

Andrzej Ameljańczyk

Wojskowa Akademia Techniczna

Tomasz Ameljańczyk

Agencja Oceny Technologii Medycznych

# SYSTEM MONITOROWANIA BEZPIECZEŃSTWA ZDROWOTNEGO W PAŃSTWIE I JEGO ZAGROŻEŃ

## Wprowadzenie

Przesłanką skłaniającą do podjęcia tego tematu jest rosnące znaczenie problematyki bezpieczeństwa zdrowotnego obywateli przy jednoczesnym ciągłym braku odpowiednich definicji pozwalających mierzyć bezpieczeństwo zdrowotne i jego zagrożenia. Brak obiektywnego systemu miar w tym zakresie utrudnia, a nawet uniemożliwia racjonalne wydawanie środków na jego poprawę czy rozwój. Pomiar jakości (stopnia) bezpieczeństwa zdrowotnego społeczeństwa w sposób pośredni, np. poprzez wielkości rocznych nakładów, jest obarczony wieloma błędami systemowymi.

Niniejsza praca dotyczy nowego podejścia w modelowaniu matematycznym systemu pozwalającego monitorować i zarządzać odpowiednio zdefiniowanym bezpieczeństwem zdrowotnym obywateli oraz jego zagrożeniami. System taki powinien umożliwiać pomiar poziomu bezpieczeństwa zdrowotnego w sposób obiektywny oraz pełną analizę dynamiki jego zmian. Powinien również umożliwiać pomiar stopnia zagrożeń bezpieczeństwa zdrowotnego<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> A. Ameljańczyk, *Ochrona przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń*, Wydawnictwo WAT, Warszawa 2011 (rozdz. *Wielokryterialna analiza zagrożeń bezpieczeństwa zdrowotnego obywateli*).

Istotą proponowanej koncepcji systemu jest odpowiednia definicja metryczna bezpieczeństwa zdrowotnego i jego zagrożeń<sup>2</sup>. Podstawą funkcjonowania systemu jest kompleksowy model i metoda pozwalające ocenić poziom bezpieczeństwa zdrowotnego obywateli, określać zagrożenia i mierzyć ich stopień nasilenia<sup>3</sup>. Model ten może również umożliwić badanie symulacyjne bezpieczeństwa zdrowotnego obywateli i stopnia jego zagrożenia w kontekście wielkości i struktury nakładów na szeroko rozumianą ochronę zdrowia. Proponowany model systemu może stanowić bazę teoretyczną do zaprojektowania i zbudowania w przyszłości komputerowego systemu monitorowania bezpieczeństwa zdrowotnego państwa.

Proponowana koncepcja pomiaru bazuje na możliwościach pomiaru fizycznego cech (objawów) świadczących o jakości (poziomie) bezpieczeństwa zdrowotnego. Metoda ta umożliwia też pomiar wielu innych trudno mierzalnych cech z obszaru ochrony zdrowia, takich m.in. jak pomiar skuteczności (a także szkodliwości i skutków ubocznych) wprowadzanych leków, terapii – ogólnie technologii medycznych<sup>4</sup>. W konsekwencji może być narzędziem umożliwiającym optymalizację struktury nakładów na ochronę zdrowia oraz badania symulacyjne różnych wariantów decyzji w tym obszarze.

W istniejącej literaturze z zakresu przedmiotowej tematyki badań funkcjonuje wiele koncepcji definicji bezpieczeństwa zdrowotnego społeczeństwa i jego zagrożeń. Są to głównie koncepcje intuicyjne i opisowe. Nie pozwalają na precyzyjne, obiektywne badanie tych wielkości. Uniemożliwia to obiektywną ocenę skuteczności i racjonalności wydawanych środków publicznych na ten bardzo ważny cel. Wielkość i struktura nakładów na podniesienie poziomu bezpieczeństwa zdrowotnego są więc określane w dużym stopniu intuicyjnie z uwzględnieniem presji innych czynników, takich jak: aktualne możliwości gospodarcze państwa, sytuacja polityczna, polityka wielkich koncernów farmaceutycznych czy też rola mediów.

