

DETERMINANTY BEZPIECZEŃSTWA ŚRODOWISKA NATURALNEGO I EKOLOGISTYKI

Andrzej Szymonik

Politechnika Łódzka

Wydział Zarządzania i Inżynierii Produkcji

Katedra Zarządzania Produkcji i Logistyki

andrzej.szymonik@p.lodz.pl

Streszczenie: *Rozdział jest tematycznie związany z aktualnym, istotnym problemem dotyczącym bezpieczeństwa dwóch systemów: środowiska naturalnego i ekologii. Pierwsza część opracowania zawiera koncepcje analizy systemowej bezpieczeństwa środowiska naturalnego, w której uwzględniono istotne elementy decydujące o jego skuteczności i wykorzystaniu w praktyce. Po zidentyfikowaniu zagrożeń został pokazany również algorytm pozwalający opracować raport cząstkowy dla zagrożeń środowiska naturalnego. Kolejna część opracowania prezentuje udział ekologii w zapewnieniu pożądanego poziomu funkcjonowania bezpieczeństwa środowiska naturalnego. Jest to możliwe, między innymi, przez zapewnienie skutecznego bezpieczeństwa realizowanych procesów ekologicznych. Autor pokazuje również instrumenty i narzędzia, które są istotne dla zapewnienia bezpieczeństwa funkcjonowania systemu ekologicznego w działaniach praktycznych. Do nich zaliczył zarządzanie ryzykiem, niezawodność, identyfikację i podział zagrożeń. Należy podkreślić, że zaprezentowany materiał jest kontynuacją dalszych badań autorskich, które są publikowane w moich monografiach i artykułach. Na wyróżnienie zasługują trzy pozycje: Zarządzanie bezpieczeństwem gospodarczym w systemie bezpieczeństwa narodowego. Aspekty logistyczne (2016), Inżynieria bezpieczeństwa systemów logistycznych (2016), Ekologia. Teoria i Praktyka (2018), które są ściśle związane z tematyką zawartą w tym opracowaniu.*

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo, środowisko naturalne, ekologia, zagrożenia.

1. Wprowadzenie

Każdej działalności ludzkiej towarzyszy powstawanie odpadów. Początkowo ludzie w sposób naturalny wyczuwali i sami podejmowali decyzje, jak postępować z odpadami. Jednak z upływem czasu, kiedy odpadów przybywało, nie można

już było tego problemu zostawić pojedynczemu człowiekowi. Skalę problemu obrazują między innymi dwa fakty: pierwszy – w UE w 2016 r. wytworzono średnio 5,0 ton odpadów na mieszkańca [1], drugi – **w 2016 roku świat wyprodukował 2,01 mld ton odpadów**, a do połowy XXI wieku ta ilość może wzrosnąć do 3,4 mld ton [2]. Nie ma wątpliwości, że odpady mają negatywny wpływ na środowisko. W wielu przypadkach niezagospodarowane śmieci muszą być przetwarzane przez naturę długie lata, a „pozbycie się” ich trwa czasami bardzo długo np. szkła ponad 4000 lat, plastiku od 100 do 1000 lat, papieru 6 miesięcy, metalu 10 lat, żywności do 12 miesięcy [3]. Należy zaznaczyć, że odpady są szkodliwe dla środowiska i gospodarki, co można zmniejszyć między innymi przez ekologię, która zajmuje się zbiórką odpadów, ich segregacją, transportem, magazynowaniem, usuwaniem w sposób nieuciążliwy (utylicacja, recykling, ponowne wykorzystanie) dla środowiska naturalnego. Kooperacja ochrony środowiska i ekologii wymusza stworzenie dwóch organizacji współpracujących – systemu bezpieczeństwa środowiska naturalnego i systemu bezpieczeństwa ekologii. Ich celem jest zabezpieczenie środowiska naturalnego przed oddziaływaniem zjawisk (zagrożeń) i negatywnych konsekwencji dzięki dobrze zorganizowanych, zabezpieczonych, na określonym poziomie procesów ekologicznych.

2. Bezpieczeństwo środowiska naturalnego

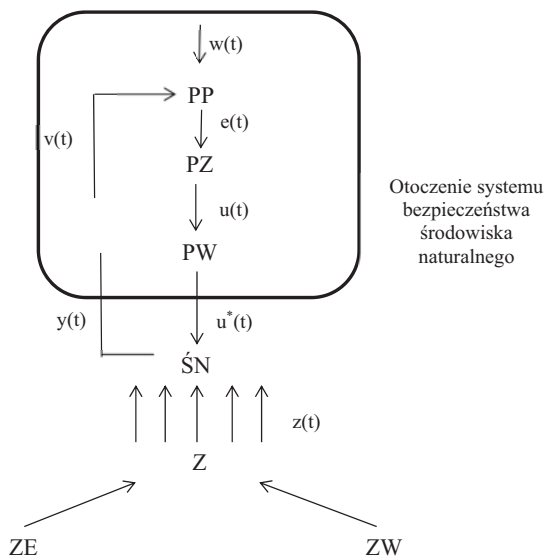
Środowisko naturalne systematycznie i w sposób nieprzerwalny jest zanieczyszczane i niszczone przez przemysł, transport, rolnictwo, gospodarkę komunalną. Zapobiec temu może stworzony system bezpieczeństwa środowiska naturalnego (SBSN), którego celem jest jego zabezpieczenie przed oddziaływaniem zjawisk (procesów, zdarzeń) i ich negatywnych konsekwencji (skutków, szkód). Degradacja środowiska w głównej mierze powodowana jest poprzez [4][5]:

- wzrost i koncentrację liczby ludności, mające wpływ na globalną masę produktów i usług niezbędnych do zaspokojenia ich potrzeb;
- wzrost poziomu konsumpcji będący następstwem wzrostu różności oraz wymagań życiowych, determinujący różnorodności produktów i powstających odpadów;
- rozwój technologiczny mający wpływ na: wielkość zużycia energii, masę produktów, ich różnorodność i termin ich ważności; wzrost zagrożeń związanych (niezwiązanych) z postępowaniem człowieka oraz katastrof naturalnych.

