

BORKOWSKI Przemysław¹

HAZOP jako narzędzie kontroli ryzyka w infrastrukturze transportu

WSTĘP

Hazard and Operability Analysis (HAZOP) jest techniką rozpoznania ryzyka, która bada zagrożenia dotyczące problemów operacyjnych związanych z funkcjonowaniem infrastruktury technicznej. HAZOP bazuje na założeniu, że ryzyko wynika ze zdarzeń, które nie przebiegają zgodnie z założeniami, poszukuje ryzyka w odchyleniach od funkcji celu. Początkowe aplikacje HAZOP dotyczyły niemal wyłącznie zastosowań przemysłowych. Procedury HAZOP wyewoluowały z narzędzi kontroli wewnętrznej i dotyczyły, w pierwotnej formie, ocen gotowych obiektów infrastrukturalnych pod kątem możliwych zagrożeń eksploatacyjnych. Wprowadzone zostały, aby wyeliminować ewentualne problemy związane z bezpieczeństwem, przepisami ppoż., utrzymaniem standardu technicznego wykonania itp. Aktualnie istnieje wiele wariantów technik analizy ryzyka wywodzących i opierających się na HAZOP. Niektóre z tych rozwiązań mogą być wykorzystane dla potrzeb oceny ryzyka w infrastrukturze transportu. Celem artykułu jest zatem ocena przydatności istniejących narzędzi praktycznych służących przeprowadzaniu studiów HAZOP dla potrzeb oceny ryzyka w inwestycjach w infrastrukturze transportu. Ocena ta dokonana została poprzez analizę istniejących procedur dla poszczególnych technik HAZOP i zbadanie możliwości ich aplikacji w fazie planowania, budowy, utrzymania i użytkowania, odnow i likwidacji infrastruktury. Warto zaznaczyć, że większość funkcjonujących metod rozpoznania i oceny ryzyka w infrastrukturze transportu koncentruje się na jego ocenie przed i w trakcie realizacji projektu i odnotować trzeba niedostatek podobnych procedur w fazie eksploatacji infrastruktury. Wnioski z przeprowadzonej oceny różnych technik HAZOP wskazują, że jest to narzędzie pozwalające, przynajmniej częściowo, wypełnić tę lukę.

1. RYZYKO W INFRASTRUKTURZE TRANSPORTU

Ocena ryzyka w infrastrukturze transportu jest działaniem standardowym w fazie inwestycyjnej procesu tworzenia nowej infrastruktury. W fazie tej ocena ryzyka jest wymuszana przez regulacje prawne, ma także duże znaczenie dla ustalenia efektywności planowanej inwestycji.

Ryzyko w inwestycji infrastrukturalnej może jednak pojawiać się także na innych etapach jej „cyklu życia”. W szczególności długotrwale przejawiać się będzie w fazie operacyjnej, która w zależności od rodzaju obiektu infrastrukturalnego może obejmować od kilku do kilkunastu lat. Istniejące metody oceny ryzyka skupiają się na fazie przedinwestycyjnej, fazie realizacji samej inwestycji. Wynika to z krótkiej perspektywy czasowej ułatwiającej ocenę i zadań stawianych przed analizą ryzyka. W przypadku faz przedinwestycyjnej i inwestycyjnej chodzi o odpowiedź na pytanie, czy inwestycja będzie zrealizowana zgodnie z harmonogramem i czy będzie zrealizowana w ramach zaplanowanych kosztów. Są to pytania kluczowe z punktu widzenia pozyskiwania funduszy na realizację projektów. Nie bez znaczenia jest też fakt, że ryzyko w fazie inwestycyjnej rodzi bardzo dotkliwe skutki. Jego realizacja przekreśla często możliwość ukończenia budowy infrastruktury. Natomiast faza operacyjna nie generuje ryzyka (z pewnymi wyjątkami – ryzykiem prowadzącym do natychmiastowego zniszczenia obiektu – ryzykiem zawalenia, wybuchu itp.) o tak radykalnym wymiarze. Charakterystyczne jest dla niej rozciągnięcie ryzyka w czasie i jego stosunkowo długa kumulacja. W fazie operacyjnej wyróżnić można typowe elementy ryzyka: ekonomiczne (w tym zwłaszcza niedostatecznych przychodów), bezpieczeństwa, techniczne, personelu, zdarzeń losowych czy siły wyższej.

