

WYKORZYSTANIE METODY ANALITYCZNEJ TOL DO IDENTYFIKACJI I ANALIZY PRZYCZYN WYPADKÓW

WSTĘP

W Polsce w 2017 roku liczba poszkodowanych w wypadkach przy pracy wyniosła 88330 osób (zgodnie z formularzem Z-KW Statystyczna Karta Wypadku), w tym wypadkom ciężkim uległo 661 osób, a śmiertelnym 269 osób [13]. Dane te wskazują na zwiększenie się liczby wypadków w porównaniu do roku poprzedniego o 42,5% poszkodowanych w wypadkach ciężkich, 12,6% wypadków ze skutkiem śmiertelnym, przy ogólnym wzroście liczby poszkodowanych wynoszącym 0,2%. Straty, jakie ponosi społeczeństwo w związku z kosztami wypadków przy pracy są ogromne i znacznie przewyższają koszty wypadków ponoszone przez przedsiębiorców [2]. Negatywnym dla przedsiębiorcy skutkiem występowania wypadków może być konieczność podwyższenia składki na ubezpieczenie wypadkowe zgodnie z przepisami Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie różnicowania stopy procentowej składki na ubezpieczenie społeczne z tytułu wypadków przy pracy i chorób zawodowych w zależności od zagrożeń zawodowych i ich skutków [9]. Jednym z podstawowych mechanizmów mających zapobiegać powstawianiu wypadków, a w szczególności wypadków o podobnych przyczynach („wypadki podobne”), są działania prowadzone w ramach postępowania powypadkowego, zmierzające do ustalenia i wprowadzenia wniosków i zaleceń profilaktycznych. Ten obowiązek został nałożony przepisami Ustawy z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy (tj. Dz. U. 2018 poz. 108). Zgodnie z artykułem 234 ww. ustawy, w razie wypadku przy pracy pracodawca, jest obowiązany do ustalenia okoliczności i przyczyn wypadku oraz do zastosowania odpowiednich środków zapobiegających podobnym wypadkom [12]. Podstawę do określenia odpowiednich środków profilaktycznych są zidentyfikowane przyczyny wypadku oraz poznane okoliczności, w których miał miejsce wypadek.

Zgodnie z informacjami Państwowej Inspekcji Pracy, około 30% badanych przez PIP zakładów pracy identyfikuje inne, niż inspektorzy PIP przyczyny, lub nie

identyfikuje wszystkich przyczyn wypadków [1]. Taki stan rzeczy może być powodowany zarówno względami merytorycznymi, jak również osobowymi, bowiem części przyczyn wypadków to przyczyny związane z funkcjonującymi u pracodawcy rozwiązaniami w obszarze bhp (przyczyny pośrednie wypadków). Państwowa Inspekcja Pracy zauważa, że np. organizacja pracy i stanowisk pracy (przyczyny pośrednie) są przyczynami wielu wypadków, w których jako przyczynę zespoły powypadkowe błędnie ustaliły przyczyny bezpośrednie np. „ludzkie”, przypisując poszkodowanym nieprawidłowe zachowania wobec zagrożenia [14].

Właściwie przeprowadzone badanie wypadku, którego rezultatem jest identyfikacja wszystkich przyczyn wypadku [6], dostarcza cennych informacji o koniecznych do wprowadzenia rozwiązaniach i pozwala na ograniczenie prawdopodobieństwa postawienia zarzutów przez organy kontroli oraz wystąpienia pracowników z roszczeniami wobec pracodawcy. Dotyczy to zwłaszcza sytuacji, gdy zaistniały wypadek to wypadek o takich samych lub podobnych przyczynach jak zdarzenia, które w przeszłości już miały miejsce w przedsiębiorstwie.