Bezpieczeństwo środowiska naturalnego jest jednym z najważniejszych zadań, którego zrealizowania podjął się człowiek na progu XXI wieku. Odpowiedzialność za jego funkcjonowanie spoczywa na władzach publicznych, które są

zobowiązane zapewnić bezpieczeństwo ekologiczne współczesnemu i przyszłym pokoleniom. Działania na rzecz ochrony środowiska mają charakter zasięgu krajowego i międzynarodowego.

$w(t)$ – pożądaný sygnał (informacja) zadany; $v(t)$ – sygnał (informacja) zwrotny z systemu monitorowania; $e(t) = w(t) - v(t)$ – różnica pomiędzy sygnałem (informacją) zadany a wartością sygnału (informację) zwrotnego z systemu monitorowania; $u(t)$ – sygnały (informacje) sterujące; $u^*(t)$ – sygnał wymuszający; $z(t)$ – zakłócenia; $y(t)$ – sygnał (informacja) wyjściowy ze środowiska naturalnego, mierzony przez system monitorujący SM, PZ – podsystem zarządzający, PW – podsystem wykonawczy, PP – podsystem porównujący, SM – system monitorowania ŚN – środowisko naturalne, Z – zagrożenia, ZE – zagrożenia zewnętrzne, ZW – zagrożenia wewnętrzne.



Rys. 1. Koncepcja analizy systemowej bezpieczeństwa środowiska naturalnego

Źródło: opracowanie własne.

Bezpieczeństwo środowiska naturalnego wymusza zidentyfikowanie niebezpieczeństw (zagrożeń), które mogą spowodować zakłócenia (egzystencji, rozwoju) lub utratę wartości przez ogół elementów przyrodniczych, w tym także przekształconych w wyniku działalności człowieka, a w szczególności powierzchnię ziemi, kopaliny, wody, powietrze, krajobraz, klimat oraz pozostałe elementy różnorodności biologicznej, a także wzajemne oddziaływania pomiędzy tymi elementami [6].

Stworzenie efektywnego systemu bezpieczeństwa środowiska naturalnego poprzedza identyfikacja zagrożeń i zbudowanie określonego potencjału zabezpieczeń. Można to zrealizować przez skuteczne zapobieganie (przeciwdziałanie), ochronę

oraz reagowanie (zapobieganie) na występujące zagrożenia (Z) (tzn. podejmowanie takich działań, które minimalizują ich niekorzystne skutki) [7]. Trzeba pamiętać, że zagrożenia, związane z środowiskiem naturalnym (ŚN) mogą pochodzić z wnętrza systemu (ZW) i z zewnątrz systemu (ZZ).

W SBSN wyróżniamy podsystemy: *zarządzania* – PZ (realizuje wszystkie funkcje zarządzania tj. planowanie, organizowanie, motywowanie, kontrolowanie, podejmowanie decyzji i koordynowanie stanowiące o sposobie zapewnienia bezpieczeństwa środowisku naturalnemu przez podsystem wykonawczy), *wykonawczy* – PW (siły i środki realizujące procesy wykonawcze, wydzielone np. ze straży pożarnej, ratownictwa medycznego, policji, wojska), *środowisko naturalne*, które jest obiektem oddziaływania, *zagrożenia* (każde zjawisko niepożądane z punktu widzenia niezakłóconego działania SBSN).

Koncepcję analizy systemowej bezpieczeństwa środowiska naturalnego przedstawia rysunek 1.

W podsystemie zarządzania SBSN istotną rolę odgrywa podsystem informacyjny, który odpowiada za: pozyskiwanie na bieżąco danych koniecznych do aktualnej oceny bezpieczeństwa (systematyczne zbieranie danych, dogłębna i wielokryterialna ich analiza); ocenę stanu ilościowego i jakościowego wydzielonych sił będących w dyspozycji podsystemu wykonawczego; trafną prognozę zagrożeń i uwarunkowań niezbędnych do podejmowania decyzji do ochrony środowiska przed zagrożeniami.

W podsystemie informacyjnym, w SBSN analizuje i monitoruje się takie wielkości, jak: $w(t)$ – pożądany sygnał (informacja) zadany, $v(t)$ – sygnał (informacja) zwrotny z systemu monitorowania, $e(t) = w(t) - v(t)$ – różnica pomiędzy sygnałem (informacją) zadany a wartością sygnału (informacją) zwrotnego z systemu monitorowania, $u(t)$ – sygnały (informacje) sterujące, $u^*(t)$ – sygnał wymuszający, $z(t)$ – zakłócenia, $y(t)$ – sygnał (informacja) wyjściowy ze środowiska naturalnego, mierzony przez system monitorujący (SM).

Zaprezentowany model, może być wykorzystany np. do analizy zagrożenia (Z), jakim może być powódź spowodowana ulewami deszczów. Dzięki systematycznym pomiarom, przez SM oceniamy ilości odpadów na m^2 w czasie, $[v(t)]$ i porównujemy z wielkością pożądaną $[w(t)]$, co pozwala na podjęcie stosowanych działań, w sytuacji zaistniałego zagrożenia.

Istotne dla ochrony środowiska są działania prewencyjne, które obejmują [8]: monitoring skażeń powietrza, wód i gleby oraz prowadzenie doraźnych badań kontrolnych i pomiarowych; informowanie ośrodków decyzyjnych i ludności o skażeniach, a także alarmowanie w razie szczególnego zagrożenia; likwidację skutków zagrożeń w ramach akcji ratowniczych; działalność profilaktyczną i edukacyjną z zakresu zagrożeń związanych z niebezpiecznymi substancjami oraz przedsięwzięcia przywracające środowisko do stanu naturalnego.

3. Wybrane uwarunkowania systemu bezpieczeństwa środowiska naturalnego

Niezmiernie ważnym czynnikiem w zarządzaniu SBSN są oceny kryterium prawdopodobieństwa zaistnienia stanu zagrożenia oraz kryterium konsekwencji stanu zagrożenia, które są potrzebne do szacowania między innymi nakładów finansowych na ochronę środowiska.

W literaturze źródła zagrożeń w zarządzaniu SBSN ujmowane w kontekście przedmiotowym i podmiotowym [9].