Proponowane w projekcie podejście umożliwi radykalną zmianę w tym zakresie. Istota tego podejścia polega na zbudowaniu odpowiedniego (mierzalnego) modelu stanu zdrowia obywatela (społeczeństwa)<sup>5</sup> oraz odpowiedniego modelu zagrożeń tego bezpieczeństwa (w tym zagrożeń chorobami cywilizacyjnymi i społecznymi). Kolejnym etapem jest ulokowanie tych modeli w jednej przestrzeni, w tzw. przestrzeni życia. Zdefiniowanie kompleksowych, metrycznych wskaźników jakości stanu zdrowia czy też stopnia zagrożeń pozwoliłoby na dalszym etapie badać dynamikę

---

<sup>2</sup> Ibidem (rozdz. *Farmakoekonomika a bezpieczeństwo zdrowotne człowieka*).

<sup>3</sup> Ibidem (rozdz. *Wielokryterialna analiza zagrożeń bezpieczeństwa zdrowotnego obywateli*).

<sup>4</sup> A. Ameljańczyk, T. Ameljańczyk, *Koncepcja informatycznego systemu oceny skutków wprowadzanych leków i technologii medycznych*, II Konferencja TIAPISZ, Warszawa 2010.

<sup>5</sup> A. Ameljańczyk, *Matematyczny model przestrzeni życia w komputerowym systemie wspomaganie decyzji medycznych*, I Krajowa Konferencja „Systemy Komputerowe i Teleinformatyczne w Służbie Zdrowia”, Warszawa 2009.

zmian poziomu bezpieczeństwa zdrowotnego i innych trudno mierzalnych cech systemu ochrony zdrowia. Koncepcja konstrukcji tych wskaźników wywodzi się z obszaru teorii optymalizacji wielokryterialnej, a w szczególności z koncepcji tzw. punktu idealnego oraz możliwości mierzenia jego odległości od wybranych stanów w „przestrzeni zagrożeń bezpieczeństwa”<sup>6</sup>.

Podstawę naukowego warsztatu wykorzystywanego w badaniach stanowi teoria modelowania matematycznego i wielokryterialnej optymalizacji<sup>7</sup>. Głównym obiektem badań jest zdefiniowana wielokryterialna przestrzeń zagrożeń bezpieczeństwa. Dopasowanie strukturalne modelu stanu zdrowia pacjenta (społeczeństwa) oraz modeli wzorców jednostek chorobowych oraz innych zagrożeń bezpieczeństwa zdrowotnego umożliwia ulokowanie ich w tej samej przestrzeni. Podejście takie pozwala na konstruowanie odpowiednich wskaźników, przede wszystkim ilościowych, bazujących na określeniu odległości badanych modeli od odpowiednich wzorców zdrowia i zagrożeń chorobowych. Badanie własności zbudowanego modelu matematycznego systemu oceny poziomu bezpieczeństwa zdrowotnego obywateli i jego zagrożeń (w tym jego dynamiki) jest możliwe metodami symulacji komputerowej.

Proponowana metoda umożliwi dokonywanie rzeczywistej optymalizacji wydatków na ochronę zdrowia oraz może stanowić realne wsparcie w prowadzeniu na poziomie globalnym i lokalnym optymalnej polityki zdrowotnej państwa. Moduł dotyczący badania skuteczności (jakości) oraz szkodliwości (zagrożeń zdrowotnych) wprowadzanych leków i technologii medycznych<sup>8</sup> może stanowić dodatkowe wsparcie informatyczne w procedurach oceny technologii medycznych po zaprojektowaniu i realizacji przyszłego Systemu Informatycznego Oceny Technologii Medycznych.

## 1. Analiza zagrożenia bezpieczeństwa zdrowotnego obywateli

Zagrożeniem bezpieczeństwa zdrowotnego społeczeństwa są przede wszystkim choroby, w tym w szczególności choroby cywilizacyjne, oraz inne zagrożenia zdrowotne (środowiskowe i społeczne). Zapadalność na choroby z grupy tzw. chorób cywilizacyjnych jest różna dla różnych społeczeństw. Jest ona niewątpliwie funkcją jakości systemu służby zdrowia w danym państwie, nakładów na profilaktykę, ogólnie nakładów na ochronę zdrowia. We wcześniejszych pracach<sup>9</sup> autorów niniejszego

---

<sup>6</sup> A. Ameljańczyk, *Optymalizacja wielokryterialna w problemach sterowania i zarządzania*, Ossolineum, Wrocław 1984.