BADANIE WYPADKÓW

Pierwszym etapem podczas procesu badania wypadku jest identyfikacja przyczyn jego wystąpienia. Zdarzenia wypadkowe są wynikiem wystąpienia kilku przyczyn, które występują w pewnej sekwencji zdarzeń. Można wyróżnić dwie główne grupy przyczyn:

- przyczyny bezpośrednie,
- przyczyny pośrednie (pierwszego i drugiego stopnia).

Grupa przyczyn bezpośrednich – przyczyny tej grupy mają najbliższy związek czasowy z wypadkiem [10]. Przykładem przyczyny bezpośredniej jest np. ruch podłoża lub pomostu powodujący utratę równowagi.

Grupa przyczyn pośrednich pierwszego stopnia – doprowadzają do powstania stanów sprzyjających do zaistnienia wypadku (wzrasta prawdopodobieństwa jego wystąpienia). Przykładem przyczyny pośredniej pierwszego stopnia jest np. praca na wysokości bez wymaganych zabezpieczeń.

Grupa przyczyn pośrednich drugiego stopnia – ich wpływ na wypadek jest oddalony w czasie. Najczęściej odpowiadają one na pytanie, dlaczego doszło do zajścia zdarzenia lub zaistnienia sytuacji zagrożenia, dlatego też często są nazywane przyczynami źródłowymi. Przyczyny źródłowe są ściśle związane z prowadzoną polityką bezpieczeństwa i higieny pracy w zakładzie oraz stosowanymi procedurami zarządzania bezpieczeństwem pracy [11]. Przykładem przyczyny pośredniej drugiego stopnia może być niewystarczające przeszkolenie pracowników do prac na wysokości lub nie dostarczenie odpowiedniego wyposażenia, a także tolerowanie wykonywania prac bez wymaganych zabezpieczeń.

Identyfikacja przyczyn źródłowych pozwala na określenie czynników, które doprowadziły do przyczyny pośredniej pierwszego stopnia oraz przyczyny bezpośredniej, oznacza to, że przyczyny źródłowe są pierwszymi w łańcuchu zdarzeń doprowadzających do stanu końcowego – wypadku pracownika. W celu uniknięcia kolejnego wypadku o tych samych lub podobnych przyczynach konieczna jest eliminacja przyczyny źródłowej [7] lub wprowadzenie takich rozwiązań, które ograniczą jej oddziaływanie, gdy nie jest możliwe jej wyeliminowanie.

Najczęściej poznanie źródeł przyczyn bezpośrednich wypadku jest najłatwiejsze, a trudności występują w procesie identyfikacji przyczyn pośrednich. Z tego powodu warto w badaniach zastosować dostępne metody analityczne, pozwalające na analizę i badanie wypadków w następujących krokach: zebranie informacji – dowodów i faktów; analizę uzyskanego materiału; identyfikację przyczyn zdarzenia oraz planowanie działań naprawczo-prewencyjnych. Nie ma metody „idealnej” lub „uniwersalnej”, która zawsze będzie dawała najlepsze rezultaty podczas analizy wszystkich zdarzeń wypadkowych.

Ważne jest poznanie różnych metod badania wypadków i umiejętność ich zastosowania. Państwowa Inspekcja Pracy zwraca uwagę, że na jakość dochodzeń powypadkowych wpływ ma także doświadczenie zawodowe i przygotowanie osób wchodzących w skład zespołów powypadkowych. Ponadto zauważa, że często wynik badania wypadku nie przedstawia przebiegu wypadku w układzie przyczynowo-skutkowym [14].

Poszczególne metody i zastosowane w nich modele różnią się pod względem przyjętych założeń czy zastosowanych procedur identyfikacji przyczyn wypadku [5, 8]. W literaturze przedmiotu występuje wiele metod badania wypadków, z których można wymienić: Metoda ustalania przyczyn technicznych, organizacyjnych i ludzkich (TOL) [10], Metoda analizy barier [8], Rozszerzona metoda ustalania przyczyn technicznych, organizacyjnych i ludzkich [3], Metoda analizy zmian [7], Metoda drzewa błędów [3], Metoda WAIT [4]. Spośród wyżej wymienionych metod w niniejszym artykule podano przykład zastosowania rozszerzonej metody ustalania przyczyn technicznych, organizacyjnych i ludzkich.

