

Jacek PIETKUN, Józef SADOWSKI

## KONCEPCJA SYSTEMU BEZPIECZEŃSTWA TERMINAŁA LNG W ŚWINOUJŚCIU

### *Streszczenie*

*W artykule przedstawiono koncepcję systemu bezpieczeństwa, budowanego w Świnoujściu, Terminala LNG. Ten obiekt portowy pozwoli na odbieranie skroplonego gazu ziemnego drogą morską z dowolnego kierunku na świecie, co niewątpliwie przyczyni się do zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego Rzeczypospolitej Polskiej. Treścią artykułu jest charakterystyka terminala LNG w aspekcie współczesnych zagrożeń, sposoby przeciwdziałania tym zagrożeniom oraz matematyczny model systemu bezpieczeństwa Terminala.*

### WSTĘP

Terminal LNG w Świnoujściu, nazywany także **gazoportem** – to budowany obiekt portowy przeznaczony do odbioru (przeładunku) i regazyfikacji skroplonego gazu ziemnego LNG (Liquefied Natural Gas). Skroplony gaz przywożony specjalnymi statkami (tankowcami zw. metanowcami) będzie przetaczany do dwóch zbiorników LNG o nominalnej pojemności 160 tys. m<sup>3</sup>, a następnie poddany regazyfikacji (przywróceniu gazu z postaci skroplonej do postaci gazowej) i przesyłany siecią gazociągów do odbiorców. Budowa terminala i przyłączenie go do sieci przesyłowej ma być zakończona w 2014 r. Początkowa zdolność przeładunkowa terminala ma wynosić 5 mld m<sup>3</sup> rocznie, zaś następnie planowane jest rozbudowanie go do przepustowości 7,5 mld m<sup>3</sup> rocznie.

Powstanie terminala LNG pozwoli na odbieranie skroplonego gazu ziemnego drogą morską praktycznie z dowolnego kierunku na świecie, co przyczyni się do zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego kraju [1].

W założeniu terminal LNG jest bezpieczny dla otoczenia i ludzi. Nie ma możliwości skażenia środowiska. W razie ewentualnego wycieku LNG odparowuje i rozrzedza się w powietrzu. Nowoczesne technologie konstrukcji zbiorników (tzw. "full-containment"- "zbiornik w zbiorniku", specjalne procedury oraz systemy zabezpieczeń zapewniają najwyższy poziom bezpieczeństwa. Na świecie takie zbiorniki LNG powstały w terminalach w Barcelonie (Hiszpania), Zeebrugge (Belgia) czy w Bostonie (USA). Doświadczenia tych miast pokazują, że inwestycje są bezpieczne dla mieszkańców i nie pogarszają warunków ich życia. Obecnie na świecie funkcjonuje 67 terminali LNG. Najwięcej w Japonii – 24 i w Europie - 19 terminali. Planowana jest budowa około 40 instalacji skraplających oraz ponad 60 terminali regazyfikacyjnych do odbioru LNG [2].

Budowa terminalu LNG w Świnoujściu jest wzorowana na oddanym do użytku w 2004 roku terminalu LNG w Zalsines (Portugalia).

## **1. CZY TERMINAL LNG I ZACHODZĄCE W NIM PROCESY FAKTYCZNIE SĄ BEZPIECZNE?**

Bezpieczeństwo terminala LNG jest problemem bardzo istotnym, decydować bowiem może o życiu wielu ludzi i możliwości strat materialnych o ogromnej wartości. Bezpieczeństwo terminala LNG nierozdzielnie związane jest z możliwością jego utraty, a możliwość utraty z ryzykiem wystąpienia sytuacji wpływających negatywnie na całokształt funkcjonowania obiektu (obiektu portowego z infrastrukturą lądową, lądowo-morską i morską). Bezpieczne i bezawaryjne funkcjonowanie terminala LNG winno być domeną przewoźników LNG, użytkowników gazowców, a także organów nadzorujących działalność zasadniczą terminala LNG.

Bezpieczeństwo stanowi podstawowe kryterium zarówno przy projektowaniu i konstrukcji gazowców, jak i naziemnej struktury odpowiadającej za wyładunek, magazynowanie, regazyfikację i dalszą dystrybucję gazu. Terminale LNG oprócz funkcjonalności winny spełniać surowe wymogi w zakresie bezpieczeństwa pożarowego, szczelności stref zastrzeżonych, sterylności oraz możliwości swobodnej ewakuacji z tych stref w sytuacji zagrożenia.

