

Marcin Butlewski ¹
Politechnika Poznańska

Ilona Ławniczak, Anna Iwanowicz, Paweł Mazurek²
Politechnika Poznańska

Koncepcja systemu bazodanowego do monitorowania zagrożeń w transporcie wewnątrzzakładowym

Współczesna koncepcja zarządzania zakłada dostarczenie produktu o odpowiedniej (oczekiwanej) jakości, w potrzebnej ilości i we właściwym czasie do określonego miejsca, a co za tym idzie wytworzenie produktu w możliwie najbardziej efektywny sposób, bez ponoszenia zbędnych nakładów i kosztów (Czubała A, 2001, s. 117). Wynika stąd konieczność zapewnienia, oprócz sprawnego systemu wytwórczego, również sprawnego systemu logistyki wewnętrznej o atrybutach pozwalających na zapewnienie niezawodności dostaw przy założonym poziomie jakości oraz kosztów. Elementarnym składnikiem tak postawionego zadania jest monitorowanie zagrożeń w transporcie wewnętrznym. Monitorowanie i wczesne wykrywanie zagrożeń sprawia, że możliwe jest ich ograniczanie a nawet eliminowanie. Monitorowanie wymaga gromadzenia danych oraz prowadzenie prognoz i analiz pod kątem bezpieczeństwa w transporcie wewnątrzzakładowym. Wraz ze wzrostem skomplikowania systemu logistycznego, a także w zależności od rodzaju prowadzonej działalności rośnie złożoność rozpatrywanych zależności bazodanowych oraz analitycznych. Powoduje to konieczność zastosowania systemu wspomagającego w zakresie tych działań. Warto jednak podejmować taki wysiłek, ponieważ jak wskazują badania wypadkowość oprócz oczywistych strat zdrowotnych, finansowych i moralnych znacznie obniża efektywność systemów transportowych (Lin E., Lan L., Chiu A., 2010). W artykule przedstawiono opracowaną koncepcję w zakresie systemu komputerowego do monitorowania bezpieczeństwa transportu wewnątrzzakładowego wraz z założeniami dotyczącymi jego wdrożenia.

1. ZAKRES ROZPATRYWANEGO SYSTEMU TRANSPORTU WEWNĄTRZZAKŁADOWEGO

Pojęcie transportu wewnątrzzakładowego definiowane jest się jako transportowanie z jednego miejsca produkcji do innego lub w jednym sektorze zakładu albo między różnymi magazynami (Kozłowski R., 2009, s. 22). Transport wewnętrzny zakładu jest ściśle związany z drogami przepływu surowców, materiałów, wyrobów gotowych w obrębie danego przedsiębiorstwa czy produkcji (Ładoński, 1994, s. 154). Wyznacza to ramy funkcjonowania systemu zarządzającego bezpieczeństwem takiego systemu, który będzie dotyczył każdego rodzaju przepływu dobra materialnego. Trendy dzisiejszego zarządzania zmierzają do coraz to częstszych wdrożeń filozofii just-in-time przy jednoczesnym outsourcingu tych usług, co wiąże się z dostarczaniem dobra w konkretnym miejscu i czasie przez zewnętrznych pracowników, którzy nierzadko są słabiej wyszkoleni i opłacani niż pracownicy rodzimi przedsiębiorstwa. Z punktu formalnego wypadek pracownika zewnętrznego realizującego transport nie będzie objęty statystyką przedsiębiorstwa, jednak takie zdarzenia również zawierać muszą się w systemie monitorowania wypadkowości i sytuacji im sprzyjających.

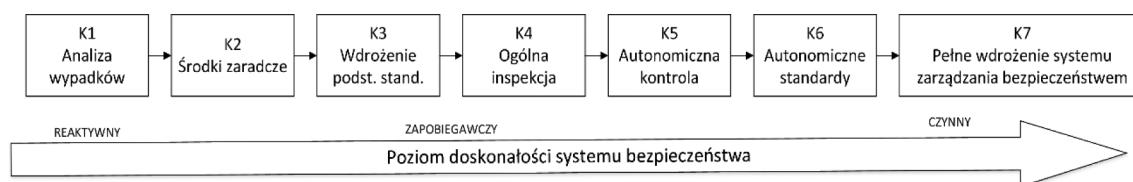
¹ dr inż., M. Butlewski, adiunkt, Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania, Katedra Ergonomii i Inżynierii Jakości.