<sup>7</sup> Ibidem.

<sup>8</sup> A. Ameljańczyk, T. Ameljańczyk, op.cit.

<sup>9</sup> A. Ameljańczyk, *Ochrona przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń*, op.cit. (rozdz. *Wielokryterialna analiza zagrożeń bezpieczeństwa zdrowotnego obywateli*); A. Ameljańczyk, T. Ameljańczyk, op.cit.

artykułu został przedstawiony model matematyczny pozwalający mierzyć stopień zagrożenia „statystycznego obywatela” wyróżnioną chorobą. Jest on podstawą funkcjonowania podsystemu monitorowania medycznego w ogólnym systemie monitorowania bezpieczeństwa zdrowotnego państwa.

Wychodząc od ogólnych definicji pojęcia bezpieczeństwa, bezpieczeństwo zdrowotne społeczeństwa można określić jako stan gwarantujący brak zagrożeń mogących powodować pogorszenie się lub utratę zdrowia statystycznego obywatela. Z pojęciem tym wiąże się tzw. poczucie bezpieczeństwa zdrowotnego. Poczucie bezpieczeństwa zdrowotnego to przekonanie o braku zagrożeń (o niskim ich prawdopodobieństwie) powodujących utratę (uszczerbek) zdrowia. Jak wiadomo, nie musi ono opierać się na bezpieczeństwie faktycznie istniejącym – poczucie bezpieczeństwa można bowiem wywołać sztucznie. Aby można było w sposób celowy i racjonalny wpływać na poziom bezpieczeństwa zdrowotnego, musi być możliwość jego pomiaru oraz jego zagrożeń.

Zagrożenia bezpieczeństwa zdrowotnego społeczeństwa można podzielić na bezpośrednie i pośrednie. Zagrożenia bezpośrednie to przykładowo:

- choroby cywilizacyjne,
- zagrożenia klimatyczno-przyrodnicze,
- zagrożenia komunikacyjne,
- choroby społeczne (alkoholizm, narkomania, choroby psychiczne),
- epidemie, pandemie,
- złe warunki pracy,
- stan służby zdrowia w państwie.

Zagrożenia pośrednie to z kolei np.:

- (zbyt małe) nakłady na służbę zdrowia,
- (zbyt małe) wydatki na infrastrukturę komunikacyjną,
- (zbyt małe) wydatki na bhp,
- (zbyt małe) wydatki na przeciwdziałanie skutkom zagrożeń klimatycznych,
- (zbyt małe) wydatki na profilaktykę w zakresie chorób cywilizacyjnych,
- (zbyt małe) wydatki na rozwój ratownictwa medycznego.

Jak mierzyć stopień zagrożenia bezpieczeństwa zdrowotnego? Można tego dokonać pośrednio lub bezpośrednio. Pomiar pośredni to przykładowo wielkość nakładów finansowych w przeliczeniu na jednego obywatela na podniesienie bezpieczeństwa, są to m.in. nakłady na:

- służbę zdrowia,
- infrastrukturę komunikacyjną,
- przeciwdziałanie skutkom zmian klimatycznych,
- profilaktykę w zakresie chorób cywilizacyjnych,
- bhp,
- rozwój ratownictwa itp.



Taki sposób mierzenia charakteryzuje się jednak małą dokładnością oraz silną zależnością od sposobu (racjonalności) wydatkowania desygnowanych środków. Pomiar wartości „fizycznych” charakterystyk poszczególnych zagrożeń jest bardziej obiektywny. Wśród charakterystyk mierzalnych świadczących o wielkości zagrożenia są m.in. takie, jak:

- wskaźnik zapadalności na określone choroby cywilizacyjne,
- liczba śmiertelnych wypadków komunikacyjnych (przy określonych założeniach),
- liczba kilometrów autostrad (przy określonych założeniach),
- średni czas dojazdu karetki ratowniczej,
- dostępność określonych usług medycznych,
- liczba wypadków w pracy,
- spożycie alkoholu na jednego obywatela itp.