¹ Katedra Badań Porównawczych Systemów Transportowych, Wydział Ekonomiczny, Uniwersytet Gdański, Armii Krajowej 119/121, 81-811 Sopot.

Kluczowe z punktu widzenia możliwości użytkowania infrastruktury staje się to ryzyko, które bezpośrednio wpływa na jakość i bezpieczeństwo wykorzystania infrastruktury transportowej oraz na zapewnienie nieprzerwanego dostępu do infrastruktury, a więc i zapewnienia nieprzerwanego świadczenia usług transportowych. Na te elementy największy wpływ mają te składowe ryzyka, które bezpośrednio wpływają na stan techniczny infrastruktury. Są to najczęściej ryzyko zdarzeń losowych i siły wyższej, bezpieczeństwa i techniczne. Jednocześnie ich skutki pociągają za sobą określone koszty, dlatego wtórnie wpływać mogą na wzrost ryzyka ekonomicznego.

Dla zarządcy infrastruktury kluczowym jest więc znalezienie narzędzia umożliwiającego identyfikację i pomiar tego typu ryzyka. Rozwiązaniem sprawdzonym i charakteryzującym się dużą elastycznością umożliwiającą aplikację w zakresie badania infrastruktury w różnych gałęziach transportu jest procedura HAZOP.

2. TEORETYCZNE PODSTAWY HAZOP

Procedura HAZOP opiera się na teoretycznych podstawach teorii systemów. W jej świetle istotne są przede wszystkim konsekwencje realizacji ryzyka określone pewnym prawdopodobieństwem. Ryzyko będzie więc iloczynem siły oddziaływania powodującej określone negatywne konsekwencje i prawdopodobieństwa ich materializacji. W zależności od jego skutków mówić można o ryzyku dopuszczalnym i niedopuszczalnym. Stwierdzenie, iż ryzyko jest dopuszczalne oznacza w istocie jego akceptację, iż niedopuszczalne, implikuje, że należy je ograniczać. W tym kontekście za kluczowe dla rozpoznania ryzyka należy uznać trzy problemy [8]:

- co może się stać,
- jak prawdopodobne jest, iż się to stanie,
- jeśli to się stanie, to jakie będą konsekwencje?

Na tej podstawie można oszacować ryzyko danego systemu. Odpowiedź na powyższe pytania uzyskuje się poprzez analizę możliwych, ale skończonych w sensie liczebności scenariuszy. Im większa jest liczba rozpatrywanych wariantów, tym większa szansa, że dokonane przybliżenie przestrzeni probabilistycznej możliwych zdarzeń będzie trafnie reprezentowało rozkład zdarzeń w całej przestrzeni.

Analizując problem od strony praktycznej, np. szacując ryzyko w infrastrukturze, należy, po pierwsze wziąć pod uwagę, że możliwe do przeanalizowania scenariusze zdarzeń są zawsze ograniczone, zatem kluczowym jest właściwy ich dobór – dlatego ważna jest selekcja właściwego zespołu ekspertów proponujących scenariusze. To założenie jest także obecne w HAZOP. Po drugie, należy się wystrzegać budowania możliwych scenariuszy jedynie jako powtórzeń scenariuszy historycznych, bowiem przyszłe wydarzenia nie są idealnym odbiciem przeszłych. HAZOP również opiera się na każdorazowo budowanych od nowa scenariuszach. Po trzecie, im więcej jest w zbiorze scenariuszy z mało wiarygodnym szacunkiem prawdopodobieństwa, tym wynik analizy ryzyka jest mniej pewny. Z tego powodu postulować należy (i na tej przesłance opiera się koncepcja HAZOP) aby uwzględniać w analizie ryzyka jedynie te prawdopodobieństwa, które dotyczą zdarzeń, na które dany system jest wrażliwy [3]. Rozpatrywany jest więc ten fragment przestrzeni zdarzeń, który ma znaczenie, zaś elementy, które nie mają istotnego wpływu na ryzyko, jeśli nie zostałyby wykluczone z analizy, zakłócałyby jej wynik.

