

Andrzej SZYMANEK¹

ZASADA „GŁĘBOKIEJ OBRONY” A ZARZĄDZANIE BEZPIECZEŃSTWEM TRANSPORTU

W referacie przedstawiono koncepcję wykorzystania „filozofii głębokiej obrony” (Defence-in-Depth-Philosophy, DDP) w zarządzaniu bezpieczeństwem transportu. Chodzi o zaprojektowanie takich wielokrotnych barier (zapór) bezpieczeństwa, że naruszenie którejkolwiek z nich jest wykrywane na lokalnym poziomie zabezpieczenia systemu - a więc wcześniej, co ma kluczowe znaczenie dla redukcji ryzyka wypadków transportowych i redukcji potencjalnych strat.

Chodzi tutaj o bariery i zabezpieczenia techniczne, proceduralne i organizacyjne na wszystkich poziomach zarządzania brd. Takie systemy zabezpieczeń są stosowane w przemysłowych instalacjach wysokiego ryzyka.

Wydaje się, że filozofia DDP szerzej nie stosowana w zarządzaniu bezpieczeństwem transportu – mogłaby znacznie zmniejszyć ryzyko strat w tej branży.

USE OF “DEFENCE-IN-DEPTH-PHILOSOPHY” TO ROAD TRANSPORT SAFETY MANAGEMENT

In the paper is presented the conception of usage the “Defence-in-Depth-Philosophy “ (DDP) in management of road safety transport. The reason is designing such multiple safety barriers, that breach of any of them is discovered at local level of safety system, so early, what has key meaning for risk reduction of transport accidents and reduction of potential losses.

It is all about barriers and technical, procedural and organization protection at all levels of safety traffic road management. Such systems of protection are used in industrial installation of high risk.

It seems that no use of Defence-in-Depth-Philosophy in road transport management could efficiently reduce risk of losses in that branch.

1. WSTĘP

Zarządzanie bezpieczeństwem, to rodzaj zarządzania systemowego, czyli zarządzania przez cele. Przyjmując zasadę „głębokiej obrony” – można zdefiniować cztery główne cele i grupy metod zarządzania bezpieczeństwem w transporcie:

1. minimalizacja ryzyka wypadków transportowych; metody profilaktyki bezpieczeństwa;

¹ Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29.
Tel: + 48 48 361-77-61, Fax: + 48 48 361-77-24
E-mail: a.szymanek@pr.radom.pl

2. minimalizacja liczby wypadków transportowych; aktywne metody poprawy bezpieczeństwa;
3. minimalizacja skutków wypadków transportowych; pasywne metody poprawy bezpieczeństwa;
4. minimalizacja skutków katastrof transportowych; metody zarządzania kryzysowego.

Powyższe cele wyznaczają etapy zarządzania bezpieczeństwem w transporcie. Na każdym z tych etapów zarządzania powinny być opracowane metody, procedury i technologie minimalizowania ryzyka wypadków transportowych. Wszystkie razem mają tworzyć łańcuch wielokrotnych barier bezpieczeństwa.

2. ZINTEGROWANE ZARZĄDZANIE RYZYKIEM W SYSTEMACH TRANSPORTU

Zarządzanie bezpieczeństwem odbywa się poprzez zarządzanie ryzykiem, które można interpretować jako ważną i mierzalną charakterystyką bezpieczeństwa systemu. Ta zasada dotyczy także systemów transportu.

Głównym celem analizy ryzyka w transporcie jest: „*opracowanie racjonalnych podstaw do podejmowania decyzji dotyczących unikania strat, które mogą wystąpić w dowolnym miejscu, na dowolnym poziomie zarządzania w konkretnym systemie transportu. Decyzje takie stanowią jeden ze składników procesu zarządzania ryzykiem, którego pierwszym etapem jest analiza ryzyka, a której efektem jest oszacowanie wielkości ryzyka*”, [1]. Bez solidnej analizy ryzyka nie jest możliwa jego ocena i kontrola; szczególnie w systemach transportowych, które są systemami wielkimi i złożonymi, ponadto mają strukturę „rozproszoną”. Analiza ryzyka w transporcie polega na identyfikacji prawdopodobieństw strat, które mogą być efektem realizacji procesów roboczych systemu transportowego: procesów ruchu, procesów ładunkowych, procesów sterowania. Ponadto należy analizować ryzyko powstania strat w otoczeniu transportu, przede wszystkim w środowisku naturalnym. W szerszym aspekcie należy mówić o ryzyku logistycznym, przede wszystkim o ryzyku w łańcuchach dostaw, [2].