ROZSZERZONA METODA USTALANIA PRZYCZYŃ TECHNICZNYCH (T), ORGANIZACYJNYCH (O) I LUDZKICH (L)

Systematyka TOL jest wykorzystywana do badania wypadków w dwóch podstawowych wersjach. Pierwsza z nich opiera się tylko na analizie przyczyn, druga uwzględnia dodatkowo dwa ważne elementy: analizę przebiegu wypadku oraz analizę barier. Zgodnie z założeniami tej metody jest ona realizowana w pięciu krokach [3]:

1. Opis sekwencji zdarzeń.

2. Poszukiwanie przyczyn i warunków, w których doszło do wypadku.
3. Identyfikacja barier.
4. Analiza konsekwencji.
5. Opracowanie rekomendacji i działań korygujących.

Pierwszym krokiem jest „Opis sekwencji zdarzeń”. Polega on na chronologicznym przedstawieniu zdarzenia wypadkowego w porządku liniowym na podstawie wszystkich informacji o wypadku uzyskanych na podstawie analizy dostępnego materiału, np. wyjaśnień świadków wypadku, schematów, instrukcji, zdjęć, wyjaśnień poszkodowanego. Sekwencja zdarzeń odtwarzana jest bez określania związku przyczynowego zachodzącego między nimi. Wynik dokonanej analizy jest przedstawiany w formie graficznej np. za pomocą figur geometrycznych.

Drugim krokiem jest „Poszukiwanie przyczyn i warunków, w których doszło do wypadku”. Obejmuje ona analizę czynników, zdarzeń i zachowań pracowników, z uwzględnieniem ich wpływu na wystąpienie i przebieg wypadku. Rezultatem wykonanej analizy jest identyfikacja przyczyn i przyporządkowanie ich do trzech grup: technicznych, organizacyjnych lub ludzkich. Analiza obejmuje wszystkie rodzaje przyczyn, tj.: przyczyny bezpośrednie, przyczyny pośrednie i przyczyny źródłowe.

Trzecim krokiem jest „Identyfikacja barier”. Na tym etapie poszukuje się wszystkich barier, które mogłyby zapobiec powstaniu wypadku lub mogłyby zminimalizować jego skutki. Identyfikacja barier obejmuje:

- a. niedziałające bariery – bariery niewystarczające do powstrzymania lub ograniczenia energii, bariery uszkodzone, bariery wyłączone,
- b. działające bariery – bariery, które zadziałały zgodnie z przeznaczeniem (prawidłowo),
- c. brakujące bariery – bariery, których nie było, a które mogły zapobiec wystąpieniu zdarzenia wypadkowego lub zminimalizować jego skutki.

Wszystkie zidentyfikowane w procesie analizy bariery umieszcza się na schemacie graficznym.

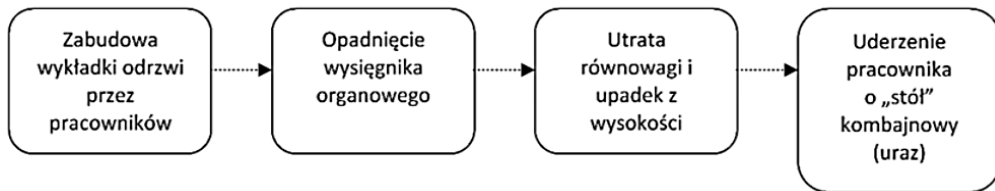
Czwartym krokiem jest „Analiza konsekwencji”. Jest to przykład analizy propektywnej, która odpowiada na pytania: co mogło się jeszcze wydarzyć, jaki dalszy przebieg mógł mieć wypadek, jakie jeszcze mogły być jego skutki. Krok ten jest szczególnie ważny w przypadku badania wypadków, które miały potencjał do spowodowania kolejnych wypadków lub zwiększenia skutków wypadku (np. wypadku zbiorowego).