Wrażliwość systemu na ryzyko w konsekwencji dotyczy jedynie tej części ryzyka, która może wpłynąć negatywnie na system. System zatem może być wrażliwy na pewne zdarzenia (i jest to wówczas ryzyko) i niewrażliwy na inne. Wówczas, pomimo iż występują czynniki ryzyka, samego ryzyka nie ma [7]. Podejście to jest jednak niekompletne, bowiem zgodnie z nim wrażliwość systemu na ryzyko jest jego immamentną cechą wynikającą tylko i wyłącznie z wewnętrznych uwarunkowań. Tymczasem w praktyce zidentyfikować można czynniki zewnętrzne, które oddziałują na globalny poziom ryzyka danego systemu. To prowadzi do konieczności uzupełnienia oceny o identyfikację zagrożeń (ang. threats). W myśl teorii systemów zagrożenia są postrzegane jako celowe działania, które mogą zaburzyć funkcjonowanie systemu [4]. Mechanizm HAZOP wykorzystuje właśnie ocenę odchyleń od stanu pożądanego na skutek działania czynników wewnętrznych i zewnętrznych. Dla

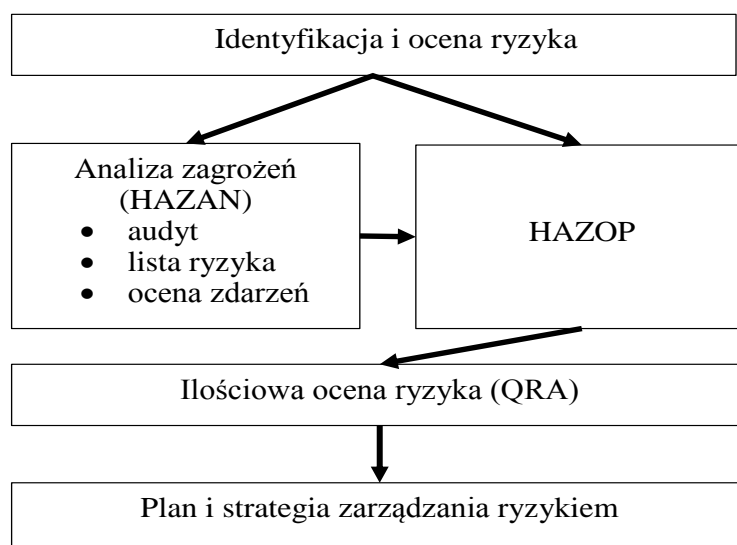
określenia połączonego efektu obu rodzajów zdarzeń używa się terminu zaburzenia (ang. disturbances) lub perturbacje (ang. perturbations). Istotnym będzie więc sprawdzenie, co może się stać gdy wystąpi zaburzenie, jak prawdopodobne jest, że efekty zaburzenia się ujawnią, gdy dojdzie do zaburzenia i jakie będą konsekwencje ujawnionych zaburzeń. Takie podejście jest podstawą do oceny ryzyka technicznego, ryzyka awarii, wreszcie służyć może badaniu odchylenia od założeń a więc analizie funkcji celu, które to badanie stanowi kwintesencję wszystkich systemów oceny ryzyka wywodzących się z HAZOP.

3. PROCEDURA HAZOP W BADANIU RYZYKA INFRASTRUKTURY TRANSPORTU

Procedura HAZOP służy przeglądowi i kontroli stanu danego obiektu czy procesu za pomocą zaprogramowanego algorytmu działania. Technika HAZOP jest techniką jakościową, ale jednocześnie jest to technika indukcyjna, oparta na analizie z „dołu do góry”. HAZOP może być wykonywana indywidualnie – dla pojedynczych obiektów czy procesów, ale także w odniesieniu do zbiorów procedur czy złożonych instalacji. Może być przeprowadzona na każdym etapie „życia” obiektu. HAZOP wykonywana powinna być w oparciu o wiedzę i doświadczenie zespołu eksperckiego. Technika bazuje na przekonaniu, że grupa specjalistów z różnych dziedzin w czasie wspólnych posiedzeń uzyska lepsze rezultaty analizy problemu niż pojedyncza osoba.