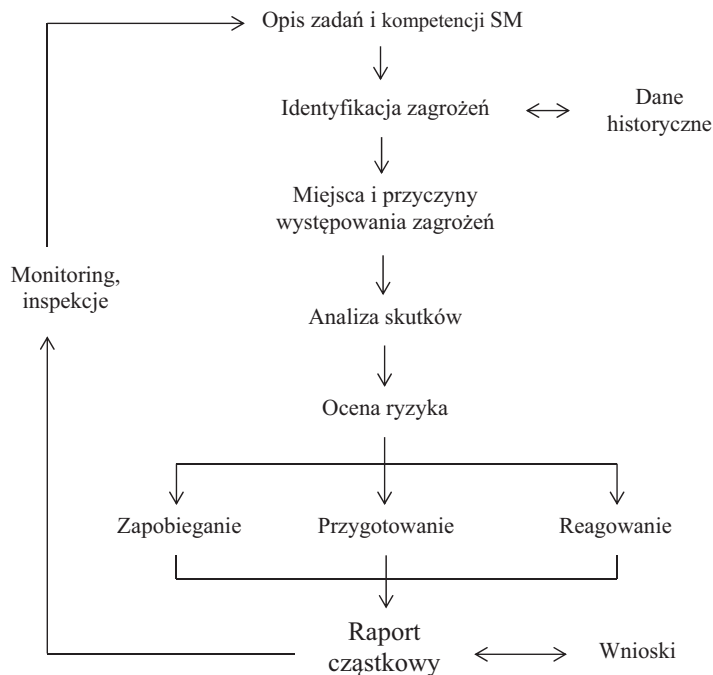
Przedmiotowe – źródłami zagrożeń są zdarzenia powodowane siłami przyrody i działalnością gospodarczą postrzegane, jako [10]: naturalne – skutki klęsk i katastrof żywiołowych oraz cywilizacyjne – materialne zanieczyszczenia różnego rodzaju i typu wprowadzane do otoczenia w toku działalności człowieka.

W tym ujęciu można wyróżnić również następujące grupy rodzajowe [10]:

- biologiczne: awarie lub akty sabotażu w laboratoriach i instytucjach naukowo-badawczych zajmujących się badaniami bakterii i wirusów, a w związku z tym i przechowujących substancje biologicznie niebezpieczne (wirusy chorób itp.);
- chemiczne: awarie w zakładach przemysłowych, laboratoriach, magazynach, składowiskach substancji chemicznych, transporcie: kolejowym, drogowym, morskim, lotniczym, rurociągowym;
- radiacyjne: wypadki i awarie naturalnych źródeł promieniowania, w elektrowniach jądrowych, w zakładach posiadających substancje radioaktywne;
- pożarowe: budynków mieszkalnych, wielkoobszarowe lasów, zakładów lub obiektów przemysłowych, obiektów użyteczności publicznej, magazynów itp.;
- hydrologiczno-meteorologiczne: powódzie, silne wiatry i huragany, długotrwałe występowanie ekstremalnych temperatur, wyładowania atmosferyczne, susze, intensywne opady atmosferyczne (śniegu lub deszczu), zjawiska lodowe na rzekach, jeziorach i zbiornikach wodnych itp.;
- uszkodzenia, awarie i katastrofy infrastruktury technicznej – katastrofy budowlane, katastrofy górnicze, awarie i uszkodzenia infrastruktury technicznej, gazowej, wodno-kanalizacyjnej, oczyszczania miast, elektroenergetycznej, paliwowej, sieci telekomunikacyjnej i informacyjnej;
- katastrofy komunikacyjne: drogowe, kolejowe, lotnicze, wodne.

Podmiotowe – są skutkiem działań, które przez zmianę naturalnego stosunku człowieka do biocenoz i biotopów mogą doprowadzić populację do unicestwienia. Ich źródłami są głównie: załamanie równowagi przyrodniczej jako następstwo nadmiernej eksploatacji zasobów środowiska; zanieczyszczenie sfer ziemi

i otoczenia przez substancje pochodzenia przemysłowego, transportowego i komunalnego; postępująca degradacja ekosystemów wskutek zanieczyszczeń odpadami toksycznymi oraz katastrof ekologicznych.



Rys. 2. Algorytm opracowania raportu cząstkowego dla zagrożeń naturalnych i cywilizacyjnych środowiska naturalnego

Źródło: Procedura opracowania raportu cząstkowego do Raportu o zagrożeniach bezpieczeństwa narodowego, RCB Rządowe Centrum Bezpieczeństwa, Warszawa 2010, s. 6.

Należy pamiętać, że zagrożenie, które godzi w życie lub zdrowie dużej liczby osób, mieniu w znacznych rozmiarach, albo środowisku na znacznych obszarach winno być zidentyfikowane oraz opisane na mapie ryzyka i mapie zagrożeń. Każda taka analiza powinna udzielić odpowiedzi na pytanie: co złego i gdzie może się stać?

W celu sporządzenia raportu cząstkowego dla określonego zagrożenia mogącego mieć negatywny wpływ – między innymi – na środowisko, opracowano algorytm (rys. 2), który wymaga ujednoliconych podstawowych informacji w obszarach: zagrożenia; zapobiegania; przygotowania; reagowania; gromadzenia danych historycznych; sposobu inspekcji, opracowania wniosków i dokumentowania [11].

Zagrożenia

Identyfikacji podlegają wszystkie rodzaje zagrożenia, które mogą oddziaływać negatywnie na środowisko. Zagrożenia mogą być także identyfikowane poprzez analizę danych historycznych i/lub statystycznych z wykorzystaniem szacowań eksperckich, badań terenowych, modeli matematycznych, analizy *case study*, wyników danych z systemów monitoringu, oceny sytuacji międzynarodowej. Ważnym elementem w czasie identyfikacji zagrożeń jest ustalenie kryteriów oceny ryzyka, a w szczególności prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia oraz skutków (konsekwencje) takiego zagrożenia w funkcji czasu.