Obiecujące dla zarządzania bezpieczeństwem transportu jest „procesowe podejście do systemu transportowego”. Zgodnie z nim jakiegokolwiek działalności transportowej można przypisać trzy procesy podstawowe, [3]:

1. proces kształtowania infrastruktury transportowej: a. planowanie infrastruktury; b. realizacja infrastruktury; c. eksploatacja infrastruktury;
2. proces realizacji usług transportowych;
3. proces kreowania polityki transportowej.

Współrealizacja tych trzech procesów składa się na funkcjonowanie systemu transportowego. Realizacji każdego z tych procesów towarzyszą „ryzyka funkcjonalne”, czyli ryzyka niepożądanych zmian tych procesów. Ponadto występują „ryzyka strukturalne”, związane z zagrożeniami pochodzącymi od elementów i relacji tworzących strukturę systemu. Tak więc ryzyka strukturalne są związane z niepożądanymi zmianami struktury systemu transportowego. Dla dowolnego systemu transportowego byłyby to: czynnik ludzki (C), środek transportu (ŚT), infrastruktura transportowa (IT), otoczenie bliższe (O); normy, przepisy, procedury (N), [4].

Wymienione tutaj cztery główne cele zarządzania bezpieczeństwem w transporcie drogowym są realizowane na różnych poziomach (warstwach) zarządzania oraz dla

różnych podsystemów transportu drogowego (tzw. obszarów oddziaływania i wpływu). Oto jedna z możliwych propozycji warstw i obszarów zarządzania bezpieczeństwem w transporcie drogowym, tab.1.

Tab. 1. Poziomy i obszary zarządzania bezpieczeństwem w transporcie drogowym

Lp.	Poziomy zarządzania	Obszary oddziaływania i wpływu			
		Człowiek	Pojazd	Droga	Otoczenie
1.	Instytucje i organizacje międzynarodowe	X	X	X	X
2.	Władze wspólnot międzypaństwowych	X	X	X	X
3.	Władze centralne	X	X	X	X
4.	Urzędy i instytucje centralne	X	X	X	X
5.	Samorządy regionalne i lokalne	X		X	X
6.	Zarządy drogi			X	X
7.	Zarządy transportu	X	X	X	X
8.	Fabryki pojazdów i urządzeń		X		
9.	Przewoźnicy	X	X		
10.	Operatorzy	X			

X – obszar analizy występujący na analizowanym poziomie zarządzania

Źródło: [1, Tab.7.1, s. 281]

Każdemu poziomowi zarządzania bezpieczeństwem w transporcie drogowym odpowiadają właściwe dla niego cele, zadania i horyzonty zarządzania. Ponadto dla każdego z tych poziomów zarządzania właściwe są:

1. różny zakres danych;
2. różny stopień dokładności analiz i ocen ryzyka;
3. różne metody analizy i oceny ryzyka.

Charakterystykę poziomów 1 – 10 zawiera praca , [1, s.280-282].

Analiza ryzyka w transporcie drogowym wymaga wiarygodnej identyfikacji potencjalnych zagrożeń. Wybór metody identyfikacji zagrożeń i analizy ryzyka jest pierwszym momentem krytycznym w procedurze oceny ryzyka. Nie ma jednego kryterium wyboru metod do tego służących, a sam wybór jest zależny od wielu czynników, m. innymi: celu i zakresu analizy ryzyka, preferencji i doświadczenia zespołu prowadzącego analizę, dostępności wyników analiz analogicznych obiektów (zwanymi czasami obiektami odniesienia). Jeżeli chodzi o transport, to takich bezpośrednich obiektów odniesienia nie mamy. Godne polecenia jest by identyfikacja źródeł zagrożenia w systemach transportu była prowadzona za pomocą kilku wybranych metod. Wybór właściwej metody analizy ryzyka jest bardziej „sztuką” niż „nauką”.