W terminalach LNG stosuje się zaawansowane systemy elektroniczne, które wspomagają ochronę i działania służb operacyjnych. Systemy te – zintegrowane w jednym centrum operacyjnym – kontrolują dostęp do stref zastrzeżonych i dostarczają wiele informacji o całym obiekcie.

Działalność terminali LNG wybranych państw Europy Zachodniej oraz USA (ze szczególnym uwzględnieniem portugalskiego gazoportu Zalsines) w dziedzinie bezpieczeństwa obejmuje ochronę przed tzw. aktami bezprawnej ingerencji oraz ratownictwo.

## **2. CHARAKTERYSTYKA TERMINALA LNG JAKO OBIEKTU ZAGROŻENÍ**

Działalność terminala LNG z punktu widzenia bezpieczeństwa można rozpatrywać w trzech obszarach:

I obszar: obsługa ruchu statków - gazowców – zabezpieczenie wejścia i wyjścia do i z portu, cumowanie, obsługa – wyładunek LNG.

II obszar: przesył surowca (LNG) z gazowca do infrastruktury magazynującej LNG (zbiorniki kriogeniczne).

III obszar: regazyfikacja i dalsza dystrybucja metanu w postaci gazowej.

Pomimo tego, iż w każdym obszarze wystąpić mogą zagrożenia innego typu, konsekwencje tych zagrożeń (uszkodzenie infrastruktury technicznej odpowiadającej za transport oraz magazynowanie LNG, wyciek LNG, rozprzestrzenienie surowca, eksplozja) mogą być podobne. W pierwszym obszarze wystąpić mogą zagrożenia związane są z ruchem statków (kolizja z innym statkiem, przeszkodą, wejście na mieliznę, rozerwanie poszycia statku, uszkodzenie - rozerwanie zbiorników (LNG)). Obszar drugi i trzeci ze względu na infrastrukturę odnosi się bezpośrednio do ochrony obiektu portowego przed aktami bezprawnej ingerencji (pożar, sabotaż, zamachy bombowe).

Terminal LNG musi być przygotowany do efektywnego przeciwdziałania wymienionym zagrożeniom i nie dopuszczać do ich powstania, a w sytuacjach kryzysowych – po zaistnieniu zdarzenia – odpowiednio reagować, neutralizując powstałe zagrożenia. Dlatego też, zapewnienie bezpieczeństwa w obszarze terminala gazowego LNG realizowane musi być przez całą dobę i w każdych warunkach, gdzie w całodobowej dyspozycji czuwać muszą wyspecjalizowane służby, których zadaniem jest ochrona i obrona terminala LNG oraz sprawne uruchomienie i przeprowadzenie skutecznej akcji ratowniczej po zaistnieniu zdarzenia.

W obszarze LNG statystyka zdarzeń o znaczeniu szczególnym [4] wskazuje na to, iż ponad 80% wypadków i katastrof związana jest z błędem człowieka.

Uwzględniając fakt, iż organizowany na terenie Świnoujścia terminal LNG jest pierwszą tego rodzaju inwestycją w Polsce, szereg rozwiązań odnoszących się do reagowania w sytuacji szeroko pojętego „kryzysu” może być realizowana analogicznie do działań służb operacyjnych neutralizujących ustalony stan zagrożenia w obiektach portowych dyslokowanych w Polsce m.in. w portach Szczecin i Świnoujście (obiekt portowy – port do przeładunku LPG w Szczecinie oraz obiekt portowy - port handlowy Świnoujście). Doświadczenia z przedsięwzięć neutralizujących stany kryzysowe w terminalach gazowych LNG państw Europy Zachodniej oraz USA ze względu na ograniczenia dostępu – jawności, w niniejszym artykule nie mogły być brane pod uwagę).

Badania w zakresie reagowania kryzysowego w obiektach portowych portów Szczecin i Świnoujście dowodzą, iż w sytuacji wypadku lub katastrofy analogicznie w obszarze terminala LNG do akcji wkraczać będą wyspecjalizowane jednostki Straży Pożarnej, Policji, Straży Granicznej oraz służby medyczne, rozpoczynając działania ratownicze.