Piątym krokiem jest „Opracowanie rekomendacji i działań korygujących”. Jest to końcowy etap, w którym powstają zalecenia i plany działań korygujących służące wyeliminowaniu lub zminimalizowaniu czynników, które doprowadziły do wypadku.

PRZYKŁAD ANALIZY WYPADKU, ZAISTNIAŁEGO PODCZAS DRAŻENIA PRZODKA, METODĄ ROZSZERZONĄ TOL

Krok 1. Sekwencja zdarzeń.

Pracownicy wykonywali w przodku prace związane z drażeniem wyrobiska przy pomocy kombajnu chodnikowego oraz zabudową odrzwi. Po zakończeniu zabudowy odrzwi, podczas wykonywania wykładki, gdy pracownicy przebywali na pomoście roboczym, doszło do niekontrolowanego ruchu (opadnięcia) wysięgnika organowego. Nastąpiło zachwianie pomostem roboczym i utrata równowagi przez jednego z pracowników – przodowego. Upadł on z wysokości ok. 2,3m i uderzył w „stół” kombajnowy doznając urazu stłuczenia barku i złamania kości nadgarstka ręki prawej. Sekwencja zdarzeń została przedstawiona w formie schematu na rysunku 1.



Rys. 1 Sekwencja zdarzeń dla wypadku zaistniałego podczas drażenia przodka

Źródło: opracowanie własne

Krok 2. Poszukiwanie przyczyn i warunków, w których doszło do wypadku.

Warunki, w jakich doszło do wypadku: Wypadek miał miejsce w przodku wyrobiska chodnikowego, drażonego przy użyciu kombajnu chodnikowego z zastosowaną obudową V29/10 z rozstawem odrzwi co 0,75m. Opinka była wykonywana z siatek zgrzewanych dwustronnie zaczepowych. Stabilizacja obudowy była realizowana poprzez zabudowę dziesięciu rozpór dwustronnego działania. Wyrobisko przewietrzane było za pomocą wentylatora WLE i lutniociągu $\varnothing 1000\text{mm}$. Oświetlenie kombajnu było sprawne, a dodatkowe oświetlenie znajdowało się ok. 3m od miejsca zdarzenia. Wykonany pomost roboczy nie posiadał barierek. Pracownicy nie stosowali środków ochrony przed upadkiem z wysokości. Kilka dni przed zdarzeniem dochodziło do opadania wysięgnika organu, co użytkownik zgłosił do działu maszynowego. Pracownicy działu maszynowego, dokonali oględzin oraz sprawdzenia funkcjonowania układu siłowego wysięgnika i nie stwierdzili nieprawidłowości. Z uwagi na to, że pojawiały się kolejne zgłoszenia dotyczące tej samej awarii, a oględziny nie zidentyfikowały usterki mogącej wywoływać opisywane przez użytkownika niewłaściwe funkcjonowanie wysięgnika organowego (opadanie), pracownicy działu maszynowego powiadomili serwis producenta. Pomimo zgłaszanych awarii nie wstrzymano robót, prawdopodobnie z uwagi na nietypową usterkę, która umożliwia dalszą pracę, a jej objawy pojawiały się sporadycznie.

Identyfikacja przyczyn.

Techniczne: Niesprawny układ siłowy wyciągnika organowego, brak barierek pomostu roboczego.

Organizacyjne: Brak kontroli urządzenia przed rozpoczęciem prac przez osoby określone w technologii; brak montażu barierek pomostu roboczego, brak zasad postępowania w przypadku braku możliwości stwierdzenia awarii przez dział maszynowy – brak porozumienia/zrozumienia pomiędzy działem maszynowym a użytkownikiem.