W zintegrowanych analizach bezpieczeństwa transportu znajdują zastosowanie metody, które opierają się na uniwersalnej podstawie filozoficzno-metodologicznej. Są to między innymi:

BA (Barrier Analysis) – analiza barierowa: jakościowa metoda identyfikująca bariery przeciwdziałające powstawaniu wypadków, uszkodzeń i obrażeń. Znalazła zastosowanie w analizach ryzyka w branży chemii przemysłowej, energetyce jądrowej, a także transporcie kolejowym i drogowym.

BSA (Black Spot Analysis) - analiza czarnych punktów: polega na identyfikowaniu i przydzielaniu zasobów tam gdzie są one najbardziej obniżone. Ten typ zadania w zarządzaniu bezpieczeństwem można spotkać w każdym miejscu każdego rodzaju transportu.

3. **BTA** (Bow-Tie Analysis) - analiza „związanej kokardy”: jej celem jest poprawa relacji między specjalistami od rozpoznawania zagrożeń w systemie, a ekspertami od szacowania konsekwencji wynikających z tych zagrożeń. Lewa kokarda węzła Bow-Tie pokazuje zagrożenia, a prawa - wskazuje konsekwencje. Węzeł Bow-Tie konstruuje się tak, by „zbliżenie do ryzyka” był minimalne lub niemożliwe.

Propozycję doboru metod dla zintegrowanej analizy ryzyka w transporcie przedstawiono w pracy [1, tab. 7.3, s. 294-295]. Wybór metody był uzależniony od poziomu zarządzania bezpieczeństwem transportu.

3. ZASADA „GŁĘBOKIEJ OBRONY”: INTERPRETACJE I ZASTOSOWANIA W ZARZĄDZANIU BEZPIECZEŃSTWEM TRANSPORTU

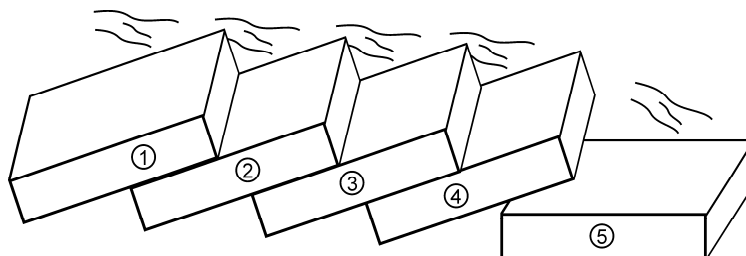
Zasada „głębokiej obrony” nakazuje tworzenie łańcuchów zabezpieczeń fizycznych, technicznych, proceduralnych i organizacyjnych, które zaprojektowane dla dużego systemu Człowiek – Technika - Środowisko znacznie poprawiają jego bezpieczeństwo. Zaprojektowanie w systemie wielokrotnych barier (zapór) bezpieczeństwa powoduje, że naruszenie którejkolwiek z nich jest wykrywane na lokalnym poziomie zabezpieczenia systemu. Kolejne ogniwa łańcucha zabezpieczeń system projektowane wedle zasady „głębokiej obrony”, to [5]:

1. „wyposażenie procesu”, czyli bezpieczne technologie, bezpieczne procedury – ich rolą jest prowadzenie procesu w sytuacji normalnej;
2. systemy bezpieczeństwa – ich rolą jest realizowanie akcji ochronnej w przypadku pojawienia się zakłóceń procesu;
3. bariery bezpieczeństwa – ich rola polega na powstrzymaniu (spowolnieniu) rozwoju sekwencji wypadku;
4. strefy bezpieczeństwa – mają na celu ograniczenie skutków wypadku.

Zasadę „głębokiej obrony” wykorzystuje się do kontroli ryzyka w przemysłowych instalacjach chemii procesowej. Stosowanie tej zasady polega na analizowaniu tzw. niezależnych warstw zabezpieczeń (Layer of Protection Analysis, LOPA) oraz stosowaniu zasad bezpieczeństwa naturalnego, [6]. Zasadę „głębokiej obrony” stosuje się również w zarządzaniu bezpieczeństwem funkcjonalnym urządzeń – w oparciu o przepisy normy IEC61508 oraz normy sektorowej IEC61511 (dla przemysłu procesowego).

Zasada „głębokiej obrony” stanowi, że konieczne jest zapewnienie kompensacji możliwych zagrożeń i zdarzeń z powodu awarii urządzeń i błędów ludzkich. Zasada ta uznaje potrzebę rezerwowania poszczególnych podsystemów w taki sposób by w razie ich uszkodzenia zastępowały je „aktywne” systemy bezpieczeństwa.