W tym samym czasie Służba Ochrony Obiektu Portowego powiadamia Oficera Ochrony Obiektu Portowego (PFSO – Port Facility Security Officer). W dalszej kolejności PFSO wraz z podległymi służbami (CSO – Company Security Officer, SSO – Ship Security Officer) uruchamia „akcję kryzysową”, powiadamiając osoby funkcyjne, lokalny ośrodek zarządzania kryzysowego (w sytuacji terminala LNG w Świnoujściu - Wydział Zarządzania Kryzysowego w Świnoujściu) i zewnętrzne jednostki Państwowej Straży Pożarnej, Pogotowia Ratunkowego, Policji, Straży Granicznej oraz Służbę Celną.

W zależności od rozwoju sytuacji na Stanowisku Kierowania formuje się Zespół Koordynujący. Dowódcą akcji ratowniczej jest Komendant Straży Pożarnej, a Koordynatorem Działań, Kierownik Zespołu Koordynującego działania jednostek ratowniczych, służb operacyjnych, osób funkcyjnych, a także wszystkich jednostek działających na terenie obiektu portowego – terminala LNG oraz jednostek zewnętrznych biorących udział w akcji.

Całość przedsięwzięć winna być ujęta w „Planie ochrony Portu”, „Planie ochrony obiektu portowego” oraz w „Planie ochrony statku” który jest jednym z podstawowych dokumentów dotyczących bezpieczeństwa, obowiązujących w każdym porcie i obiekcie portowym.

### **3. OCHRONA TERMINALA LNG PRZED AKTAMI BEZPRAWNEJ INGERENCJI**

Każdy terminal LNG jest obiektem, który w sposób szczególny narażony może być na wszelkiego typu akty terrorystyczne, zamachy bombowe itp. Zakładać należy, iż przyczyn takiego stanu rzeczy może być wiele, do najważniejszych z nich można zaliczyć:

- 1) możliwość oddziaływania na uwarunkowania (relacje społeczno-polityczne) w skali mikro - makro (RP);
- 2) gazowiec jako środek transportu LNG narażony może być na działania definiującego statek w kategoriach obiektu zamachu (zatopienie) lub narzędzia terroru celowo wywołującego określone skutki (eksplozja, eskalacja zniszczeń);
- 3) pomimo różnic co do skutków hipotetycznego zamachu na struktury magazynujące LNG zakładać należy, iż skuteczny zamach bombowy na gazowiec, zbiorniki kriogeniczne lub pozostałą infrastrukturę obiektu portowego – terminala LNG pociągać może za sobą wiele ofiar i olbrzymie straty materialne.

W sytuacji zaistnienia aktu bezprawnej ingerencji, działania służb operacyjnych, osób funkcyjnych, jednostek działających na terenie terminala LNG oraz specjalnych grup antyterrorystycznych powinny być ujęte w szczegółowym planie postępowania na wypadek aktów bezprawnej ingerencji np. „Planie Ochrony terminala LNG przed aktami bezprawnej

ingerencji” , który podobnie jak „Plan Ochrony Obiektu Portowego” jest podstawowym dokumentem obowiązującym w każdym obiekcie portowym.

W Planie Ochrony Obiektu Portowego są również procedury postępowania po otrzymaniu informacji o podłożeniu ładunku bombowego.

Zgodnie z ustawą o ochronie żeglugi i portów morskich [3] wprowadzenie wyższych stanów zagrożenia wiązać się może z ograniczeniem lub wstrzymaniem ruchu statków (w otoczeniu terminala), ewakuacją terminala LNG oraz innymi działaniami, które pociągać za sobą mogą bardzo duże koszty.

Pomimo tego, iż statystyka wypadków i katastrof LNG pokazuje wyjątkowo duży zapas bezpieczeństwa (w historii LNG infrastruktura LNG jak również gazowce jak do tej pory nie były obiektem zamachu) informacja o zagrożeniu bombowym może się zdarzyć i może wywoływać określone, negatywne skutki (np. informacje fałszywe mające na celu wywołanie zakłóceń w ruchu statków i spowodowanie przerw w normalnym funkcjonowaniu terminala LNG).

Analiza i ocena sytuacji kryzysowej oraz zakwalifikowanie zagrożenia do określonej kategorii polegać może na udzieleniu odpowiedzi według określonego algorytmu, dotyczących lokalizacji obiektu zamachu bombowego, charakterystyki ładunku bombowego, osoby informatora lub organizacji terrorystycznej, stanu ochrony terminala LNG, a także sytuacji politycznej i gospodarczej państwa wraz z sytuacją ekonomiczną i prawną.