Dla prawdopodobieństwa wybrano skalę jakościową (opisową) od 1 – bardzo rzadkie do 5 – bardzo prawdopodobne. Dla skutków proponuje się podobne rozwiązanie z tym jednak, że należy dla pięciu skali (od A – nieistotne do E – katastrofalne) dopasować parametr najbliższy rzeczywistości w kategoriach (Z – życie, M – mienie, **S – środowisko**).

Na bazie dwóch zestawień prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia i jego skutków opracowuje się w macierzy ryzyka. Dla każdego zagrożenia dla środowiska w macierzy ryzyka określa się wartości ryzyka: [12] minimalne (kolor niebieski), małe (kolor zielony), średnie (kolor żółty), duże (kolor czerwony), ekstremalne (kolor brunatny).

Na tej bazie wprowadzono cztery kategorie akceptacji ryzyka:

- akceptowane (A) – niewymagane są żadne dodatkowe środki bezpieczeństwa, akceptowane są aktualne rozwiązania i przypisane im siły i środki, działania monitorujące;
- dopuszczalne (T) – należy dokonać oceny alternatyw czy wprowadzenie niewielkich zmian organizacyjnych, prawnych bądź funkcjonalnych nie przyczyni się do poprawy bezpieczeństwa lub jego poczucia;
- warunkowo tolerowane (WT) – należy wprowadzić dodatkowe środki bezpieczeństwa w terminie sześciu miesięcy, należy ulepszyć stosowane rozwiązania;
- nieakceptowane (N) – należy podjąć natychmiastowe działania w celu zwiększenia bezpieczeństwa, wprowadzić dodatkowe/ nowe rozwiązania.

Zapobieganie – szereg przedsięwzięć, których realizacja eliminuje bądź zmniejsza prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia i skutki jego oddziaływania na środowisko. Etap ten obejmuje między innymi czynności: prawne (ustawy, rozporządzenia, wytyczne), organizacyjne (wydzielenie zasobów ludzkich, finansowych, sprzętowych, prowadzenie prac badawczych i transferu technologii, stworzenie klimatu ogólnie społecznego przeciwdziałającego zagrożeniom), proceduralne (oddalenie zagrożenia od tego, co ma być chronione, zapobieganie uwolnieniu zagrożenia, które już istnieje, współdziałanie w szerokim pojęciu).

Przygotowanie – polega na podejmowaniu działań planistycznych, dotyczących sposobów reagowania na czas wystąpienia różnego rodzaju zagrożenia środowiska, umożliwiających wpływ na ich przebieg w celu zmniejszenia negatywnych skutków tych zdarzeń. Faza ta obejmuje również działania mające na celu powiększenie zasobów sił i środków niezbędnych do efektywnego reagowania, zarządzanie, organizowanie i prowadzenie szkoleń, ćwiczeń i treningów z zakresu reagowania na potencjalne zagrożenia środowiska [12]. Przygotowanie obejmuje: opracowanie planów, algorytmów (scenariuszy) i procedur działań, organizacja systemów łączności i komunikacji, organizacja systemów monitorowania, organizacja i utrzymanie systemów ostrzegania i alarmowania, szkolenia specjalistyczne i doskonalenie umiejętności, informowanie ludności cywilnej.

Reagowanie – działania po wystąpieniu zagrożeń naturalnych i cywilizacyjnych dla środowiska. Etap ten wymaga wcześniejszego określenia zasad reagowania i hierarchizacji działań w przypadku wystąpienia zagrożenia. Celem jest niesienie pomocy i ograniczenie wtórnych zniszczeń. Reagowanie wymaga właściwej i profesjonalnej znajomości problemu, a także nowoczesnych, niezawodnych środków łączności oraz dokładnych danych z monitoringu obszarów zagrożonych.

Kolejnym determinantem systemu bezpieczeństwa środowiska naturalnego (SBŚN), jest ekologistyka, która swoje działania kieruje na gromadzeniu i usuwaniu odpadów. Ekologistyka skupia się na:

- zarządzaniu przepływami odpadów, które dla jednych są nieużyteczne, a dla drugich może być produktem, który będzie wykorzystany ponownie;
- wykorzystaniu informacji ułatwiającej fizyczny przepływ strumienia odpadów;
- unieszkodliwianiu oraz recyklingu odpadów negatywnie oddziałujących na środowisko.
- poszukiwaniu oszczędności i działaniach w zgodzie z normami związanymi z ochroną środowiska.

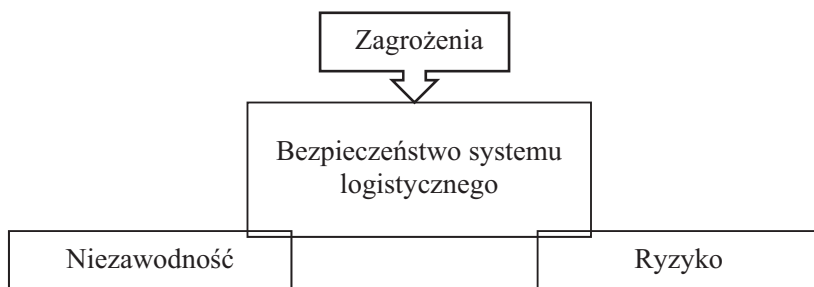
4. Bezpieczeństwo systemu ekologicznego w aspekcie bezpieczeństwa środowiska naturalnego

Ekologistyka ma niekwestionowany udział w zapewnieniu pożądanego poziomu funkcjonowania bezpieczeństwa środowiska naturalnego. To ona, poprzez realizację takich procesów, jak: zbiórka i segregowanie odpadów, przemieszczanie i składowanie odpadów, przetwarzanie odpadów, udostępnianie surowców wtórnych, wpływa na ochronę środowiska. Należy również pamiętać, że efektywność i sprawność działań ekologistyki jest ściśle związana, między innymi, z takimi obszarem, jak bezpieczeństwo ekologistyki, które

zapewnia przepływ strumienia rzeczowego odpadów i towarzyszących informacji, na rzecz środowiska, w szczególności poprzez wykorzystanie szans (okoliczności sprzyjających), podejmowanie wyzwań, redukowanie ryzyka oraz przeciwdziałanie (zapobieganie i przeciwstawienie się) wszelkiego rodzaju zagrożeniom dla działań logistycznych.