² I. Ławniczak, A. Iwanowicz, P. Mazurek, student, Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania, Kierunek Inżynieria Bezpieczeństwa.

2. IMPLIKACJA SYSTEMU TRANSPORTU WEWNĄTRZZAKŁADOWEGO Z SYSTEMEM ZARZĄDZANIA BEZPIECZEŃSTWEM I HIGIENĄ PRACY

Zintegrowane systemy bezpieczeństwa podobnie jak modele doskonałości przedsiębiorstwa posiadają zróżnicowaną wydajność, w zależności od zaangażowania implementujących ją wydziałów (Jasiulewicz-Kaczmarek M., Misztal A., Butlewski M., 2013). Skuteczność podejmowanych działań może być zwiększana przez efekt miejscowego doskonalenia, a w przypadku logistyki wewnętrznej, która niejako otacza wszystkie inne aspekty wytwarzania, system będzie miał charakter nadrzędny. Ujmując inaczej można wskazać, że monitorowanie bezpieczeństwa w logistyce wewnętrznej pozwoli na poprawę bezpieczeństwa także w pozostałych zakresach funkcjonowania przedsiębiorstwa. Natomiast wydzielenie systemu monitorowania czynników logistycznych jest zasadne także z wcześniej przytoczonej tendencji do wydzielenia tej sfery na drodze outsourcingu usług.

Droga do poprawy bezpieczeństwa ma charakter systemowy (Mrugalska B., 2013). Jakikolwiek pominięcie może przyczynić się do zachwiania systemem, czyli powstawania nowych zagrożeń (Górny A., 2011). Ważny jest ciągły, rozwój i doskonalenie na każdym etapie, bo jego brak obniża osiągnięty poziom (Chabiera J., Doroszewicz S., Zbierchowska A., 2000, s. 92). Przykład rozwoju systemu bezpieczeństwa zaprezentowano na rys. 1.



Rys. 1. Kolejność poprawy bezpieczeństwa w ujęciu systemowym

Źródło: <http://szkoleniebhp.com.pl/cms/dzial/id/72/WCM/>

Osiągnięcie kolejnych wyższych stopni nie oznacza zwolnienia z poprzednich. z tego względu w systemie monitorowania zagrożeń założyć należy możliwość modyfikowania czynników i parametryzację poszczególnych składników systemu. Oznacza to pozostawienie otwartości systemu, na wypadek zmiany wniosków z poprzednich etapów doskonalenia bezpieczeństwa.

3. KATEGORIE ZAGROZEŃ W TRANSPORCIE WEWNĄTRZZAKŁADOWYM

Zagrożenia podczas przemieszczania się po drogach wewnątrzzakładowych wynikają głównie z czynności wykonywanych przez operatorów wózków jezdniowych podczas pracy, a konkretnie załadunku, wyładunku, przeładunku, przemieszczania ładunków, oraz sposobu składowania materiałów (Myrcha K., Kalwasiński D, Saulewicz A., 2007, s. 217). Poważnym czynnikiem wypadkowym jest indywidualne podejście do ryzyka oraz profil psychologiczny, który powoduje, że uczestnik transportu bliskiego skłonny jest do zachowań anomicznych, których skutkiem może być wypadek lub sytuacja potencjalnie wypadkowa (Karlberg L., Undén A., Elofsson S., Krakau I., 1998). Kolejnym czynnikiem, który należy uwzględnić jest płeć i wiek, które również w znaczący sposób wpływają na wypadek oraz jego skutki – kobiety powodują znacznie mniej wypadków tragicznych w konsekwencjach niż mężczyźni (Al-Balbissi 2003). Z kolei z punktu widzenia środowiska materialnego pracy znaczny wpływ na wypadkowość będą miały czynniki wywołujące zmęczenie i dystrakcję pracownika takie jak mikroklimat pracy, hałas i drgania, czynniki ograniczające percepcję (zapylenie, mgły olejowe) oraz charakterystyka transportowanych materiałów i środowiska zewnętrznego. Reaktywność oraz sposób działania na operatora transportowanych materiałów będzie również poważną przesłanką w zakresie oceny skutków niezamierzonego zdarzenia jak np. uwolnienia substancji do środowiska (Cutter S., Ji M. 1997). Monitorowaniu podlegać winny także parametry sprawności użytkowanych maszyn transportowych (Jasiulewicz-Kaczmarek M., Drożyner P. 2011).