Prowadzone badania naukowe sugerują potrzebę opracowania problemu w postaci programu informatycznego oraz utworzenia programu analizy ryzyka i oceny zagrożenia terminala LNG. Posiadając aktualne dane o uwarunkowaniach politycznych, sytuacji przewoźnika i stanu ochrony portu – po wprowadzeniu danych dotyczących informatora (osoby informującej o groźbie zaistnienia sytuacji kryzysowej: podłożenie ładunku wybuchowego, działaniach dywersyjnych – sabotażowych, itp.) oraz lokalizacji ładunku bombowego i jego charakterystyki – program błyskawicznie zakwalifikuje zagrożenie do odpowiedniej kategorii, ułatwiając w ten sposób pracę PFSO oraz np. powołanego „Zespołu ds. Analizy Ryzyka i Oceny Zagrożenia” działającego w warunkach permanentnego deficytu czasowego.

#### **4. SYSTEM OCHRONY TERMINALA LNG**

W celu zapewnienia bezpieczeństwa infrastrukturze terminala LNG, pracownikom, służbom ochrony oraz zabezpieczenia gazowców konieczne jest stosowanie wysoko efektywnych systemów ochrony. Ochrona fizyczna przez funkcjonariuszy Służby Ochrony terminali LNG, Policji i Straży Granicznej musi być wspomagana przez środki techniczne w postaci systemów elektronicznych.

Podstawowym warunkiem efektywności systemu ochrony jest jego integracja tak, aby zapewnić kontrolę stanu bezpieczeństwa całego obiektu w jednym centrum, z którego przekazywać można polecenia wykonawcze dla służb ochrony obiektu portowego w celu natychmiastowego przeciwdziałania.

Elektroniczne podsystemy ochrony wykorzystywać powinny lokalną sieć komputerową systemu bezpieczeństwa jako medium transmisji danych.

Do tej sieci mogą być podłączone takie podsystemy, jak:

- 1) kontroli dostępu,
- 2) antywłamaniowe,
- 3) telewizji dozorowej,
- 4) ochrony statków,
- 5) ochrony ogrodzenia,
- 6) ochrony bram wjazdowych,
- 7) kontroli bezpieczeństwa,

- 8) rejestracji informacji o obiekcie portowym,
- 9) monitoringu pojazdów na terenie i w pobliżu terminala LNG,
- 10) zarządzania miejscami postoju dla punktów odbioru LNG i inne.

Integracja wszystkich wymienionych podsystemów ochrony w jednym centrum operacyjnym jest rozwiązaniem warunkującym sprawność działania nie tylko w sytuacji kryzysu. Bazą całego systemu ochrony jest sieć komputerowa, która synchronizować będzie współpracę poszczególnych podsystemów i jednocześnie tworzyć będzie bazę danych.

Poszczególne urządzenia elektroniczne w systemie ochrony terminala LNG powinny mieć budowę modułową, tak by wraz z postępem technicznym można było ją niezależnie rozbudowywać.

Słowo „system” [5] używane jest bardzo często w mowie potocznej, lecz nie zawsze zdajemy sobie sprawę z jego właściwego znaczenia. Jedną z definicji tego pojęcia brzmi w sposób następujący: „**System to zbiór elementów i relacji między nimi**” lub system - **S** jest to zbiór współdziałających ze sobą elementów - **E**, stanowiący celowo zorientowaną jedną całość. Oznacza to, że elementy systemu posiadające pewne własności lub atrybuty - **A**, znajdują się w określonych relacjach - **R**, (związkach, współdziałaniach) między sobą. Matematycznie możemy zapisać to jako:

$$S = (E, A, R), E = [E_1, \dots, E_n], A = [A_1, \dots, A_n], R = [R_1, \dots, R_n] \quad (1)$$

Relacje między elementami, ich współzależność i współdziałanie, nastawione są na wykonanie określonej funkcji. W skład systemu wchodzi podsystemy i elementy, przy czym podsystem można traktować jako element wtedy, gdy nie uwzględnia się jego struktury wewnętrznej. Przykładem może być System Telewizji Użytkowej, którego podstawowe elementy to kamery telewizyjne, monitory i układy sterowania. Każde z wymienionych urządzeń to złożony podsystem, który w swoich rozważaniach możemy traktować jako element większego systemu, nie uwzględniając jego struktury wewnętrznej. Wzajemne relacje, oddziaływanie elementów na siebie powoduje, że efekt pracy systemu nie jest prostą sumą działania poszczególnych jego elementów, podobnie jak niezawodność systemu nie jest prostą sumą niezawodności poszczególnych jego elementów.