## 2. Wskaźniki zagrożeń bezpieczeństwa zdrowotnego

Stan zdrowia społeczeństwa, w zależności od potrzeb (celu), można definiować na wiele sposobów. Dominują dwa podejścia:

- społecznościowe (makroskopowe),
- techniczne (parametryczne).

W definicji społecznościowej stan zdrowia społeczeństwa jest określony zbiorem wskaźników makroskopowych takich, jak:

- średni wiek obywatela,
- wskaźnik umieralności (liczba zgonów w skali roku do ogólnej liczby ludności),
- wskaźnik zapadalności na choroby cywilizacyjne,
- stosunek liczby obywateli zdolnych do pracy do ogólnej liczby ludności w wieku produkcyjnym,
- wielkość przyrostu naturalnego,
- średnia długość życia itp.

W definicji technicznej (parametrycznej) stan zdrowia społeczeństwa jest utożsamiany ze stanem zdrowia statystycznego obywatela przy określonych założeniach. Z kolei stan zdrowia statystycznego obywatela wynika z uśrednionych wartości pomiarów parametrów zdrowotnych odpowiednio dużej, reprezentatywnej populacji społeczeństwa. Stan zdrowia pacjenta  $x \in X$  (gdzie  $X$  zbiór numerów pacjentów, np. według PESEL) w chwili  $t \in T$  można zatem określić, podając wartości jego parametrów zdrowotnych<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> A. Ameljańczyk, *Ochrona przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń*, op.cit. (rozdz. *Wielokryterialna analiza zagrożeń bezpieczeństwa zdrowotnego obywateli* i rozdz. *Farmakoekonomika a bezpieczeństwo zdrowotne człowieka*); A. Ameljańczyk, T. Ameljańczyk, op.cit.; A. Ameljańczyk, *Matematyczny model*, op.cit.

Ogólnie przez  $f_n(x, t)$  będziemy oznaczać wartość parametru zdrowotnego  $n \in \mathbf{N}$ , pacjenta  $x \in X$  w chwili  $t \in T$ . Zbiór  $\mathbf{N} = \{1, \dots, n, \dots, N\}$  jest zbiorem numerów wyróżnionych (uwzględnionych w modelu) parametrów zdrowotnych.

W większości dalszych rozważań będziemy dla uproszczenia pomijać czynnik czasu, stosując zamiast modelu  $f_n(x, t)$  uproszczony model  $f(x) = (f_1(x), \dots, f_n(x), \dots, f_N(x))$ .

Ustalając wzorcową (idealną) wartość parametru  $n \in \mathbf{N}$ , świadczącą o pełnym zdrowiu jako  $q_n \in S_n$ , otrzymamy wzorzec zdrowia w postaci:

$$Q = (q_1, \dots, q_n, \dots, q_N) \in S \quad (2.1)$$

Uogólniony wskaźnik  $Q_p(x)$  stanu zdrowia pacjenta  $x \in X$  możemy zdefiniować jako odległość modelu jego stanu zdrowia  $f(x)$  od wzorca zdrowia  $Q$ :

$$Q_p(x) = \|Q - f(x)\|_p = \left( \sum_{n \in \mathbf{N}} (q_n - f_n(x))^p \right)^{1/p}, \quad p \geq 1 \quad (2.2)$$

Parametr  $p \geq 1$  określa konkretną postać normy (dla wartości  $p$  całkowitych jest to tzw. norma Minkowskiego). W praktyce najczęściej stosujemy odległość euklidesową lub Czebyszewa ( $p = 2, \infty$ ). Im wartość funkcji  $Q_p(x)$  jest mniejsza, tym stan zdrowia pacjenta  $x$  jest lepszy.

Często używa się miary pochodnej typu  $\bar{Q}_p(x) = 1 - Q_p(x)$ ,  $x \in X$  (w przestrzeni znormalizowanej).