Zasada „głębokiej obrony” jest widoczna także wśród niektórych teorii powstawania wypadków. Rozważmy na przykład „teorię łańcucha zdarzeń” tzw. „teorię domino”, rys. 1. Zgodnie z tą teorią istnieje pięć czynników (etapów) każdej sekwencji wypadku. Patrząc na rysunek widzimy, że kiedy upadnie kostka (3), na pewno wydarzy się (4), oraz, że jeśli (1) i (2) nie upadną, to (4) wciąż może się zdarzyć, oraz to, że (1) i (2) nie mogą wpłynąć na (4) bez pośrednictwa (3). Tylko powstrzymanie (3) może zapobiec wypadkowi, [7]. Tworząc lokalne bariery dla (1), (2), (3) można zmniejszać prawdopodobieństwo wypadku.



Rys.1. Schemat teorii domina: (1) niezawodność operatora ; (2) błąd operatora; (3) niebezpieczne zachowanie; (4) wypadek; (5) zranienia

Z zasady „głębokiej obrony” wynika stosowanie pięciu linii prewencji w profilaktyce wypadków, [8]:

1. Bezpieczne zachowania oraz antycypacja zagrożenia.
2. Zapobieganie wypadkowi przez ochronę obiektu. Rozróżnia się tutaj:
 - a. osobiste środki ochrony; b. ogólne i zbiorowe środki ochrony (ogrodzenia, bariery); c. zachowania improwizujące; d. bezpieczeństwo produktu (product safety); e. ochrona produktu (product protection), np. ochrona rzeczy przed zniszczeniem z zewnątrz.
3. Ograniczanie strat po zaistnieniu wypadku (limitacja strat); przykłady: plany ewakuacji, telefony do straży pożarnej, policji etc.
4. Szybkie przywracanie sprawności systemu w celu zmniejszenia strat.
5. Przywracanie pełnej sprawności systemu (rewalidacja).

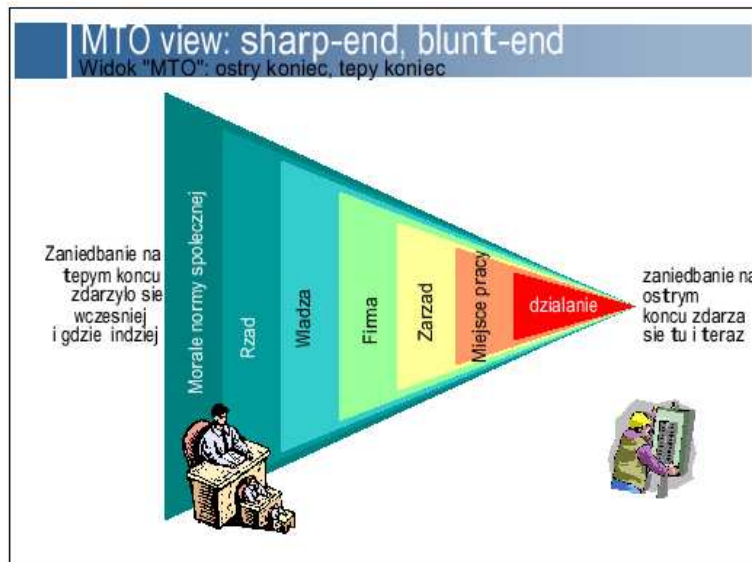
Zasada „głębokiej obrony” jest także obecna w amerykańskiej koncepcji powstawania i analizy wypadków metodą MORT (*Managment Oversight Risk Tree*). Metoda określa warunki konieczne dla powstania wypadku jako pojawienie się zagrożenia (np. zbyt wysokiego poziomu energii) przy jednoczesnym nie zadziałaniu barier ochronnych (fizycznych, proceduralnych) i braku informacji alarmowych [9]:

A oto inny przykład rozumienia zasady „głębokiej obrony” . Można go dostrzec w tzw. modelu „tępy koniec – ostry koniec” (blunt-end – sharp-end model). Model ten służy do identyfikacji dwóch grup czynników, rys. 2:

- działających „tu i teraz” (np. działania będące ostatnią przyczyną wypadku);
- czynników odległych w czasie i przestrzeni (przeniesionych): czynniki lokalne, zarządzanie, regulacje prawne, działania rządu, normy moralne i społeczne.