Najbardziej złożone, a zarazem interesujące są **systemy antropotechniczne**, w których jednym z elementów jest człowiek, a drugim urządzenie techniczne – maszyna. Modelowym przykładem takiego obiektu jest system „*Kapitan statku – Statek*”. Występuje bardzo duże wzajemne oddziaływanie – interakcja między człowiekiem, a maszyną (osobą kierującą statkiem a statkiem). Do badania takiego systemu konieczna jest znajomość nie tylko zasad funkcjonowania urządzenia technicznego, ale również znajomość fizjologii i psychiki człowieka, a w szczególności jego działania w sytuacjach ekstremalnych i w stresie.

Para antropotechniczna *człowiek-maszyna* jest szczególnym przypadkiem szerszego pojęcia, jakim jest **system socjotechniczny**, w którym grupa ludzi wykonuje wspólne zadanie, wykorzystując do tego celu zespół urządzeń technicznych.

**Bezpieczeństwo** jest pojęciem pierwotnym, w związku z czym trudno definiowalnym. Jest pojęciem wieloznacznym i wieloaspektowym, w którym brak jest jasnych i jednoznacznych definicji. Dzieje się tak między innymi dlatego, iż jest to raczej „stan i proces”, a nie wartość o stałych i niezmiennych desygnatach

W języku potocznym funkcjonują dwa terminy – *ochrona (osłona) i bezpieczeństwo (ang. safety and security)*, które często traktowane są jako synonimy.

1. Ochrona (osłona) to właściwość systemu (obiektu) wyrażająca jego przystosowanie do utrzymania stanu bezpieczeństwa.
2. *Bezpieczeństwo* oznacza stan systemu, charakteryzujący się brakiem zagrożenia - katastrofą.

Systemowe podejście do problemów bezpieczeństwa pozwala rozpatrywać wszystkie elementy układu – w tym człowieka – jako składniki pewnej całości, a nie jako elementy niezależne. Stąd bezpieczeństwo systemu antropotechnicznego lub socjotechnicznego nie jest prostą sumą bezpieczeństwa człowieka i niezawodności maszyny. Socjotechniczne systemy bezpieczeństwa występują w takich obiektach, w których występuje duże zagrożenie np. w elektrowniach jądrowych, gdzie bezpieczeństwo jest dozorowane w sposób ciągły w celu dostarczenia informacji o bieżącym jego stanie, a zwłaszcza o każdej zmianie tego stanu, z dostatecznie małą zwłoką czasową.

Modelowanie bezpieczeństwa systemu antropotechnicznego lub socjotechnicznego polega na opisanu tego systemu przy pomocy układu równań matematycznych. Każdy model matematyczny jest tym „lepszy”, a tym samym bardziej użyteczny, im dokładniej opisuje rzeczywistość.

Model matematyczny systemu bezpieczeństwa przydatny jest do określania jego aktualnych stanów tj. diagnozowania bezpieczeństwa systemu oraz określania jego stanów przyszłych, czyli prognozowania zagrożenia.

## 5. WARIANT SYSTEMU BEZPIECZEŃSTWA TERMINAŁA LNG

Ochrona terminala LNG polega na zapewnieniu bezpieczeństwa pracownikom terminala LNG, załogom gazowców, statkom transportującym LNG oraz infrastrukturze terminala LNG. Za ochronę odpowiedzialne są służby ochrony terminala LNG (w przypadku terminala LNG w Świnoujściu - Policja, Straż Graniczna, Służba Ochrony Terminala LNG) oraz służby operacyjne.