Zapewnienie funkcjonowania bezpieczeństwa systemu ekologicznego nie jest możliwe bez konieczności użycia zasobów zarówno ludzkich, jak i rzeczowych oraz finansowych. Potencjał i wielkość zasobów wydzielonych na bezpieczeństwo systemu ekologicznego zależy od:

- zagrożeń zewnętrznych pochodzących z otoczenia systemu;
- zagrożeń wewnętrznych, które są „skumulowane” w nim samym;
- odporności systemu na zagrożenia (jego niezawodności);
- dysponowanego potencjału kierowania, wykonawczego i informacyjno-decyzyjnego.



Rys. 3. Składowe bezpieczeństwa systemu ekologicznego

Źródło: opracowanie własne.

Należy podkreślić, że w ujęciu całościowym, bezpieczeństwo systemu ekologicznego, jest związane z (rys. 3):

- ryzykiem;
- zagrożeniami;
- niezawodnością.

Ryzyko

Dla oceny tych wielkości stosujemy miary ilościowe lub jakościowe, pamiętając o jednolitym podejściu dla określonego systemu powiązanego z ekologią.

Wartość ryzyka (jego ewaluacja) w systemach ekologicznych możemy zapisać jako [13][14]:

$$\text{RYZYKO} = f(\text{ZAGROŻENIE}, \text{PODATNOŚĆ}, \text{KONSEKWENCJE}) \quad (1)$$

lub

$$\text{VaR} = P \times S_x \times P_d \times E_x \quad (2)$$

gdzie:

- VaR – ewaluacja (szacowanie) ryzyka
- P – prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia
- Sx – wartość możliwych strat
- Pd – podatność na ryzyko określającą stopień, w jakim system ekologiczny jest podatny na zagrożenia i poziom potencjalnych skutków.
- Ex – współczynnik ekspozycji określający stopień, w jakim system ekologiczny jest ważny z punktu widzenia wystąpienia zagrożenia.

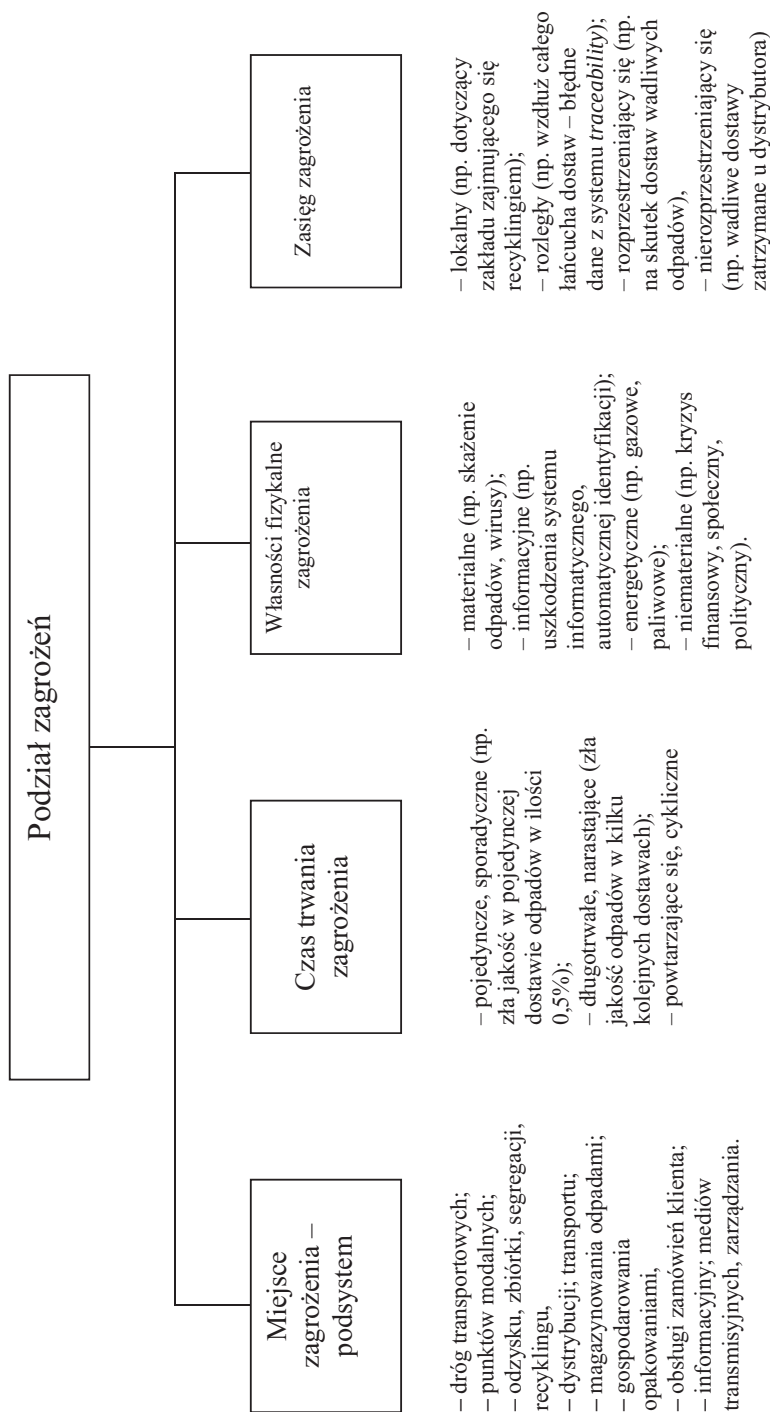
Zarówno w formule (1), jak i (2) istotnym czynnikiem są zagrożenia, które mają wpływ na bezpieczeństwo systemu ekologicznego i dlatego koniecznym jest przewidywanie ich wystąpienia na podstawie danych historycznych oraz ich wykrywanie (monitorowanie) i identyfikacja. Tak zebrane dane z wykorzystaniem systemów informatycznych (np. OLAP) pozwalają prognozować skutki, przewidywać siły i środki do ich przeciwdziałania oraz o sposoby prowadzenia działań naprawczych [15].