Modele jednostek chorobowych oraz ich wzorce można zdefiniować analogicznie<sup>11</sup>. Niech  $\mathbf{M} = \{1, \dots, m, \dots, M\}$  – zbiór numerów wyróżnionych jednostek chorobowych.

Podobnie jak w przypadku wzorca zdrowia (2.1), za wzorzec choroby  $m \in \mathbf{M}$  możemy przyjąć wektor:

$$w^m = (w_1^m, \dots, w_n^m, \dots, w_N^m) \in \mathbf{R}^N$$

gdzie  $w_n^m$  – „wzorcowa wartość chorobowa” parametru  $n$  w chorobie  $m \in \mathbf{M}$ .

Stopień zagrożenia pacjenta  $x$  chorobą  $m \in \mathbf{M}$  możemy określić jako odległość modelu jego stanu zdrowia  $x(t)$  w chwili  $t \in T$  od wzorca choroby  $m \in \mathbf{M}$

$$Z^m(x, t) = f(\|w^m - x(t)\|_p) \quad (2.3)$$

Zmiana odległości wektora  $x(t)$  od wzorca choroby  $m$  świadczyć będzie o nowych okolicznościach zagrożenia tą chorobą<sup>12</sup>.

Analogicznie możemy definiować stan zdrowia i jego zagrożenie w przypadku statystycznego obywatela.

<sup>11</sup> A. Ameljańczyk, T. Ameljańczyk, op.cit.; A. Ameljańczyk, *Matematyczny model*, op.cit.

<sup>12</sup> A. Ameljańczyk, T. Ameljańczyk, op.cit.; A. Ameljańczyk, *Matematyczny model*, op.cit.

Niech  $X$  – badana populacja obywateli przy określonych założeniach statystycznych. Model stanu zdrowia statystycznego obywatela  $\bar{x}$  określimy następująco:

$$f(\bar{x}) = (f_1(\bar{x}), \dots, f_n(\bar{x}), \dots, f_N(\bar{x})) \in R^N \quad (2.4)$$

gdzie 
$$f_n(\bar{x}) = \frac{1}{|X|} \sum_{x \in X} f_n(x), \quad n \in N$$

Stan zdrowia społeczeństwa można określać wskaźnikiem:

$$Q_p(\bar{x}) = \|Q - f(\bar{x})\|_p = \left( \sum_{n \in N} (q_n - f_n(\bar{x}))^p \right)^{1/p}$$

### 3. Przestrzeń bezpieczeństwa zdrowotnego

Oznaczmy symbolem  $K = \{1, \dots, k, \dots, K\}$  zbiór wyróżnionych typów zagrożeń bezpieczeństwa zdrowotnego, w tym zagrożeń chorobami cywilizacyjnymi w szczególności.

Funkcję zagrożenia bezpieczeństwa zdrowotnego społeczeństwa (grupy społecznej) reprezentowanej przez statystycznego obywatela  $\bar{x}$  w chwili  $t$  można przedstawić następująco:

$$z(\bar{x}, t) = (z_1(\bar{x}, t), \dots, z_k(\bar{x}, t), \dots, z_K(\bar{x}, t)) \in R^K$$

gdzie  $z_k(\bar{x}, t)$  – poziom  $k$  tego zagrożenia obywatela  $\bar{x}$  w chwili  $t \in T$  (np. wartość wskaźnika zapadalności na określone choroby cywilizacyjne, liczba śmiertelnych wypadków komunikacyjnych, średni czas dojazdu karetki itp.).

Nawiązując do idei optymalizacji dwubiegunowej<sup>13</sup>, symbolem

$$z^* = (z_1^*, \dots, z_k^*, \dots, z_K^*) \in R^K$$

będziemy oznaczać „wzorec bezpieczeństwa zdrowotnego” w zakresie zagrożeń (pożądane wartości stopnia zagrożenia), zaś symbolem