Z bardzo zwięzłej analizy wynika więc, że istnieje dość szeroki wolarz czynników wpływających na bezpieczeństwo w zakresie transportu wewnątrzzakładowego, jednak w większości typowych przedsiębiorstwach zagrożenia i wypadki są spowodowane przede wszystkim z poruszania się przy użyciu pojazdów. Jednak dla spójności systemu jak i z uwagi na różnorodny charakter zagrożeń w poszczególnych przemysłach, monitorowaniu podlegać będą także wypadki i zagrożenia występujące z pozostałych czynników, a także powstające w pozostałych fazach takich jak transport ręczny, załadunek i wyładunek. Dlatego też istotnym czynnikiem systemu będzie także dogłębna ocena przyczyny zdarzenia, dla określenia czy słuszna jest teza odnośnie winy człowieka jako podstawowej przyczyny wypadków przy pracy.

4. NARZĘDZIA DO MONITOROWANIA SYTUACJI W TRANSPORCIE WEWNĄTRZZAKŁADOWYM

Przedstawiona koncepcja systemu jest wynikiem zarówno monitorowania czynników odpowiadających za bezpieczeństwo w transporcie wewnętrznym jak również ich modelowania. Z tego względu zdecydowano się na wykorzystanie z jednej strony koncepcji TPM jak również narzędzi mapowania wartości procesów (Hines, P., Rich N., 1997). Takie podejście zazwyczaj pozwala na uzyskanie określenia czynników przyczyniających się do uzyskania określonego dobra, jednak w przypadku monitorowania zagrożeń można dokonać jego transpozycji w celu uzyskania informacji odnośnie czynników wpływających na efekt końcowy wydarzenia wypadkowego. Pozwoli to na uzupełnienie badania przy użyciu technik przyczynowych (root cause analysis) w celu identyfikacji środków zaradczych i wdrożenia rozwiązań, które zapobiegają ponownym zdarzeniom.

Z kolei duża różnorodność występujących czynników w analizowanym systemie bez znajomości poszczególnych funkcji wskazuje na konieczność zastosowania narzędzia jakim jest Analityczny Proces Hierarchiczny – AHP (Tułeczki A., Król A., 2007). Do opisu zagadnienia modelowania wypadkowości w transporcie wewnętrznym zastosowanie znajduje również Unified Modeling Language – Zunifikowany Język Modelowania, znany szerzej pod skrótem UML, którego przydatność zweryfikowana została w systemach logistycznych (Dotoli M., Fanti M., Iacobellis G., Rotundo G., 2014).

Z uwagi na charakter problemu jakim jest zapewnienie bezpieczeństwa w systemach logistycznych zdecydowano się również wskazać na skuteczność technik jakim jest zarządzanie humanocentryczne w którym to pracownik kompetentny aktywnie i odpowiedzialnie działa na rzecz systemu. Ważnym atrybutem projektowanego systemu będzie więc zaangażowanie pracowników w system. Spowoduje to, że pracownik będzie miał większą motywację do wykonywania pracy za w założony bezpieczny sposób i zgodnie z założeniami teorii Lean budowana i rozwijana będzie kultura przedsiębiorstwa opierającą się na ciągłym samodoskonaleniu (Ender-Kawecka A., 2004, s. 96-97).