Ludzkie: Praca niezgodnie z opracowaną technologią i zasadami BHP (m.in. brak uprząży do pracy na wysokości) podczas zabudowy odrzwi, eksploatacja maszyny pomimo zgłaszanych przez poprzednią zmianę problemów z maszyną, brak wystarczającej komunikacji pomiędzy działami użytkownika i maszynowym.

Krok 3. Identyfikacja barier.

W analizowanym wypadku zdiagnozowano następujące bariery:

- barierka pomostu roboczego,
- uprząż do pracy na wysokości,
- prawidłowa kontrola maszyny przed rozpoczęciem pracy,
- blokada możliwości włączenia urządzenia po stwierdzeniu awarii (nietypowe parametry pracy – milisekundowy spadek ciśnienia),
- zastosowane przez poszkodowanego środki ochrony głowy zapobiegły urazowi głowy podczas upadku.

Pierwsza z barier nie została zamontowana (brakujące bariery), druga bariera nie została użyta aby zapobiec upadkowi (brakujące bariery), trzecia bariera nie zdiagnozowała problemu (niedziałająca bariera), czwarta bariera nie została zastosowana w urządzeniu (brakujące bariery), piąta bariera zadziałała prawidłowo (działające bariery).

Krok 4. Analiza konsekwencji.

W przypadku uderzenia głową bez zastosowania środków ochrony, lub innego ułożenia ciała podczas upadku, pracownik mógł ponieść śmierć. Wypadkowi mogła ulec większa liczba pracowników przebywających na pomoście roboczym.

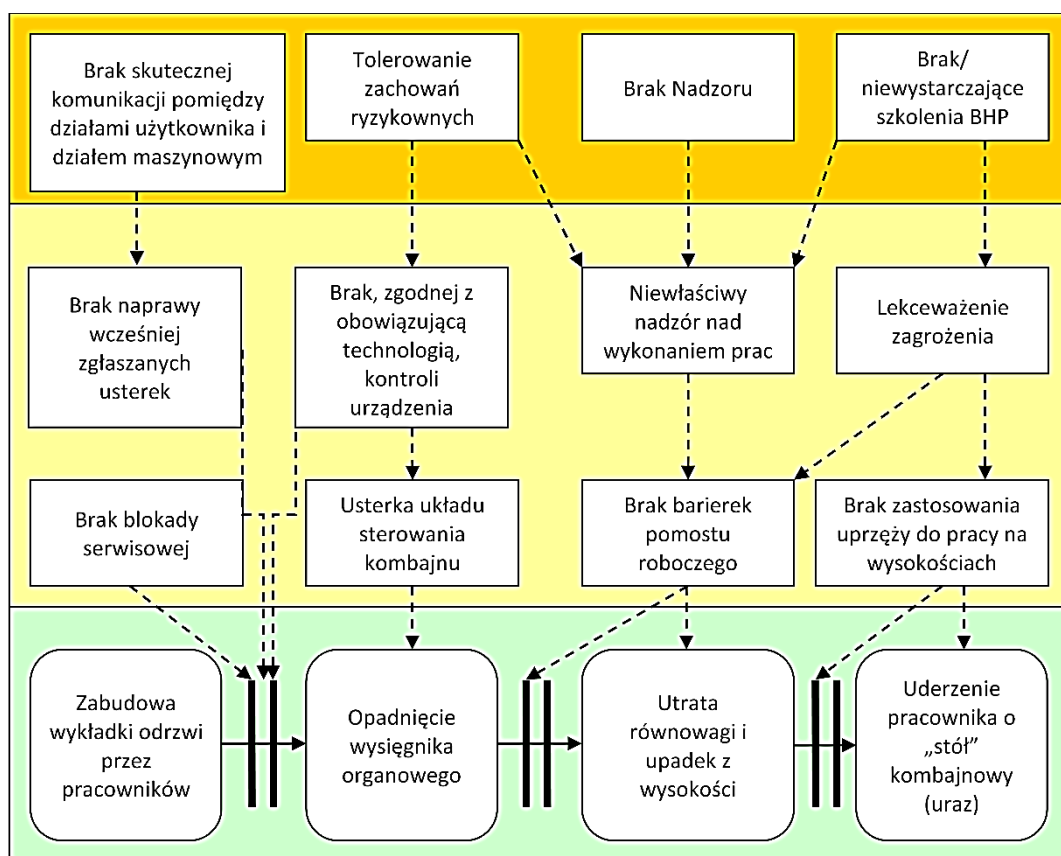
Krok 5. Opracowanie rekomendacji i działań korygujących.