W ramach HAZOP dzieli się badany pod kątem ryzyka obiekt lub proces na elementy składowe lub etapy. Dla każdego fizycznego elementu wyznacza się zbiór charakterystycznych parametrów opisujących jego stan optymalny. W przypadku oceny procesów, analogicznie wyznacza się optymalny sposób realizacji działania. Następnie dokonuje się oceny każdego elementu pod kątem odchylenia od optimum. W celu oceny odchylenia zespół stara się znaleźć możliwe przyczyny, określić zależność stanu od stanów poprzedzających lub od zidentyfikowanych czynników wpływu.

Liderem zespołu eksperckiego powinna być osoba o dużym doświadczeniu praktycznym – w aplikacji dla infrastruktury transportu, specjalista z zakresu zarządzania infrastrukturą transportu. Jednocześnie osoba ta nie powinna bezpośrednio odpowiadać za harmonogram i koszty realizacji inwestycji infrastrukturalnej ani za efektywność ekonomiczną jej późniejszego użytkowania. Członkowie zespołu eksperckiego powinni być specjalistami z różnych dziedzin związanych z funkcjonowaniem infrastruktury. Specjaliści ci nie powinni być służbowo zależni od przewodniczącego zespołu. Sukces zastosowania techniki jest w dużej mierze zależny właśnie od umiejętności ekspertów oceniających ryzyka (w HAZOP przypisuje się im akronim SME – Subject Matter Experts). Miejsce HAZOP w ogólnym schemacie identyfikacji i oceny ryzyka w infrastrukturze zobrazowano na rysunku 1.



Rys. 1. Miejsce HAZOP w systemie identyfikacji i oceny ryzyka [opracowanie własne]

Proces rozpoznania ryzyka prowadzony jest równolegle na podstawie procedur HAZOP i działań typowych dla analizy zagrożeń – HAZAN (ang. Hazard Analysis) takich jak audyty, listy ryzyka czy procedury oceny zdarzeń (np. skutków awarii). Jednocześnie HAZOP może wykorzystywać raporty powstające w ramach analizy zagrożeń jako dane wejściowe do przeprowadzenia oceny ryzyka. Ocena ta jest przeprowadzana zgodnie z wybranym wariantem procedury HAZOP stosowanym w danym podmiocie. Zidentyfikowane w sposób jakościowy w ramach HAZOP ryzyko jest następnie poddawane ocenie ilościowej - QRA (ang. Quantitative Risk Analysis). Finalnie, na tej podstawie, formułowane są plan i strategia zarządzania ryzykiem.

Typowe informacje wejściowe zbierane dla potrzeb oceny za pomocą HAZOP w odniesieniu do aplikacji w infrastrukturze transportu to:

- schematy przepływu materiałów, osób, pojazdów,
- schematy przepływu informacji,
- schematy P&ID (ang. piping and instrumentation diagrams),
- charakterystyki materiałów,
- charakterystyki obiektów,
- dokumentacje i instrukcje obsługi elementów infrastruktury,
- rysunki budowlane,
- rysunki rozmieszczenia urządzeń infrastruktury i wspomagających,
- instrukcje stanowiskowe i procedury postępowania,
- normy.

Natomiast rozszerzenie procedury HAZOP w kierunku uwzględniania elementów ekonomicznego rachunku kosztów wymaga uzupełnienia informacji o dane o kosztach użytkowania infrastruktury. Na koszty te składają się koszty operacyjne, odnów i utrzymania. Biorąc za przykład infrastrukturę transportu drogowego należy ocenić odchylenia dla funkcji celu zdefiniowanych dla działań typowych dla powyższych kategorii. Będą to: dla kosztów operacyjnych - utrzymanie przepustowości, dla kosztów odnów - przywrócenie infrastruktury do stanu wyjściowego, dla kosztów utrzymania - zapobieganie pogarszaniu się stanu infrastruktury [1, s. 57].