Zagrożenia

Zagrożenia to potencjalna przyczyna strat. Mają one charakter obiektywny (niezależny od człowieka) i subiektywny (związany z celowym działaniem człowieka).

Niezwykle pomocnym w ocenie powstawania strat, „szkodliwości” zagrożeń dla bezpieczeństwa systemu ekologicznego ma ich pełna identyfikacja, poprzez ich podział (klasyfikację) z uwzględnieniem miejsca zagrożenia, czasu trwania, własności fizykalnych, zasięgu. Zagrożenia dla funkcjonowania systemów ekologicznych można podzielić na cztery grupy.

Do pierwszej grupy zalicza się klęski żywiołowe i zdarzenia wywołane przyczynami cywilizacyjnymi, takimi jak katastrofy, awarie oraz inne zdarzenia spowodowane działaniem lub zaniedbaniem człowieka. Do tej grupy zagrożeń należą m.in.: pożary, powodzie i zatopienia, silne wiatry i huragany, kradzieże, epidemie chorób ludzi, epidemie chorób roślin i zwierząt, skażenia promieniotwórcze, chemiczne oraz katastrofy górnicze, budowlane, a także komunikacyjne, awarie sieci energetycznych. Do drugiej grupy zalicza się zdarzenia godzące w porządek konstytucyjny państwa (państw), terroryzm, blokady dróg, nielegalne demonstracje, konflikty na tle etnicznym, masowa migracja. W trzeciej grupie wyróżnia się mechanizmy, które mają na celu niszczenie bądź zniekształcanie informacji przesyłanej, przetwarzanej, przechowywanej dla potrzeb systemów logistycznych. Wszelkie zakłócenia w obiegu informacji powodują utrudnienia w sprawnym i skutecznym zarządzaniu logistyką wzdłuż całego łańcucha dostaw.



Rys. 4. Zagrożenia dla systemów ekologicznych

Źródło: opracowano własne.

Do czwartej grupy zalicza się zagrożenia wynikające ze skutków kryzysu finansowego, który tak naprawdę dotyka wszystkich, nie omijając procesów i systemów logistycznych. Zabezpieczenia przed kryzysem nie daje nawet gospodarka o świetnych wskaźnikach rozwoju i dotychczas nie zostały wypracowane do końca instrumenty antykryzysowe.

Wymienione zagrożenia mogą destruktywnie oddziaływać na system ekologiczny, zakłócając przepływ strumienia rzeczowego i informacji.

Zakłócenia te można podzielić ze względu na (rys. 4) [16][17]:

- miejsce zagrożenia – podsystem:
 - ✓ dróg wszystkich gałęzi transportu (tj. drogowego, kolejowego, powietrznego, wodnego, morskiego),
 - ✓ unktów modalnych sieci ekologicznej nazywanych często punktami transportowymi (np. magazyny odpadów, samodzielne punkty kontenerowe, lotniska, porty itp.),
 - ✓ urzędów pomocniczych ułatwiających obsługę dróg i punktów transportowych,
 - ✓ zarządzania (np. brak pełnej identyfikacji i skutków zagrożeń, przeszacowanie możliwości, niewłaściwa interpretacja wyników, brak narzędzi do optymalizacji i symulacji działań, nie uwzględnienie rosnących cen energii i transportu, niespodziane upadłości usługodawców logistycznych, brak kontroli nad pracownikami, którzy postępują nieetycznie dopuszczając się defraudacji mienia lub innych nadużyć między innymi przy wyborze dostawcy, brak systematycznej, rzetelnej kontroli przez instytucje nadrzędne, nie przestrzeganie obowiązujących unormowań prawnych dotyczących gospodarki odpadami),
 - ✓ zaopatrzenia (np. wydłużone, nieoptymalne i absorbujące nadmiernie kadrę kierowniczą procedury przetargowe i zakupowe odpadów, niespójne kryteria wyboru dostawcy i sprzedawcy odpadów, wybór dostawcy i sprzedawcy jedynie na podstawie najniższej ceny, nieterminowość procesu zakupowego, zła cena, ilość, niewłaściwy asortyment, przekupstwo, łapownictwo, brak możliwości pozyskania komponentów do wytwarzania, brak buforowego zapasu odpadów),
 - ✓ produkcji – a dokładniej przetwarzania (np. niedomagania technicznego obróbki procesów odzysku, recyklingu, spalania odpadów, odzysku energii, unieszkodliwiania odpadów, zniszczenia, ubytki, kradzieże zasobów, brak dostępności fachowego personelu, przerwy produkcyjne, awarie, pożary, powódzie, katastrofy),
 - ✓ dystrybucji (np. zignorowanie możliwości sprzedaży nowych odpadów, kradzieże, niekorzystne warunki atmosferyczne, zła jakość zbywanych

- odpadów, kryzys gospodarczy, lekceważenie zarządzania relacjami z klientem i przepływem odpadów w łańcuchu dostaw),
- ✓ transportu (np. zakłócenia spowodowane pożarami, eksplozją, wypadkiem środka transportu, zmyciem z pokładu, brak możliwości przemieszczenia ze względu na warunki atmosferyczne, niesprawny środek transportu, nieprzystosowany transport wewnętrzny, zmiany przepisów w gestii transportowej, kradzieże, katastrofy),
 - ✓ magazynowy i kształtowania zapasów (np. kradzieże, straty w wyniku ponadnormatywnych zapasów odpadów, pożary, powodzie, katastrofy budowlane, awarie sieci energetycznej i systemu informatycznego, uszkodzenie systemu automatycznej identyfikacji),
 - ✓ obsługi opakowań (np. zniszczenie odpadów w transporcie na skutek złego doboru opakowań, niedostarczenie opakowań na czas na skutek złych warunków klimatycznych, zanieczyszczenie środowiska),
 - ✓ obsługi zamówień klienta (np. zakłócenia spowodowane brakiem zapasów odpadami, błędnymi zamówieniami i fakturami, brakiem możliwości zlokalizowania odpadu, nieterminowością, a także złej jakości odpady dostarczone do klienta, brak reakcji na reklamacje i opóźnienia, pożary, kradzieże, zniszczenia),
 - ✓ informacyjny (np. utrata poufności, integralności oraz możliwości dysponowania, naturalne zagrożenia, jak pożary, zakłócenia klimatyczne, elektrostatyka, ataki bierne i aktywne, przypadkowe błędy);
- czas trwania:
 - ✓ krótkotrwałe, sporadyczne,
 - ✓ długotrwałe, narastające,
 - ✓ powtarzające się, cykliczne;
 - własności fizykalne:
 - ✓ materialne (np. wprowadzenie do sprzedaży złą jakość wytworzonych odpadów),
 - ✓ informacyjne (np. uszkodzenia systemu informatycznego, automatycznej identyfikacji, nieprawdziwe dane o odpadach na opakowaniach),
 - ✓ energetyczne (np. gazowe, paliwowe),
 - ✓ niematerialne (np. kryzys finansowy, polityczny, społeczny);
 - zasięg:
 - ✓ lokalny dotyczący ekologii danego systemu gospodarczego, będącego np. magazynem odpadów, spalarnią odpadów,
 - ✓ rozległy wzdłuż całego łańcucha dostaw odpadów w wymiarze globalnym, np. handel odpadami skażonymi,