Model stosowano między innymi w zarządzaniu ryzykiem funkcjonalnym [10].

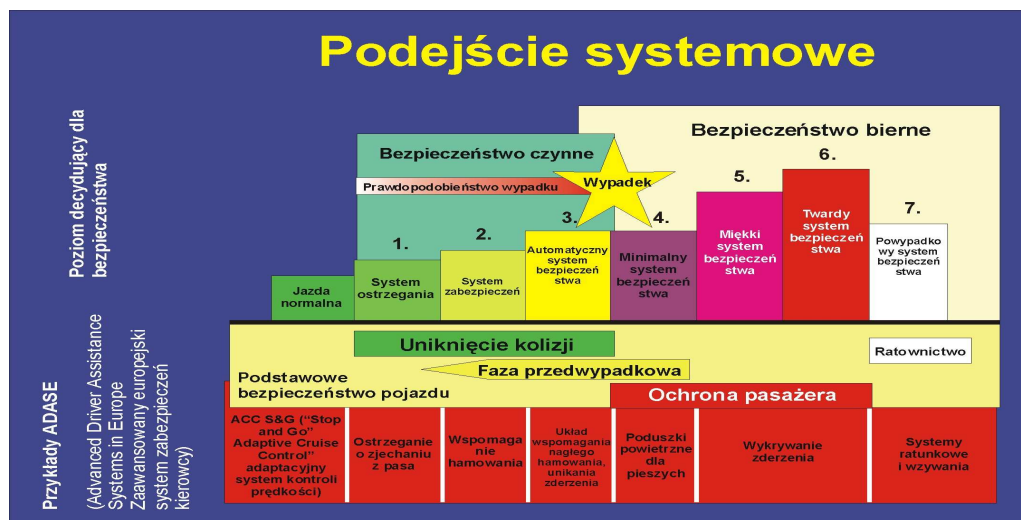
Kolejne „plastry” trójkąta na rys. 2 reprezentują poziomy zarządzania bezpieczeństwem. Każdy z tych poziomów zarządzania ma wpływ na ryzyko wypadku w systemie, tyle tylko że wpływ ten może być bardziej odległy w czasie i przestrzeni („tępy koniec”) i bardziej „tu i teraz” („ostry koniec”). Zasada „głębokiej obrony” nakazuje unikania błędów i stosowania środków obrony – jak najwcześniej, od strony tępego końca.



Rys. 2. Model „tępy koniec – ostry koniec”, [11]

Jak wynika z powyższych interpretacji - zasada „głębokiej obrony” jest na tyle uniwersalna, że może być wykorzystana do opracowania wielopoziomowych systemów zabezpieczeń dla trzech głównych procesów roboczych dowolnego systemu transportu: 1 procesów ruchu, 2 procesów sterowania ruchem, 3 procesów ładunkowych.

Na rysunku 3 pokazane jest zastosowanie zasady „głębokiej obrony” do projektowania systemów bezpieczeństwa współczesnego samochodu.



Rys. 3. Zasada głębokiej obrony a konstrukcja systemów bezpieczeństwa współczesnego samochodu, [12]

Te systemy tworzą wielokrotny łańcuch barier bezpieczeństwa samochodu i chronią w każdej z 3 podstawowych faz jazdy:

- fазie jazdy normalnej (np. zaawansowane systemy asystujące i wspomagające kierowcę, ADAS, czy adaptacyjne systemy kontroli prędkości, ACC);
- fазie przed-wypadkowej (systemy bezpieczeństwa aktywnego);
- fазie wypadku (systemy bezpieczeństwa pasywnego);
- fазie powypadkowej (systemy ratunkowe, np. system automatycznego powiadomienia o wypadku, ratownictwo drogowe techniczne i medyczne).

4. BARIERY BEZPIECZEŃSTWA

Wśród różnych modeli aplikowanych do zarządzania bezpieczeństwem są modele barier. Są one najczęściej zaliczane do modeli epidemiologicznych i energetycznych. Centralnym pojęciem jest tutaj „bariera”, która może:

- chronić przed niebezpiecznym działaniem lub zdarzeniem (bariera prewencyjna);
- chronić przed negatywnymi skutkami działań lub zdarzeń (bariera bezpieczeństwa);
- minimalizować konsekwencje na większym obszarze i w dłuższym czasie (strefa, granica bezpieczeństwa).