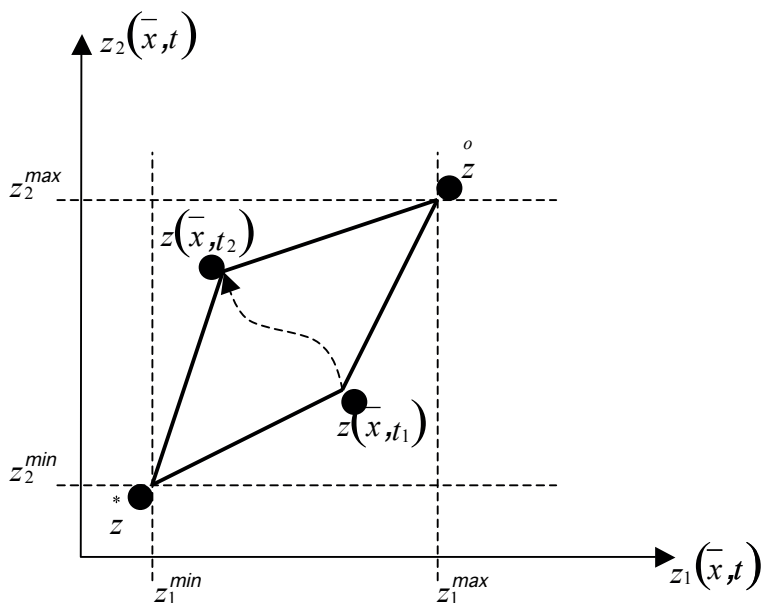
$$z^o = (z_1^o, \dots, z_k^o, \dots, z_K^o) \in R^K$$

oznaczymy „wzorec (negatywny) zagrożenia zdrowotnego”. Są to tzw. punkty idealny i antyidealny<sup>14</sup>. W znormalizowanej przestrzeni bezpieczeństwa można badać zmiany w czasie funkcji zagrożenia bezpieczeństwa. Na rysunku 1 przedstawiono

<sup>13</sup> A. Ameljańczyk, *Matematyczny model*, op.cit.

<sup>14</sup> A. Ameljańczyk, *Optymalizacja wielokryterialna*, op.cit.; A. Ameljańczyk, *Ochrona przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń*, op.cit. (rozdz. *Wielokryterialna analiza zagrożeń bezpieczeństwa zdrowotnego obywateli*).

analizę zmian bezpieczeństwa przy założeniu, że są wyróżnione tylko dwa typy zagrożenia bezpieczeństwa.



**Rysunek 1. Przestrzeń bezpieczeństwa zdrowotnego**

Kompleksowy wskaźnik zagrożenia bezpieczeństwa zdrowotnego można zdefiniować jako odległość wartości funkcji  $z(\bar{x}, t)$  od wzorca bezpieczeństwa  $z^*$ .

$$\gamma(z(\bar{x}, t)) = \left\| z^* - z(\bar{x}, t) \right\|_p, \quad p \geq 1$$

lub analogicznie kompleksowy wskaźnik bezpieczeństwa zdrowotnego społeczeństwa jako odległość  $z(\bar{x}, t)$  od wzorca zagrożenia  $z^o$ .

$$\beta(z(\bar{x}, t)) = \left\| z^o - z(\bar{x}, t) \right\|_p, \quad p \geq 1$$

Położenie punktu  $z(\bar{x}, t)$  w przestrzeni bezpieczeństwa zależy od wielu czynników, m.in. od:

- wielkości nakładów na służbę zdrowia,
- struktury koszyka gwarantowanych świadczeń zdrowotnych,
- średniego wieku obywateli,
- zamożności społeczeństwa itp.

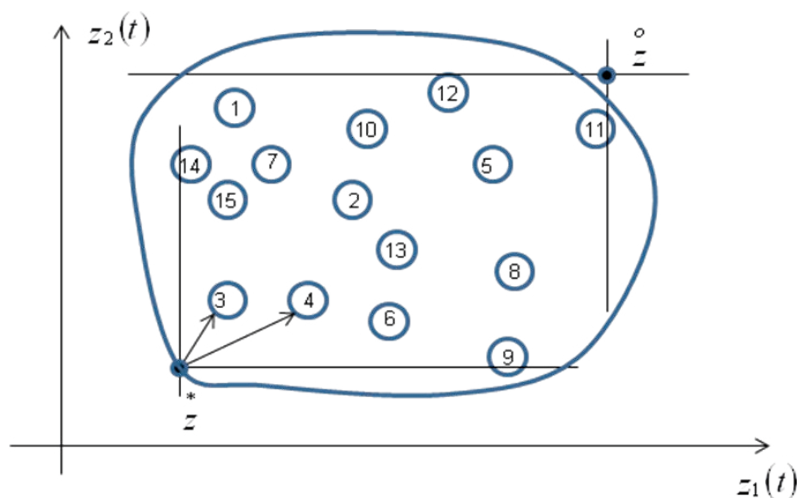
Dysponując opisanymi wyżej narzędziami, możemy łatwo dokonywać analizy porównawczej w grupie państw (lub w grupach społecznych). Można tego dokonać następująco: niech

