrona ludności na czas pokoju*. Warszawa: Wyd. DANMAR.
- Zieliński, K. (2017). *Ochrona ludności. Zarządzanie kryzysowe*. Warszawa: Difin.