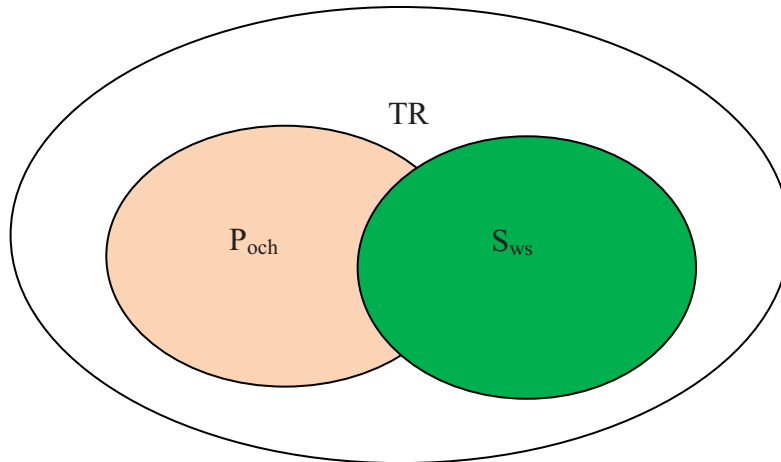
Wymienieni stanowią zespół ludzi, który do wykonania zadania, ochrony obiektu portowego – terminala LNG wykorzystuje wspomagające urządzenia i systemy elektroniczne takie, jak: kontrola dostępu, telewizja użytkowa, system antywłamaniowy, ochrona statków, ochrona ogrodzenia zewnętrznego, ochrona bram wjazdowych, system monitoringu pojazdów na terenie i w pobliżu terminala LNG oraz zarządzanie miejscami postoju dla punktów odbioru LNG.

Mamy więc do czynienia ze swoistym systemem socjotechnicznym, którego działalność zależna jest od codziennej działalności terminala LNG. Powstały w ten sposób system można nazwać „*Bezpieczeństwem terminala LNG (BT)*”. W jego skład wchodzi trzy obiekty: pracownicy ochraniający ( $P_{och}$ ), elektroniczne urządzenia wspomagające ochronę terminala LNG ( $S_{ws}$ ) oraz terminal LNG (TR) stanowiący środowisko, w którym system funkcjonuje (rys.1.)

W tej postaci system „*Bezpieczeństwo terminala LNG*” nadaje się do tego, aby stworzyć jego model matematyczny tzn. opisać przy pomocy równań matematycznych elementy wchodzące w skład systemu i ich wpływ na bezpieczeństwo, uwzględniając wzajemne relacje między nimi. System można opisać przy pomocy równań ekonometrycznych lub stworzyć informatyczny model oparty na sieci neuronowej.

Bezpieczeństwo terminala LNG jest funkcją następujących elementów:

- bieżącej działalności terminala LNG (BDT), analiza ruchu statków,
- działalności pracowników ochraniających,
- sprawności i użyteczności elektronicznych urządzeń wspomagających ochronę terminala LNG,
- czynników zewnętrznych – niezależnych, takich jak sytuacja polityczna i gospodarcza państwa, sytuacja ekonomiczna i prawna itp.



**Rys. 1** System socjotechniczny „Bezpieczeństwo terminala LNG (BT)”  
 TR – terminal LNG,  $P_{och}$  – personel ochrony,  
 $S_{ws}$  – systemy wspomagające.

Zależność tę można zapisać w postaci ogólnej następująco:

$$BT = f(BDT, P_{och}, S_{ws}, C_n), \quad (2)$$

gdzie:  $f$  - postać analityczna funkcji.

Zmienną zależną (zwaną objaśnianą) jest tutaj Bezpieczeństwo terminala LNG (BT), a zmiennymi niezależnymi (zwanymi objaśniającymi) są: bieżąca działalność terminala (BDT), działalności personelu ochrony ( $P_{och}$ ), sprawności systemów wspomagających ochronę terminala LNG ( $S_{ws}$ ) oraz czynników zewnętrznych ( $C_n$ ).

Oznaczmy odpowiednio:

- 1) zmienną zależną BT przez  $Y$ , a jej kolejne obserwacje  $y_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ),
- 2) zmienną niezależną  $BDT$  przez  $X_1$ , a jej kolejne obserwacje  $x_{i1}$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ),
- 3) zmienną niezależną  $P_{och}$  przez  $X_2$ , a jej kolejne obserwacje  $x_{i2}$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ),
- 4) zmienną niezależną  $S_{ws}$  przez  $X_3$ , a jej kolejne obserwacje  $x_{i3}$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ),
- 5) zmienną niezależną  $C_n$  przez  $X_4$ , a jej kolejne obserwacje  $x_{i4}$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ).