W tabeli 2 podano typy znanych barier bezpieczeństwa.

Tab.2. Typy barier bezpieczeństwa, [13]

bariery	funkcje bariery	przykłady
Materialne, fizyczne	Hamujące	Ściany, płoty, bariery drogowe, zbiorniki, zawory
	Ograniczające	Pasy bezpieczeństwa, klatki
	Rozpraszające	Poduszki powietrza, spryskiwacze
Funkcjonalne	Prewencyjne – urządzenia	Zamki, hamulce, blokady
	Prewencyjne- oprogramowanie	Hasła, kody, logika
	Przeszkody	Odległość, opóźnienie, synchronizacja
Symboliczne	Przeciwdziałające	Kodowanie funkcji, plakietki, ostrzeżenia
	Regulujące	Instrukcje, procedury
	Wpływające	Znaki, sygnały, alarmy
	Zezwalające	Pozwolenia, przepustki
	Komunikujące	Akceptacja, komunikaty
Niematerialne	Monitorowanie	Monitoring, nadzór
	Zalecanie	Zasady, przepisy prawne, restrykcje

Wybrane składniki oceny jakości barier bezpieczeństwa przedstawiono w tab. 3.

Tab. 3. Ocena jakości barier bezpieczeństwa, [11]

□ ocena jakości barier				
	fizyczne	funkcjonalne	symboliczne	niematerialne
efektywność	w	w	ś	n
niezawodność	ś-w	ś-w	n-ś	n
koszty	ś-w	ś-w	ś	n

w- wysoka; ś – średnia; n - niska

5. BARIERY BEZPIECZEŃSTWA A KULTURA BEZPIECZEŃSTWA

Istnieje związek pomiędzy poziomem bezpieczeństwa, a kulturą bezpieczeństwa. Kulturę organizacyjną tworzy zbiór charakterystycznych dla danej organizacji norm, wartości i przekonań, do których pracownicy się stosują i które wyznaczają sposób życia jednostek i grup w organizacji, [14].

Kultura bezpieczeństwa jest elementem kultury organizacyjnej. Stanowi ona wytwór indywidualnych i grupowych wartości, postaw, kompetencji i wzorów zachowań, które determinują zaangażowanie w działania związane z zarządzaniem bezpieczeństwem oraz wpływają na styl i skuteczność tego zarządzania, [15]. W każdej organizacji na kulturę bezpieczeństwa składa się zbiór czynników psychologicznych, społecznych i organizacyjnych, związanych z systemem zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy, zachowaniami pracowników, a także ich cechami indywidualnymi.

W świetle powyższych definicji można mówić również o barierach bezpieczeństwa w kontekście kultury bezpieczeństwa. W tab. 4 przedstawiono ogólne definicje poziomów kultury bezpieczeństwa. Trzy pierwsze poziomy same w sobie są barierami, ale w znaczeniu „przeszkodami” - w osiągnięciu wysokiego poziomu bezpieczeństwa organizacji. Wydaje się, że ten schemat ogólny można adaptować również dla transportu, niezależnie od jego rodzaju i specyfiki. Organizacyjny oraz instytucjonalny aspekt transportu jest faktem i nie sposób pominąć problemów z zakresu kultury bezpieczeństwa w zarządzaniu ryzykiem w tej branży.

Tab. 4. Poziomy kultury bezpieczeństwa organizacji, [11]

Poziomy kultury bezpieczeństwa	
patologiczny	Nie mamy poczucia odpowiedzialności za bezpieczeństwo dopóki nikt nas nie kontroluje lub nie ma wypadku
reagujący	Martwimy się o bezpieczeństwo, ale nic nie robimy
kalkulujący	Kalkulujemy szanse wypadku na podstawie tego, co się ostatnio źle zdarzyło
aktywny	Analizujemy ryzyko stosując zasadę ex ante, czyli aktywnie szacujemy ryzyko zajścia wszystkich ewentualnych zdarzeń niepożądanych i strat
kreacyjny	Wszyscy (zarządzający i zwykli pracownicy) jesteśmy zaangażowani w poprawę bezpieczeństwa. Bezpieczeństwo jest „częścią nas samych”.