Badanie ryzyka za pomocą procedur HAZOP polega na wyznaczaniu odchylenia od funkcji celu. Odchylenia te wyznaczane są jakościowo za pomocą metod opisowych. W pierwszym etapie tego procesu wyznaczany jest stan pożądany – optymalny, który jest funkcją celu. Stan ten wynika najczęściej z specyfikacji technicznej, z charakterystyk standardu infrastruktury itp. Przykładowo w zakresie oceny stanu nawierzchni infrastruktury drogowej w Polsce stosowane są cztery stany. Zgodnie z klasyfikacją SOSN (System Oceny Stanu Nawierzchni wyróżnia się [10, s. 7]:

- A - stan dobry,
- B - stan zadawalający,
- C - stan niezadawalający – planowany zabieg remontowy,
- D - stan zły – niezbędna natychmiastowa interwencja.

Każdy ze stanów może stać się funkcją celu w ramach procedury HAZOP. Oczywiście w większości przypadków jako cel wybierany powinien być stan optymalny (w przypadku infrastruktury drogowej byłby to stan A lub B), jednakże decyzja co do wyboru określonego stanu zależna jest tak naprawdę jedynie od poziomu akceptowalności ryzyka przez decydentów. Jeżeli decydenci w obliczu braku środków finansowych akceptują przejściowe utrzymywanie stanu C lub nawet D, oznacza to, że akceptują podwyższony poziom ryzyka. Ocena parametrów infrastruktury odbywa się wówczas w odniesieniu do funkcji celu zdefiniowanej przez parametry infrastruktury będące w kondycji odpowiadającej danemu stanowi. Dla rozważanego przykładu drogowego zależność ta wygląda jak w tabeli 1.

Tab. 1. Ocena stanu nawierzchni dróg w Polsce w oparciu o SOSN [10, s. 8]

Poziom decyzyjny	Opis
Pożądany	W poziomie pożądanym znajdują się nawierzchnie nowe, odnowione oraz eksploatowane, których stan techniczny nie wymaga planowania w normalnych warunkach przez okres co najmniej czterech kolejnych lat zabiegów remontowych; poziom pożądaný obejmuje dwie klasy stanu nawierzchni: klasy A, która oznacza nawierzchnie w stanie bardzo dobrym oraz klasy B, która oznacza nawierzchnię w stanie zadawalającym.
Ostrzegawczy	Jest to poziom określający stan nawierzchni, w którym uzasadnione jest co najmniej wykonanie szczegółowych badań stanu technicznego w celu wykonania zabiegu poprawiającego stan nawierzchni; poziom ostrzegawczy obejmuje klasę C, która oznacza nawierzchnie w stanie niezadawalającym.
Krytyczny	Jest to poziom określający stan nawierzchni, w którym wymagane jest natychmiastowe wykonanie szczegółowych badań technicznych w celu wykonania zabiegu; poziom krytyczny obejmuje klasę D, która oznacza nawierzchnie w stanie złym.

Dla każdego rodzaju infrastruktury transportowej istnieje szereg podobnych procedur. Warto zauważyć, że ocena ryzyka odbywa się w ramach takich procedur poprzez słowa klucze (w omawianym przykładzie drogowym - pożądaný, ostrzegawczy, krytyczny). Jest to metodologia, która koresponduje ze stosowaną właśnie w HAZOP i wskazuje, jak łatwo wdrożyć do ocen ryzyka w infrastrukturze tą metodę. Typowym bowiem dla HAZOP jest właśnie opisywanie zdarzeń poprzez szereg słów kluczy, które wskazują na zakres odchylenia od normy. Nie istnieje inny standard HAZOP niż angielski i zastosowanie słów kluczy musi opierać się na ich definicji w tym właśnie języku (w przeciwnym razie ocena nie jest uznawana za wiążącą). Typowe oznaczenia odchylen to [2, s. 237]:

- żaden (none) – opisuje brak pożądanego efektu,
- więcej (more of) – więcej niż pożądaný poziom,
- mniej (less of) – mniej niż pożądaný poziom,
- część (part of) – brakujący komponent,
- więcej niż (more than) – dodatkowy niepożądaný element,
- zbyt wcześnie (early) – efekt osiągnięto przedwcześnie,
- zbyt późno (late) – efekt osiągnięto zbyt późno,
- po (after) – zdarzenie zachodzi po innym,
- przed (before) – zdarzenie zachodzi przed innym,
- odwrotnie (reverse) – uzyskanie rezultatu przeciwnego niż zakładany,
- inne(other) - inne odchylenie od normy.

Słowa kluczowe są kwestią umowną, można listę tę modyfikować w zależności od potrzeb konkretnej oceny ryzyka.

4. APLIKACJA TECHNIK HAZOP W INFRASTRUKTURZE TRANSPORTU

Aktualnie funkcjonuje wiele standardów opartych na HAZOP. W tabeli 2 przeprowadzono na podstawie przeglądu procedur każdej z technik, ocenę ich użyteczności dla potrzeb oceny ryzyka w różnych fazach cyklu życia projektu infrastrukturalnego.

Tab. 2. Przydatność technik analizy ryzyka bazujących na HAZOP w ocenie infrastruktury transportu [opracowanie własne na podstawie: 6, s.14-33, 2, s.235]

Technika	Planowanie infrastruktury	Przygotowanie projektu infrastruktury	Budowa infrastruktury	Utrzymanie i użytkowanie infrastruktury	Odnowy i rozbudowy infrastruktury	Likwidacja infrastruktury	Kontrola kosztów
What if?	+	+	++	++	++	++	+
CHA (Concept Hazard Analysis)	++	++	-	-	-	-	+

Safety review	++	-	-	-	-	-	++
PHA (Process Hazard Analysis)	++	+	-	-	-	+	+
FTA (Fault Tree Analysis)	+	++	++	++	++	++	++
CCA (Critical Consequence Analysis)	+	+	++	++	++	++	++
Pre-Hazop	++	+	-	-	-	-	+
FIHI	-	++	++	++	++	++	+
CEX (Critical Examination of Safety Systems)	-	++	++	++	++	+	+
MOSAR (Method Organised Systematic Analysis of Risk)	-	+	++	++	++	+	+
GOFA (Goal Oriented Failure Analysis)	-	+	++	++	++	++	+
Audyt bezpieczeństwa	++	++	++	++	++	++	+
FMEA (Failure Modes, Effects Analysis)	-	++	++	++	++	++	++
FMECA (Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis)	-	++	++	++	++	++	++
MOp (Maintenance and Operability Study)	-	++	++	++	++	++	++
Sneak analysis	-	++	++	++	++	++	+
RBD (Reliability Block Diagram)	-	++	+	+	+	+	+
DEFI	-	++	+	+	+	+	+
SADT (Structured Analysis and Design Techniques)	-	+	-	-	-	-	-
Petri	-	+	-	-	-	-	+
GRAFCET (GRAphe de Commande Etat-Transition)	-	+	-	-	-	-	+
HTA (Hierarchical Task Analysis)	-	++	++	++	++	++	+
AEA (Action Error Analysis)	-	++	++	++	++	++	+
PHEA (Predictive Human Error Analysis)	-	++	++	++	++	++	++
Legenda: ++ bardzo przydatne, + przydatne, - nieprzydatne.							

Dla potrzeb aplikacji procedur HAZOP w ocenie ryzyka w infrastrukturze transportu rozważyć należy jej adekwatność na różnych etapach funkcjonowania infrastruktury. Ocena ta dokonywana może być w zakresie planowania inwestycji, jej przygotowania a następnie realizacji. Technika może być jednak użyteczna również w okresie użytkowania infrastruktury, gdzie badać można ryzyko związane z normalnym wykorzystaniem w fazie operacyjnej, ale także związane z odnowami, rozbudowami czy modernizacjami. Wreszcie za pomocą HAZOP można próbować oceniać ryzyko związane z likwidacją infrastruktury.