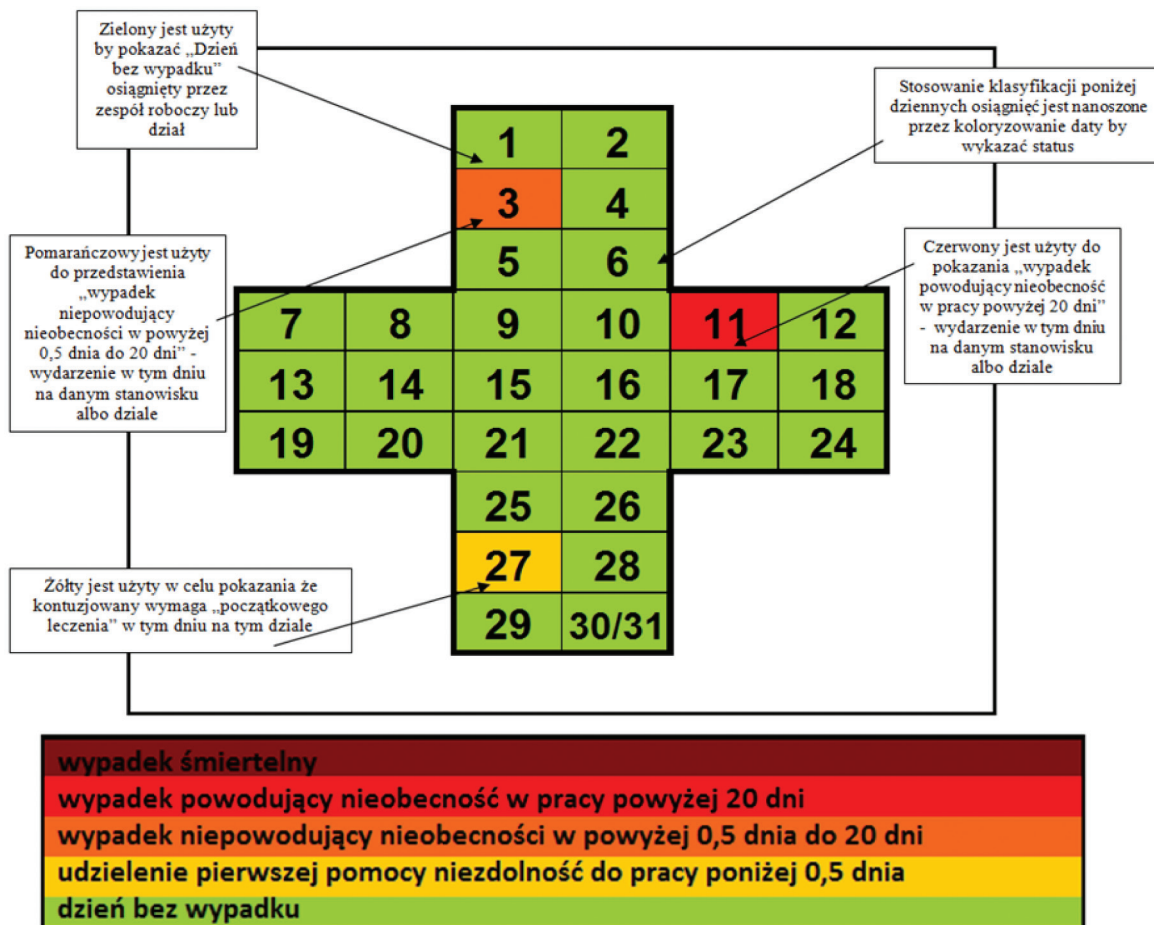
W analitycznej części metody przyjęto założenie wywodzące się z zasady Piramidy Heinricha (Heinrich, 1931). Zasada ta zakłada, że poprzez minimalizację przypadków kategorii niższego rzędu, nastąpi zmniejszenie wystąpienia prawdopodobieństwa zdarzeń z wyższych kategorii. Piramida Heinricha (rys. 2.) służyć ma do przekazywania informacji na wydziałach, poprzez kolory. Wartością projektowanego systemu jest to, że monitorowane dane są jasno wyświetlane (przedstawiane) pracownikom i lokalnym zespołom bezpieczeństwa, a to pozwala na uświadomienie celu w jakim się podąża i jednocześnie własnej w tym dążeniu pozycji (dla wydziału lub całej firmy).



Rys. 2. Piramida Heinricha

Źródło: opracowanie własne na podstawie Grasela A., Gonet R., 2010

Projektowany system kładzie duży nacisk na funkcje informacyjne, stąd zastosowanie w nim także narzędzie jakim jest zielony krzyż bezpieczeństwa (rys. 3.). Jego zastosowanie odnosi się do indywidualnych roboczych obszarów firmy i poszczególnych jej wydziałów. Stanowi on swojego rodzaju wykres, którego celem jest obszarowa analiza bezpieczeństwa. Wartością takiego systemu informacyjnego jest to, że stwierdzone anomalie pracownicze będą bezpośrednio przekładały się na stan wyświetlany. Pracownicy będą mieli więc świadomość wpływu na obrazowaną rzeczywistość.