- ✓ rozprzestrzeniający się (np. na skutek handlu produktami, w masowej sprzedaży produktami wytworzonych z odpadów skażonych),
- ✓ nierozprzestrzeniający się (np. na skutek zatrzymania wysyłki wadliwych produktów wytworzonych z odpadów skażonych do masowych odbiorców).

Ciekawą typologię zagrożeń bezpieczeństwa, którą można wykorzystać w ekologiiście zaprezentował P. Sienkiewicz w artykule *Teoria i inżynieria bezpieczeństwa systemów* [18]. Zagrożenia bezpieczeństwa systemów zostały zaprezentowane w trzech grupach: związane z postępowaniem człowieka, niezwiązane z postępowaniem człowieka, katastrofy naturalne.

Zaprezentowane podziały zakłóceń pokazują szerokie spektrum i wieloaspektowość niekorzystnych działań, jakie mogą wystąpić w funkcjonowaniu procesów w ekologiiście. Z punktu widzenia funkcji i poziomów zarządzania zakłócenia mogą wynikać z:

- niewłaściwych założeń na potrzeby planowania;
- utraty reputacji i odpowiedzialności społecznej przez zdarzenia wywołujące długotrwałą krytykę ze strony rządu lub ze strony mediów międzynarodowych;
- nieodpowiednich lub zawodnych procesów wewnętrznych, stosowanych technologii przetwarzania, magazynowania i dystrybucji odpadów, działań pracowników;
- zewnętrznych, nieprzewidywalnych działań klientów, dostawców, konkurentów, nowych uczestników rynku, usług substytucyjnych, a także ze zmian w otoczeniu zewnętrznym;
- złych relacji z interesariuszami oraz wynikających z niewłaściwej struktury organizacyjnej systemu delegowania uprawnień i odpowiedzialności oraz braku lub niewłaściwych zasad postępowania pracowników oraz kierowników komórek organizacyjnych;
- z niezgodności z przepisami prawa powszechnie obowiązującego, regulacji wewnętrznych oraz z zobowiązań umownych dotyczących postępowania ze środowiskiem i logistyką, tzn. z ekologiistką;
- nieodpowiedniego poziomu bezpieczeństwa infrastruktury i osób pracujących przy realizacji procesów w ekologiiście;
- niewłaściwego zarządzania zasobami teleinformatycznymi wynikającymi z nieaktualnej i przestarzałej technologii teleinformatycznej oraz brakiem dbałości o bezpieczeństwo informacji.

Zastosowanie modeli matematycznych pozwala na ocenę ilościową zagrożeń, a wykorzystanie technik heurystycznych (w tym oceny ekspertów) pomaga dokonać ich ewaluacji jakościowej.

Niezawodność

Instrumentami skutecznymi regulacji bezpieczeństwa systemów ekologicznych są między innymi niezawodność, która jest związana z nieuszkodzalnością, podatnością obsługową, gotowością. Wymienione pojęcia można zdefiniować [19][20].

- niezawodność – zespół właściwości, które opisują gotowość systemu ekologicznego i wpływają na: nieuszkodzalność (właściwość systemu ekologicznego charakteryzująca jego możliwość do ciągłego zachowania stanu zdolności podczas wykonywania procesów) i podatność obsługową;
- podatność obsługowa – zdolność systemu ekologicznego do funkcjonowania w stanie, do utrzymania lub odtworzenia w danych warunkach eksploatacji stanu, w którym może on wypełnić wymagane parametry (funkcje), przy założeniu że obsługa (użytkowanie) jest przeprowadzona w ustalonych warunkach z zachowaniem ustalonych procedur i środków;
- gotowość – zdolność systemu ekologicznego do utrzymania się w stanie umożliwiającym wypełnienie funkcji w danych warunkach, w danej chwili lub w danym przedziale czasowym, przy założeniu że dostarczone są wymagane środki zewnętrzne.

Niezawodność systemu ekologicznego związana jest ściśle z osiągnięciem głównego celu, który wyrażam w powszechnie stosowana w formule 7W. Obejmuje ona:

- dostarczenie właściwego odpadu do miejsca jego przeznaczenia (np. do spalarni, do utylizacji, do odzysku energii);
- właściwą ilość – odpad powinien być dostarczony w dokładnie takiej ilości, jak klient zamówił;
- właściwy stan – wiąże się z bezpiecznym dostarczeniem odpadu do klienta, mając na uwadze załadunek, rozładunek, transport, zabezpieczenie i opakowanie odpadu;
- właściwościami jakością dostarczanego odpadu, który powinna np. zapewnić racjonalne przetwarzanie, ponowne użycie, recykling;
- właściwe miejsce – odpad powinien być wysłany w miejsce jego dalszego wykorzystania np. do magazynu, do składowiska, do spalarni;
- właściwy czas – dalsze zagospodarowanie powinno zapewnić bezkolizyjne funkcjonowanie gospodarowania odpadami, w tym: zbieranie, transport, przetwarzanie, obrót;

- właściwy koszt zapewniający realizację procesów w ekologii (gospodarowanie odpadami, gospodarkę odpadami) z punktu ekonomicznego i dbałości o środowisko;
- właściwego klienta – odpady powinny być dostarczone dla klienta wskazanego jako odbiorca w zamówieniu.