Spośród wielu procesów związanych z funkcjonowaniem infrastruktury transportowej, jakie podlegają ocenie pod kątem ryzyka, HAZOP jest najskuteczniejsza w ewaluacji [9, s. 3] :

- specyfikacji technicznej i możliwości spełnienia standardów i celów stawianych przed realizującym projekt,
- bezpieczeństwa w zakresie możliwości przestrzegania i ustanawiania standardów bezpieczeństwa, możliwości wypełnienia norm BHP,

- decyzji lokalizacyjnych w ocenie czy inwestycja jest lokowana tam, gdzie możliwe jest wypełnianie jej funkcji, serwisowanie jej, zaopatrywanie w energię itp.,
- procedur operacyjnych w ocenie zakresu i stopnia przestrzegania określonych w dokumentacji automatyzacji procesów oraz kontroli (interakcji ludzi),
- funkcjonowania urządzeń infrastruktury w różnych warunkach – operacji normalnych, trybie awaryjnym, itd.

Szczegółowa metodologia przeprowadzania oceny ryzyka w ramach HAZOP różni się w zależności od tego, który z opartych na modelu HAZOP standardów wykorzystywany jest w praktyce. Najszersze pole działania dają techniki drzew błędów - FTA, CCA, analizy scenariuszowe (What if?) czy audyty bezpieczeństwa. Nie każda technika jest równie efektywna w ocenie ryzyka w każdej z faz cyklu życia obiektów infrastrukturalnych. Najszerszy wachlarz technik sprawdza się w fazie przygotowawczej inwestycji infrastrukturalnej. Wiele jest jednak dość skutecznych zwłaszcza w fazie operacyjnej w zakresie analizy ryzyka użytkowania infrastruktury. Dla zastosowań w fazie operacyjnej zalecane są zwłaszcza techniki GOFA, PHEA, HTA, MO. Natomiast w zakresie oceny ryzyka związanego z odnowami i modernizacjami dużą popularnością cieszą się zwłaszcza standardy FMEA i FMCEA [5].

Nie wszystkie techniki pozwalają na włączenie do procedury oceny ryzyka aspektu wyceny jego kosztu ekonomicznego. Te, do których najłatwiej zaadaptować elementy ekonomicznej wyceny kosztów realizacji ryzyka w wymiarze monetarnym to: PHEA, FMEA, FMCEA, Mop, CCA, FTA i PHA.

WNIOSKI

Aplikacja technik opartych na koncepcji HAZOP w infrastrukturze transportu pozwala na ulepszenie procesu identyfikacji ryzyka. Do podstawowych zalet tych metod należą dobrze wypracowane algorytmy oceny ryzyka pozwalające w systematyczny sposób szacować zagrożenia i możliwe scenariusze ryzyka. Techniki te na tle innych systemów oceny ryzyka wyróżniają się tym, że dobrze identyfikują ryzyko wynikające z zachowań ludzkich i błędów przez nich popełnianych. Pozwalają także na identyfikację ryzyka niekwantyfikowalnego wprost, trudnego do wyizolowania czy prognozowania, bowiem techniki te opierają się na analizie stanów (prowadzonej metodami jakościowymi) a nie numerycznej. Co więcej, procedury HAZOP nie nakładają na użytkowników konieczności precyzyjnego szacowania prawdopodobieństwa wystąpienia danego, obciążonego ryzykiem, zdarzenia.