Wartości zmiennej zależnej zapiszemy w postaci wektora:

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ y_i \\ \cdot \\ \cdot \\ y_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

a wartości zmiennych niezależnych w postaci macierzy:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{im} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nj} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Zależność zmiennej  $Y$  (Bezpieczeństwo terminala LNG) od zmiennych  $X_1, X_2, X_3, X_4$  określić można w postaci modelu ekonometrycznego, którego ogólna postać jest przedstawiona w następującej postaci:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4, \varepsilon). \quad (5)$$

W zapisie tym symbol  $f$  oznacza postać analityczną funkcji zmiennych niezależnych, która jest określona w trakcie budowy modelu. Symbol  $\varepsilon$  oznacza tzw. *Czynnik losowy* modelu ekonometrycznego. Jeśli postać analityczna funkcji ma charakter liniowy, wtedy model ekonometryczny można zapisać w sposób następujący:

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \alpha_3 X_3 + \alpha_4 X_4 + \varepsilon. \quad (6)$$

Parametry modelu:  $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  podlegają oszacowaniu (estymacji). Po oszacowaniu parametrów model przyjmuje postać:

$$\hat{Y} = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \alpha_3 X_3 + \alpha_4 X_4, \quad (7)$$

gdzie:  $\hat{Y}$  – wartości teoretyczne zmiennej zależnej  $Y$  obliczone z oszacowanego modelu,  $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  – oceny parametrów.

Model matematyczny systemu bezpieczeństwa terminala LNG (*BT*) – może być użyteczny do:

- dozоровania bezpieczeństwa terminala LNG, tj. diagnozowania aktualnego stanu bezpieczeństwa w sposób ciągły,
- prognozowania zagrożenia, tzn. tworzenia diagramów zagrożeń terminala LNG,
- analizy sytuacji i oceny zagrożenia, po otrzymaniu informacji o podłożeniu ładunku bombowego.

## PODSUMOWANIE

Ze względu na znaczenie w ujęciu systemowym RP, terminal LNG, może się przyczyniać się do zacieśnienia więzi gospodarczych z innymi państwami, co przynosić wymierne korzyści dla miasta i województwa, zaś sam terminal LNG stanowi element strategiczny warunkujący rozwój nie tylko makroregionu. Jest to więc bardzo ważny i cenny obiekt, posiadający strategiczne znaczenie.

Należy dążyć do tego, aby wszyscy pracownicy terminala LNG i jednostek operujących na terenie obiektu portowego znali zagrożenia jakie mogą wystąpić, byli świadomi z konsekwencji zaistnienia sytuacji kryzysowych jak również posiadali niezbędną wiedzę w przeciwdziałaniu powstałym zagrożeniom. Powinni oni na co dzień aktywnie współdziałać



w zakresie ochrony przed aktami bezprawnej ingerencji a także ratownictwa, tworząc jeden socjotechniczny system bezpieczeństwa terminala LNG.

## BIBLIOGRAFIA

1. <http://www.polskielng.pl/?id=866>
2. <http://www.rynek-gazu.cire.pl/st,43,292,tr,37,0,0,0,0,0,terminal-lng.html>
3. Ustawa z dnia 4 września 2008 r. o ochronie żeglugi i portów morskich, Dz.U. z 2008 r. nr 171, poz. 1055.
4. Szczelina M., *Katastrofy naturalne i cywilizacyjne. Zagrożenia i reagowanie kryzysowe*. Opracowanie zbiorowe, Wrocław 2006.
5. Por. Bertalanffy, L. von, *Ogólna teoria systemów. Podstawy, rozwój, zastosowania*. PWN, Warszawa 1984; Penc J. *Leksykon biznesu*. AW Placet, Warszawa 1997; Encyklopedia Powszechna. PWN Warszawa 1976, T4, s.337.
6. Molenda J., *Gaz ziemny. Paliwo i surowiec*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1996.

# THE SWINOUJSCIE LNG TERMINAL SECURITY CONCEPT

### *Abstract*

*The article presents the concept of security system, built in Swinoujscie LNG terminal. The port facility will allow you to receive liquefied natural gas by sea practically from any direction in the world, which will increase the country's energy security. The article is a description of the LNG terminal in terms of contemporary threats, ways to counter these threats, and a mathematical model of terminal security system.*

### *Autorzy:*

mgr inż. Jacek Pietkun – Wojsko Polskie  
dr hab. Józef Sadowski – prof. nadzw. WSZOP