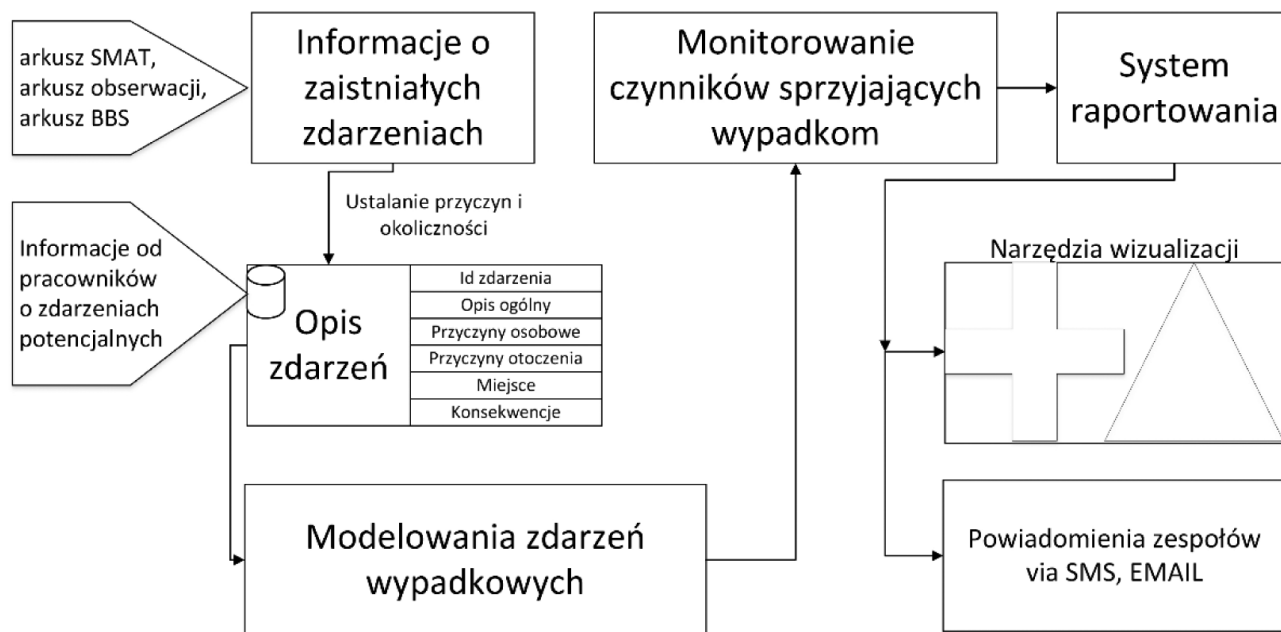
Rys. 3. Zielony krzyż bezpieczeństwa

Źródło: opracowanie własne na podstawie Stanek K., Czech P., Bracik J., 2011.

Z uwagi na specyfikę branży oraz konieczność implementowania systemu, poziom doskonałości w zakresie bezpieczeństwa powinien być skalowany, tak aby duża zmienność zdarzeń niższego rzędu nie przysłaniała tych z wyższego. Dopiero osiągnięcie pewnego poziomu doskonałości powodowałoby zejście na poziom niższy – zgodnie z rys. 1. zbyt odległy cel powodować bowiem może niechęć pracowników do jego osiągnięcia.

5. STRUKTURA SYSTEMU BEZPIECZEŃSTWA W TRANSPORCIE WEWNĄTRZZAKŁADOWYM

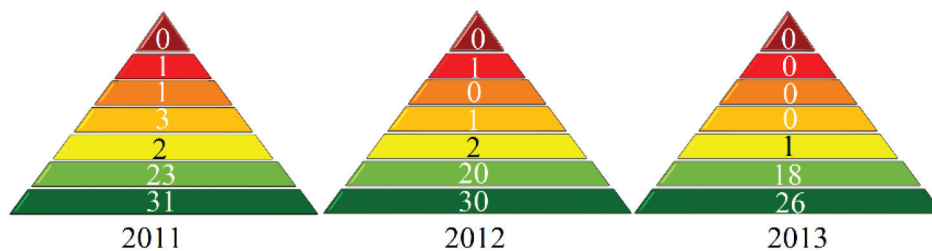
Opisane we wcześniejszym rozdziale narzędzia posłużyły do opisanie koncepcji systemu monitorowania i poprawy bezpieczeństwa. Na rys. 4 przedstawiono schematyczny zapis funkcji systemu.