Na podstawie dokonanej analizy wypadku ustalono następujące zalecenia:

- omówić zaistniały wypadek z pracownikami wykonującymi prace drążenia przodków,
- przeprowadzić dodatkowe szkolenie z zakresu wykonywania prac zgodnie z zaprojektowaną technologią, w tym zasadami i przepisami bezpieczeństwa i higieny pracy,

- w ramach dozoru nad wykonywaniem prac zwrócić uwagę na właściwe korzystanie z pomostów roboczych i prac związanych z zabudową odrzwi z wykorzystaniem kombajnów chodnikowych,
- w uzgodnieniu z serwisem producenta kombajnu ustalić czy istnieje możliwość zabezpieczenia technicznego blokady możliwości włączenia urządzenia po stwierdzeniu awarii (nietypowe parametry pracy – milisekundowe spadki ciśnienia),
- zapewnić okresowo dodatkowy nadzór nad prowadzonymi pracami na pomostach roboczych.

Wynik przeprowadzonej analizy okoliczności i przyczyn wypadku przedstawiono w formie graficznej (rysunek 2). Poziom pierwszy oznaczony kolorem zielonym przedstawia przebieg wypadku wraz z zaznaczonymi barierami. Drugi poziom oznaczony kolorem żółtym przedstawia przyczyny bezpośrednie i przyczyny pośrednie pierwszego stopnia. Ostatni poziom oznaczony kolorem pomarańczowym przedstawia przyczyny pośrednie drugiego stopnia (źródłowe) wypadku.



Rys. 2 Schemat analizy okoliczności i przyczyn wypadku podczas drażenia przodka

Źródło: opracowanie własne

WNIOSKI

Występujące w literaturze przedmiotu modele badania wypadków różnią się między sobą pod względem szczegółowości stopnia analizy, a tym samym nakładem pracy, jaki jest niezbędny do ich zastosowania. Wybór konkretnej metody będzie zależał od konkretnego wypadku tj. jego przebiegu, zakresu posiadanych informacji przez zespół powypadkowy, skutków tego wypadku. Dla badania niektórych wypadków, np. ciężkich, zbiorowych lub śmiertelnych warto zastosować różne metody i porównać ich wyniki na etapie formułowania wniosków.

Rozszerzona metoda TOL nie jest metodą skomplikowaną i czasochłonną, a jednocześnie pozwala na przedstawienie przebiegu wypadku w układzie przyczynowo-skutkowym wraz z identyfikacją barier oraz grupowaniem przyczyn. Badanie przykładowego wypadku potwierdziło istnienie wielu opisanych wyżej przyczyn zarówno grupie przyczyn bezpośrednich jak i pośrednich.

Wykorzystanie metody TOL przyczynia się do sformułowania prawidłowych wniosków i zaproponowania zaleceń zapobiegających podobnym wypadkom w przyszłości, pozwala również na przedstawienie, w dokumentacji wypadku, sposobu przeprowadzenia jego analizy z wykorzystaniem przyjętej metodologii, dzięki czemu można odtworzyć okoliczności i przyczyny wypadku nawet po upływie kilku lat.