Jednakże HAZOP nie może być używany zamiast innych technik identyfikacji i oceny ryzyka. Jest to raczej narzędzie uzupełniające, które do działania wymaga danych wejściowych, które czerpie z klasycznego instrumentarium rozpoznania ryzyka (audyt, lista ryzyka). Również wyniki HAZOP muszą być dalej przełożone na skonkretyzowany plan działań ograniczających ryzyko (plan i strategię zarządzania ryzykiem). W procedurach HAZOP brak automatycznych instrumentów redukcji ryzyka. Implementując HAZOP na polu zarządzania ryzykiem w infrastrukturze transportowej należy mieć na uwadze, iż oryginalne techniki HAZOP zostały zaprojektowane w celu rozpoznawania zagrożeń o charakterze technicznym i procesowym. Zatem stosowane bez modyfikacji dadzą odpowiedź na pytanie o poziom ryzyka w odniesieniu do kwestii bezpieczeństwa, trwałości infrastruktury itp. Aby jednak uzyskać kluczowe z punktu widzenia ekonomii szacunki skutków ekonomicznych ryzyka, należy procedury te wzmocnić modułem analizy kosztów zagrożeń, co jest możliwe jedynie w odniesieniu do wybranych technik HAZOP.

Streszczenie

Artykuł podejmuje problem skutecznego zarządzania niektórymi rodzajami ryzyka towarzyszącymi funkcjonowaniu inwestycji infrastrukturalnych z wykorzystaniem metod opartych na HAZOP (ang. Hazard and Operability Analysis). Większość aktualnie używanych metod identyfikacji i oceny ryzyka koncentruje się na fazie przed oraz fazie realizacji projektu infrastrukturalnego. Wdrożenie technik bazujących na HAZOP stanowi dobrą metodę poszerzenia spektrum analizy ryzyka także na fazę operacyjną – fazę funkcjonowania infrastruktury transportu. W fazie tej pojawia się problem kontroli ryzyka w celu zapewnienia nieprzerwanego

dostępu do infrastruktury transportowej. W artykule dyskutowana jest możliwość posłużenia się alternatywną wobec aktualnie stosowanych i ograniczających się do norm bezpieczeństwa, metodą kontroli ryzyka w funkcjonowaniu infrastruktury transportu - opartą na standardach HAZOP. Standardy te upowszechniły się w sektorze przemysłowym w anglosaskim kręgu kultury biznesowej. W artykule poruszany jest problem implementacji do sektora transportu techniki HAZOP oraz oceniana jest możliwość wykorzystania różnorodnych rozwiązań szczegółowych opartych o HAZOP na różnych etapach cyklu funkcjonowania infrastruktury transportu.

Implementation of HAZOP as a risk control tool in transport infrastructure

Abstract

The article deals with the problem of developing efficient risk framework for management of transport infrastructure using HAZOP as risk management tool. Although there is certain number of risk techniques developed for pre-investment and investment phases while dealing with infrastructure projects, significant lack of adequate tools for infrastructure operations risk control could be noted. This paper proposes the HAZOP method known from industrial applications to be introduced as a risk control tool useful for transport infrastructure operators. Firstly the advantages and features of HAZOP technique are discussed, secondly range of its possible application into transport infrastructure sector is presented.

BIBLIOGRAFIA

1. Bąk M. (red.), Koszty i opłaty w transporcie. Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2009.
2. Borkowski P., Metody obiektywizacji oceny ryzyka w inwestycjach infrastrukturalnych w transporcie. Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2013.
3. Buckle P., Mars G., Smale S., New approaches to assessing vulnerability and resilience. Australian Journal of Emergency Management 2000, vol. 15, no. 2.
4. Einarsson S., Rausand M., An approach to vulnerability analysis of complex industrial systems. Risk analysis 1998, vol. 15, no. 5.
5. Failure Modes and Effects Analysis (FMEA). A Bibliography. National Aeronautics and Space Administration, Washington 2000.
6. Gould J., Glossop M., Ioannides A., Review of Hazard Identification Techniques. Health & Safety Laboratory, Sheffield 2000.
7. Hansson S.O., Helgesson G., What is stability? Synthese 2003, vol. 136, no. 2.
8. Kaplan S., Garrick B.J., On the quantitative definition of risk. Risk Analysis 1981, vol. 1, no. 1.
9. Risk Management Working Group Risk Management Training Guides – HAZOP, Product Quality Research Group, Manufacturing Technology Committee, Arlington 2010.
10. Załącznik do zarządzenia nr 9 Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych z dnia 4 marca 2002 roku, SOSN – wytyczne stosowania. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Biuro Studiów Sieci Drogowej, Warszawa 2002.