6. PODSUMOWANIE

Zasada „głębokiej obrony”, to interpretacja jednej z ważnych zasad bezpieczeństwa. Zgodnie z nią – każdy system działania należy „wyposażyć” w łańcuch wielokrotnych zabezpieczeń fizycznych, technicznych, proceduralnych i organizacyjnych, które znacznie poprawiają jego bezpieczeństwo. Naruszenie którejkolwiek z barier bezpieczeństwa systemu jest wykrywane na lokalnym poziomie zabezpieczenia tego systemu. Zasada „głębokiej obrony” nakazuje stosowanie środków obrony – jak najwcześniej - na wysokich poziomach zarządzania bezpieczeństwem systemu, czyli takich, których wpływ na poziom

ryzyka strat w systemie wydaje się bardziej odległy w czasie i przestrzeni. Ma to związek z kulturą bezpieczeństwa.

Zasada „głębokiej obrony” powinna być znacznie szerzej wykorzystana w zarządzaniu bezpieczeństwem transportu.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] *Zintegrowany system bezpieczeństwa transportu*. Tom II. *Uwarunkowania rozwoju integracji systemów bezpieczeństwa transportu*. Praca zbiorowa, red. R. Krystek. Podrozdz. 7.3.3. Szymanek A, *Integracja metod analizy ryzyka*, s. 289-295. WKŁ, Warszawa, 2009, s. 289; [ISBN 978-83-206-1760-3, seria 978-83-206-1742-9]
- [2] Szymanek A: *Ryzyko logistyczne z perspektywy badawczej „Nauki o Bezpieczeństwie”*. V Konferencja Naukowo-Techniczna. Logistyka. Systemy Transportowe. Bezpieczeństwo w Transporcie. Szczyrk, 23 – 25 kwietnia 2008 + publ. CD – LOGISTYKA, maj 2008
- [3] Downar W: *Założenia procesowego podejścia do systemu transportowego*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: TRANSPORT z. 58, nr kol. 1688, 2005
- [4] A. Szymanek: *Identyfikacja i dobór metod zarządzania ryzykiem na poszczególnych poziomach zadań transportu drogowego*. Nr zadania: 017386. Zadanie 1: Analiza i propozycje zastosowania metod analizy ryzyka dla poszczególnych warstw systemu transportu drogowego. Materiał roboczy dla projektu ZEUS; Radom-Gdańsk, wrzesień 2009
- [5] Rasmussen J: *Safety research and the technological development*. Proceedings of 1st World Congress on Safety Science. Köln 1990. Teil 1, pp. 371-372
- [6] Pasmán H. J: *Safety will save costs, but how much is the question!* In: Progress in Safety Science and Technology. Proceedings of the 98th International Symposium on Safety Science and Technology. Ed. Zeng Qingxuan et al. Beijing/New York 1998, p. 371-372
- [7] Heinrich H.W: *Industrial accidents prevention: A scientific approach*. New York, McGraw-Hill Book Co, 1936
- [8] van Wijk G.L.M., *The accident process: a system model. Towards a science of systems in Eufunction: Eutychology*. Proceedings of the Ninth World Congress on the Prevention of Occupational Accidents and Diseases, 6 – 9 May 1980, Amsterdam, pp. 509, 511
- [9] Karczewski J.T., *System komputerowej analizy wypadków przy pracy ISA-PL*. Warszawa, Centralny Instytut Ochrony Pracy, 1993
- [10] Pietrzak L: *Badanie wypadków przy pracy - modele i metody*. Centralny Instytut Ochrony Pracy - Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2004
- [11] E. Hollnagel: *Systems Safety and Control Risk*. CSE-LAB-Cognitive Systems Engineering Laboratory Management, 2004
- [12] Blosseville J.M: *ACROS, the French Research Project on Driver Assistance Functions*. LIVIC Laboratory, France 2004
- [13] Hollnagel E: *Barrier Analysis and Accident Prevention*. Human – Technology Integration Colloquium Series, Air Forces Research Laboratory Finland, 2002
- [14] Penc J: *Strategie zarządzania*. Warszawa, Agencja Wydawniczo-Poligraficzna "PLACET" 1994
- [15] Cooper D: *Improving safety culture. A practical guide*. John Wiley & Sons Ltd. 1998