LITERATURA

1. Duda A. Wybrane metody analityczne redukcji ryzyka wypadkowego w górnictwie. Przegląd Górniczy 2/2018. Katowice 2018.
2. Duda A.: Possibility of reducing costs of mining operations – economic aspects of workplace accidents. IOP Conference Series; Materials Science and Engineering; vol. 268 1757-8981. Bristol. 2017.
3. Harms-Ringdahl L.: Guide to safety analysis for accident prevention, IRS Riskhantering AB. Stockholm 2013.
4. Jacinto C., Aspinwall E.: Work accidents investigation technique (WAIT)–Part I Safety Science Monitor 7. 2003
5. Krause M.: Zarys metodyki oceny ryzyka zawodowego w aspekcie analizy metod badań. Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach. Nr 1(12)/2016. Katowice 2016.
6. Morrish C.: Incident prevention tools – incident investigations and pre-job safety. International Journal of Mining Science and Technology. 2017.
7. Pawłowska Z.: Podstawy Prewencji Wypadkowej, CIOP-PIB. Warszawa. 2008
8. Pietrzak L.: Modele wypadków przy pracy. Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka. Nr 10/2003. Warszawa. 2003.
9. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie różnicowania stopy procentowej składki na ubezpieczenie społeczne z tytułu wypadków przy pracy i chorób zawodowych w zależności od zagrożeń zawodowych i ich skutków.(tj. Dz. U. 2016 poz. 1005)
10. Studenski R., Dudka G., Bojanowski R.: Wypadki przy pracy, w: Bezpieczeństwo higiena pracy, (red.) Koradecka D., CIOP-PIB. Warszawa. 2008.

11. Szczurowski A., za: Studenski R.: Teorie przyczynowości wypadkowej i ich empiryczna weryfikacja, seria: Prace Głównego Instytutu Górnicztwa, Główny Instytut Górnicztwa. Katowice. 1986.
12. Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy (tj. Dz. U. 2018 poz. 108).
13. Strona internetowa Głównego Urzędu Statystycznego. <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rynek-pracy/warunki-pracy-wypadki-przy-pracy/wypadki-przy-pracy-w-2017-r-dane-wstepne,3,30.html>. Dostęp 21.03.2018.
14. Strona internetowa Państwowej Inspekcji Pracy. <https://www.pip.gov.pl/pl/f/v/119382/3.pdf>. Dostęp 20.02.2018

Data przesłania artykułu do Redakcji: 03.2018

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 04.2018

WYKORZYSTANIE METODY ANALITYCZNEJ TOL DO IDENTYFIKACJI I ANALIZY PRZYCZYN WYPADKÓW

Streszczenie: *Wypadki są negatywnymi zdarzeniami, do których dochodzi w środowisku pracy. Poznanie przyczyn wystąpienia wypadku pozwala na zaproponowanie, a następnie wprowadzenie działań zapobiegających zaistnieniu podobnym wypadkom w przyszłości. W artykule omówiono podstawowy podział przyczyn wypadków, podstawy metodologii badania wypadków TOL oraz podano przykład jej zastosowania dla wypadku, jaki miał miejsce w trakcie drążenia wyrobiska chodnikowego.*

Słowa kluczowe: *model, wypadek, identyfikacja, analiza*

USE OF TOL ANALYTICAL METHOD TO IDENTIFY AND ANALYSE CAUSES OF ACCIDENTS

Abstract: *Accidents are negative events which occur in the work environment. Discovering why an accident happened makes it possible to propose and then implement actions aimed at preventing similar accidents in the future. The article presents the basic division of causes of accidents, the basics of the accident analysis methodology TOL and an example of applying it to analyse an accident which occurred when a roadway was driven.*

Key words: *model, accident, identification, analysis*

dr inż. Adam Duda
Politechnika Śląska
Wydział Górnicztwa i Geologii
ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice, Polska
e-mail: adam.duda@polsl.pl,

mgr inż. Tymoteusz Juzek
PGG Oddział ROW,
Ruch Jankowice
e-mail: t.juzek@pgg.pl,