5. Podsumowanie

Istota rozdziału sprowadza się do systematycznych i ciągłych badań, poprzez poznanie nieznanych lub mało znanych właściwości, cech badanych obiektów, przedmiotów, zdarzeń, procesów, faktów zapewniających pożądaną poziom bezpieczeństwa środowiska naturalnego w kontekście aspektów ekologii. Określenie domen, zagrożeń, organizacyjnych i technicznych funkcjonowania bezpieczeństwa systemu ekologicznego usprawniających realizację funkcji zarządzania w obszarze ochrony środowiska naturalnego pozwala na stwierdzenie, że jest koniecznością włączenie działalności ekologicznej w tworzenie (funkcjonowanie) systemów logistycznych. Należy pamiętać, że w ekologii, należy wykorzystywać nowoczesne narzędzia i instrumenty, zgodnie z duchem Przemysłu 4.0, w budowaniu systemów gwarantujących pewność i niezawodność przepływu strumienia odpadów i informacji w ramach łańcuchów dostaw.

Literatura

- [1] *Statystyka odpadów*, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics/pl, (dostęp: 15.08.2020).
- [2] De Maeyer P., *Niedługo utoniemy w śmieciach. Co się dzieje z odpadami, które produkujemy?*, <https://pl.aleteia.org/> (dostęp: 15.08.2020).
- [3] *Życie śmieci – jak długo rozkładają się odpady?*, <https://esbud.pl>, (dostęp: 15.08.2020).
- [4] Zarzycki R., M. Imbierowicz M., M. Stelmachowski M., (2007), *Wprowadzenie do inżynierii ochrony środowiska. Ochrona środowiska naturalnego*, WNT, Warszawa, s. 375.

- [5] Weber H., Sciubba J.D., *The Effect of Population Growth on the Environment: Evidence from European Regions*, "European Journal of Population" 2019, nr 35(2), pp. 379-402.
- [6] Szymonik A., (2016), *Zarządzanie bezpieczeństwem gospodarczym w systemie bezpieczeństwa narodowego. Aspekty logistyczne*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź.
- [7] Kołodziński E., *Modelowanie systemów bezpieczeństwa*, (2015), [w:] Sienkiewicz P., (red. nauk.), *Inżynieria systemów bezpieczeństwa*, PWE, Warszawa, s. 18.
- [8] *Biała Księga Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, (2013), Warszawa, s. 190.
- [9] Ślaskowski S., (2004), *Bezpieczeństwo ekologiczne Rzeczypospolitej Polskiej*, Akademia Obrony Narodowej, Warszawa, s. 28.
- [10] Żuber M., *Bezpieczeństwo ekologiczne*, Dolnośląska Szkoła Wyższa Wydział Nauk Społecznych i Dziennikarstwa, s. 14, <https://docplayer.pl/> (dostęp: 11.06.2020).
- [11] Szymonik A., (2018), *Ekologistyka Teoria i Praktyka*, Difin, Warszawa.
- [12] Procedura opracowania raportu częściowego (integralna część z arkuszem kalkulacyjnym) do Raportu o zagrożeniach bezpieczeństwa narodowego Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 kwietnia 2010 r. w sprawie Raportu o zagrożeniach bezpieczeństwa narodowego (Dz.U. z 2010 r. nr 83, poz. 540).
- [13] Sienkiewicz P., H. Świeboda H., (2015), *Ryzyko w inżynierii systemów bezpieczeństwa*, [w:] Sienkiewicz P., (red. nauk.), *Inżynieria systemów bezpieczeństwa*, PWN, Warszawa, s. 41.
- [14] Zaskórski P., (2015), *Informacja ciągłości działania determinantą bezpieczeństwa organizacji*, [w:] *Nie-bezpieczny świat. Systemy. Informacja. Bezpieczeństwo*, AON, Warszawa, s. 449.
- [15] Kondratyev K., Krapivin V., Phillips G., (2002), *Global Environmental Change. Modelling and Monitoring*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- [16] Sienkiewicz P., *Teoria i inżynieria bezpieczeństwa systemów*, „Zeszyty Naukowe AON” 2007, nr 1(66), s. 254.
- [17] Szymonik A., (2018), *Inżynieria bezpieczeństwa systemów logistycznych*, Difin, Warszawa.
- [18] Sienkiewicz P., (2015), *Teoria i inżynieria systemów*, [w:] Sienkiewicz P., (red. nauk.), *Inżynieria systemów bezpieczeństwa*, PWE, Warszawa, s. 9.
- [19] Jaroch M., Świdorski A., (2006), *Nieuszkodzalność i obsługiwalność uzbrojenia i sprzętu wojskowego w systemach jakości wg wymagań NATO (AQAP 2110:2003)*, Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia, Rynia, ss. 45, 98.
- [20] Szymonik A., *Niezawodność i podatność obsługowa wyrobów obronnych instrumentami regulacji łańcucha logistycznego*, „Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej” 2008, rok XLIX, nr 1 (172), s. 2.

SAFETY DETERMINANTS OF THE NATURAL DETERMINANTS ANG ECOLOGISTICS

Abstract: *This chapter is thematically related to the current, important problem concerning the safety of two systems: the natural environment and ecology. The first part contains the concepts of environmental safety system analysis, in which important elements determining its effectiveness and practical application are taken into account. After identifying the threats, an algorithm was also shown that allows to prepare a partial report for environmental threats. The next part presents the contribution of ecology to ensuring the desired level of environmental safety. It is possible by ensuring the effective safety of the implemented ecological processes. The author also shows instruments and tools that are important to ensure the safety of the ecological system in practical activities. These include risk management, reliability, identification and division of threats. It should be emphasized that the presented material is a continuation of author's research, which is published in my monographs and articles. Three items should be distinguished: Management of economic safety in the national safety system Logistic aspects (2016), Safety engineering of logistics systems (2016), Ecologistics Theory and Practice (2018), which are closely related to the subject matter of the article.*

Keywords: safety, natural environment, ecology, threats.