$L = \{1, \dots, l, \dots, L\}$  – zbiór numerów państw (regionów, grup społecznych), np. UE

$z^l(\bar{x}, t)$  – wektor zagrożeń bezpieczeństwa zdrowotnego w państwie  $l \in L$ .

Na rysunku 2 poglądowo przedstawiono poziomy bezpieczeństwa zdrowotnego piętnastu państw oraz wygenerowane systemowo<sup>15</sup> wzorce bezpieczeństwa oraz zagrożenia dla tej grupy państw.

Najwyższe poziomy zagrożenia bezpieczeństwa zdrowotnego obywateli odnotowujemy w państwach o nr 11 i 12. Najwyższym bezpieczeństwem zdrowotnym cieszą się państwa nr 3 i 4.



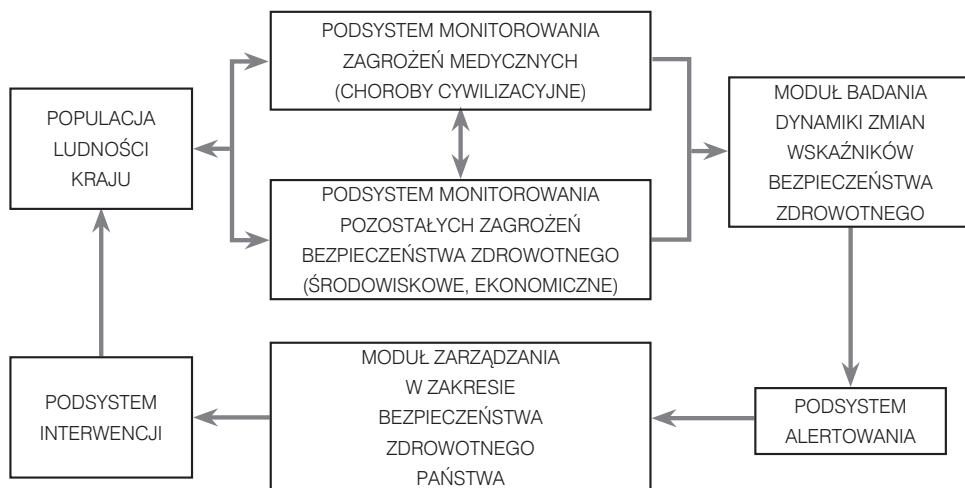
**Rysunek 2. Przestrzeń bezpieczeństwa zdrowotnego grupy państw**

Określając dla każdego państwa wysokość nakładów na ochronę zdrowia, można badać charakter zmian wartości kompleksowych współczynników bezpieczeństwa od wielkości tych nakładów.

Kompleksowa i systematyczna analiza zmian poziomu zagrożenia bezpieczeństwa zdrowotnego obywateli, głównie w kontekście ponoszonych nakładów, byłaby możliwa po zbudowaniu krajowego systemu monitorowania zagrożeń bezpieczeństwa

<sup>15</sup> A. Ameljańczyk, *Optymalizacja wielokryterialna*, op.cit.; A. Ameljańczyk, *Ochrona przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń*, op.cit. (rozdz. *Wielokryterialna analiza zagrożeń bezpieczeństwa zdrowotnego obywateli*).

zdrowotnego obywateli. Ogólny schemat funkcjonowania systemu monitorowania bezpieczeństwa zdrowotnego państwa przedstawiony został na rysunku 3.