Rys. 4. Schemat funkcji projektowanego systemu

Źródło: opracowanie własne

W zakresie funkcji monitorowania sprzyjających powstawaniu wypadków, zastosowanie znajdują systemy zarządzania zmęczeniem pracowników, które monitorują potencjalne poziomy stanów niebezpiecznych operatorów (Butlewski, M., Sławińska, M., 2014) ale jednocześnie parametry techniczne np. w postaci niedozwolonych prędkości transporterów, ich przeciążenia itp. (Bajda A., Wrażeń M. Laskowski D., 2011). Baza danych prócz samych zaistniałych sytuacji powinna obejmować także wprowadzane działania korygujące i zapobiegawcze. Zakłada ona również integrację w ramach systemu „safety alerts”, co pozwoli na dostęp do pewnych informacji przez rozproszone oddziały koncernu, a także wyższego kierownictwa. Daje to możliwość podglądu sytuacji, wyciągania wniosków i wiedzę odnośnie stanu istniejącego. W ten sposób można wspólnie pracować nad poprawą bezpieczeństwa. Oceniając skuteczność przygotowanego rozwiązania można wskazać na efekty podobnego działania w zakresie zarządzania informacją o zaistniałych zdarzeniach wypadkowych w dużym przedsiębiorstwie produkcyjnym. Po wdrożeniu zintegrowanej bazy danych i jedynie części proponowanych narzędzi zaobserwowano poprawę w zakresie wypadków na przestrzeni zaledwie 3 lat.



Rys. 6. Wyniki wprowadzenia narzędzi WCM - piramida, krzyż BHP na przestrzeni lat 2011-2013 dla transportu wewnątrzzakładowego badanego przedsiębiorstwa

Źródło: opracowanie własne

Zarządzanie informacją odnośnie wypadków pozwoliło w analizowanym przypadku także na wskazanie obszarów zmian w zakresie wyboru dróg transportowych oraz szczególnych sposobów postępowania z wyrobem, półfabrykatem, czy surowcem.

6. WNIOSKI

Przedstawiona koncepcja systemu bazodanowego do monitorowania zagrożeń w transporcie wewnątrzzakładowym pomimo bycia dopiero na etapie budowy i implementacji poszczególnych etapów wpłynął na ograniczenie wypadkowości w transporcie wewnętrznym, a tym samym zwiększył sprawność systemu logistycznego.

Streszczenie

W artykule przedstawiono czynniki odpowiedzialne za wypadkowość w transporcie wewnętrznym oraz przedstawiono koncepcję systemu bazodanowego do monitorowania zagrożeń w transporcie wewnątrzzakładowym. System zakłada zarządzanie informacją odnośnie wypadków oraz zdarzeń potencjalnie wypadkowych, monitorowanie czynników przyczyniających się do wypadków takich jak kondycja psychofizyczna pracownika, cechy osobowościowe, warunki zewnętrzne środowiska pracy czy wartości graniczne parametrów technicznych. Wskazano również na skuteczność modelu na przykładzie wybranej firmy.

Conception of a database system for monitoring risks in indoor transport

Abstract

The following article presents factors responsible for accidents in internal transport and presents the conception of a database system to monitor risks in indoor transport. The system assumes management of information relating to accidents and potential accident situations, monitoring of factors contributing to accidents such as physical and mental condition of the employee, personality traits, external conditions of the working environment and the limits of technical parameters. The article also indicates the effectiveness of the model on the example of a selected company.

7. LITERATURA

- [1] Al-Balbissi A. Role of Gender in Road Accidents, *Traffic Injury Prevention*, 4:1, 64-73 (2003).
- [2] Bajda A., Wrażeń M., Laskowski D.: Diagnostics the quality of data transfer in the management of crisis situation, *Electrical Review* 87(9A), pp. 72-78, Sigma-Not, Poland, (2011).
- [3] Butlewski, M., Sławińska, M., Ergonomic method for the implementation of occupational safety systems, *Occupational Safety and Hygiene II - Selected Extended and Revised Contributions from the International Symposium Occupational Safety and Hygiene, SHO 2014*, pp. 621-626. (2014).
- [4] Chabiera J., Doroszewicz S., Zbierchowska A.: Zarządzanie jakością. Poradnik Menadżera, Centrum Informacji

Menadžera, Warszawa, 2000.

- [5] Cutter S. & Ji M. Trends In U.S. Hazardous Materials Transportation Spills, *The Professional Geographer*, 49:3, 318-331(1997).
- [6] Czubała A.: *Dystrybucja produktów*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 2001.
- [7] Dotoli M., Fanti M., Iacobellis G., Rotundo G. An integrated technique for the internal logistics analysis and management in discrete manufacturing systems, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 27:2, 165-180, 2014.
- [8] Embros G.: *Audyt zachowań jako narzędzie systemu zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy*, *Studia Ecologiae et Bioethicae* t. 7 nr 1, Warszawa, 2009.
- [9] Górny, A. (2011), *The Elements of Work Environment in the Improvement Process of Quality Management System Structure*, In: W. Karwowski, G. Salvendy (eds.). *Advances in Human Factors, Ergonomics and Safety in Manufacturing and Service Industries*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- [10] Grasela A., Gonet R.: *Rejestracja zdarzeń niebezpiecznych w górnictwie otworowym*, *Wiertnictwo Nafta Gaz*, Tom 27, Zeszyt 1-2, Kraków, 2010.
- [11] Heinrich H.W.: *Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach*, MacGraw Hill, 1931.
- [12] Hines, P., Rich N., *The Seven Value Stream Mapping Tools*, *International Journal of Operations & Production Management* 17 (1): 46–64, 1997.
- [13] Ładoński W.: *Podstawy towaroznawstwa ogólnego*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław, 1994.
- [14] Jasiulewicz-Kaczmarek M., Misztal A., Butlewski M., (2013), *The holons model of quality improvements in SMEs*, *Global Innovation and Knowledge Academy (GIKA) Conference*, Valencia, Spain, 9-11 July 2013, ISSN 978-84-616-0275-9.
- [15] Jasiulewicz-Kaczmarek M., Drożyner P., *Maintenance Management Initiatives towards Achieving Sustainable Development*, In: Golinska P. et al. (eds.): *Information Technologies in Environmental Engineering Environmental Science and Engineering*, Springer - Verlag Berlin Heidelberg, pp. 707-72 (2011).
- [16] Karlberg L., Undén A., Elofsson S., Krakau I., *Is There a Connection Between Car Accidents, Near Accidents, and Type A Drivers*, *Behavioral Medicine*, 24:3, 99-106, 1998.
- [17] Kawecka-Endler A.: *Organizacja technicznego przygotowania produkcji – prac rozwojowych*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2004.
- [18] Kozłowski R. (red.): *Podstawowe zagadnienia współczesnej logistyki*, Wolters Kluwer Polska, Kraków, 2009.
- [19] Lin E., Lan L., Chiu A., *Measuring transport efficiency with adjustment of accidents: case of Taipei bus transit*, *Transportmetrica*, 6:2, 79-96, 2010.
- [20] Mrugalska, B. 2013. *Environmental Disturbances in Robust Machinery Design* In: Arezes, P. et al. (eds.) *Occupational Safety and Hygiene*. pp. 229–233. Taylor and Francis Group, London
- [21] Myrcha K., Kalwasiński D, Saulewicz A.: *Modelowanie zagrożeń mechanicznych występujących w magazynach*, *Biuletyn WAT*, vol. LVI, CIOP, Warszawa, 2007.
- [22] Stanek K., Czech P., Bracik J.: *Metodologia World Class Manufacturing (WCM) w fabryce Fiat Auto Poland S.A.*, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej: Transport* z. 71, Gliwice, 2010.
- [23] Tułeczki A., Król A., *Modele decyzyjne z wykorzystaniem metody Analytic Hierarchy Process (AHP) w obszarze transportu*. *Problemy Eksploatacji* 2/2007.
- [24] www.szkozeniebhp.com.pl/cms/dzial/id/72/WCM/.