**Rysunek 3. Ogólny schemat systemu monitorowania**

Najważniejszym i zarazem najbardziej skomplikowanym modulem tego systemu jest podsystem monitorowania zagrożeń medycznych. Idea jego funkcjonowania oparta jest na zbudowaniu zintegrowanej „przestrzeni życia”<sup>16</sup>. Moduł ten szczegółowo jest opisany m.in. w pracy *Koncepcja informatycznego systemu oceny skutków wprowadzanych leków i technologii medycznych*<sup>17</sup>.

## Podsumowanie

Zdefiniowanie pojęcia bezpieczeństwa zdrowotnego i jego zagrożeń w postaci mierzalnych wskaźników pozwala w oparciu o techniki symulacji komputerowej na bardzo szeroką analizę bezpieczeństwa zdrowotnego obywateli. Są to m.in. następujące obszary:

1. Możliwość analiz czasowych (dynamiki) wartości kompleksowych wskaźników:
  - stanu zdrowia społeczeństwa,
  - poziomu bezpieczeństwa zdrowotnego,
  - stopnia zagrożeń bezpieczeństwa zdrowotnego

<sup>16</sup> A. Ameljańczyk, *Matematyczny model*, op.cit.

<sup>17</sup> A. Ameljańczyk, T. Ameljańczyk, op.cit.

w zależności od:

- wielkości nakładów na służbę zdrowia
  - zmian struktury koszyka gwarantowanych świadczeń medycznych
  - realizowanych narodowych programów zdrowotnych itp.
2. Badanie „charakteru” zależności globalnych wskaźników od wielkości jednostkowych nakładów państwa na ochronę zdrowia.
  3. Analiza porównawcza w grupie państw (w grupach społecznych lub zawodowych).  
Kompleksowa i systematyczna analiza zmian poziomu zagrożenia bezpieczeństwa zdrowotnego obywateli, głównie w kontekście ponoszonych nakładów, byłaby możliwa po zbudowaniu krajowego systemu monitorowania zagrożeń bezpieczeństwa zdrowotnego obywateli.

## Literatura

1. Ameljańczyk A., *Matematyczny model przestrzeni życia w komputerowym systemie wspomaganego decyzyjnego*, I Krajowa Konferencja „Systemy Komputerowe i Teleinformatyczne w Służbie Zdrowia”, Warszawa 2009.
2. Ameljańczyk A., *Ochrona przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń*, Wydawnictwo WAT, Warszawa 2011 (rozdz. *Farmakoeconomika a bezpieczeństwo zdrowotne człowieka* i rozdz. *Wielokryterialna analiza zagrożeń bezpieczeństwa zdrowotnego obywateli*).
3. Ameljańczyk A., *Optymalizacja wielokryterialna w problemach sterowania i zarządzania*, Ossolineum, Wrocław 1984.
4. Ameljańczyk A., Ameljańczyk T., *Koncepcja informatycznego systemu oceny skutków wprowadzanych leków i technologii medycznych*, II Konferencja TIAPISZ, Warszawa 2010.
5. Medyczne Systemy Ekspertowe, <http://www.computer.privateweb.at/judith/links3.htm>.
6. Pawlak Z., *Rough Sets*, „International Journal of Computer and Information Sciences” 1965, vol. 11, s. 341–356.
7. Pawlak Z., *Systemy informacyjne – podstawy teoretyczne*, WNT, Warszawa 1983.
8. *Propozycja stanowiska zespołu organizacyjnego Okrągłego Stołu*, OZZL, <http://www.le-kompolski.pl>.
9. *Strategia rozwoju ochrony zdrowia w Polsce w latach 2007–2013*, Opracowanie PZH na podstawie WHO, Warszawa 2007.
10. Zadeh L.A., *Fuzzy Sets*, „Information and Control” 1965, vol. 8, s. 338–353.



## Summary

### Monitoring System of The State Health Security and Its Threats

This paper analyzes the concept of citizens' health security in the wider context of national security. Proposes measurable indicators of quality and safety of citizens' health, as well as indicators of the degree of security threats. Such a system allows you to make many of the qualitative analysis of the effects of decisions on the health protection, as well as carrying out computers of the effects of planned activities.