

**MARIUSZ BOGDAN
KATARZYNA BOCZKOWSKA**

**Katedra Zarządzania Produkcją
Politechniki Łódzkiej**

MODELOWANIE WYPADKU PRZY PRACY NA STANOWISKU BOBINIARKI W PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKCYJNYM

Opiniodawca: **prof. dr hab. Adam Markowski**

Artykuł przedstawia modelowanie wypadku przy pracy oraz analizę potencjalnych przyczyn w wybranym przedsiębiorstwie produkcyjnym, będących podstawą do zidentyfikowania obszarów problemowych wymagających zmian i wprowadzenia adekwatnych działań prewencyjnych w odniesieniu do realizowanych celów wynikających z polityki bezpieczeństwa w przedsiębiorstwie. Jest on kontynuacją prac autorów rozpoczętych w poprzednich publikacjach.

1. Wprowadzenie

Celem części badawczej jest wykorzystanie opisanych w poprzednich publikacjach [1] metod identyfikacji zagrożeń oraz modeli możliwych zdarzeń wypadkowych do:

- określenia potencjalnych przyczyn wypadków,
- określenia możliwych zagrożeń zdrowia i życia pracowników, wynikających z sytuacji wypadkowych,
- określenia potencjalnych strat materialnych,
- zidentyfikowania obszarów wymagających poprawy,
- proponowania działań prewencyjnych.

W drodze osiągnięcia powyższych celów opracowano właściwą metodykę opartą na 6 krokach.

1. Opis zagrożenia

2. Czynniki środowiska pracy

- #### **3. Stworzenie klasycznych modeli wypadków**
- (fazy sytuacji wypadkowej, model TRIPOD [2]) określających błędy mogące wystąpić w odrębnych obszarach systemu zarządzania bezpieczeństwem.

4. Bodowa **procesowych modeli wypadków przy pracy**, gdzie jako bazę przyjęto model „przepływu energii” [3]. Pozwolił on określić źródło zagrożenia i objętych nim pracowników oraz wyróżnić i szczegółowo przeanalizować bariery wykorzystane w przedsiębiorstwie za pomocą właściwych arkuszy.
5. Kolejnym krokiem było przedstawienie niebezpiecznych sytuacji w ujęciu czasowym według **systematyki STEP** [5]. Odnosząc to ujęcie do pracowników oraz wszystkich obiektów technicznych wykorzystywanych przy wykonywaniu opisanej czynności, stworzono zestawienie dotyczące zidentyfikowanych problemów związanych z bezpieczeństwem i przyczyn mogących wywołać wypadek. Dla każdego z wyżej wymienionych elementów opracowano odpowiednie działania prewencyjne.
6. Ostatnim krokiem w metodyce badań było **stworzenie drzew błędów FTA wykorzystujących logikę AND, OR** [4]. Metody te pozwoliły uszczegółowić przyczyny powstawania wypadków, określając jednocześnie minimalną ilość zdarzeń MCS, która może prowadzić do urazu pracownika lub straty dla przedsiębiorstwa.

2. Charakterystyka przedsiębiorstwa produkcyjnego

Przedsiębiorstwo A jest częścią globalnej korporacji funkcjonującej na rynku światowym od wielu lat. Fabryka ulokowana jest na terenie Łodzi od 2000 r. W zakładzie prowadzona jest produkcja opakowań miękkich, głównie do produktów spożywczych. Jednym z priorytetów przedsiębiorstwa, realizowanym poprzez utrzymywanie i ciągle doskonalenie wewnętrznego Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem, jest ochrona życia i zdrowia pracowników. Zgodnie z filozofią koncernu istotne znaczenie ma także stosowanie technik przyjaznych środowisku. Obecnie wykorzystywana przez podmiot technologia jest najnowocześniejszą technologią na świecie i razem ze stosowanymi procedurami, potwierdzonymi certyfikatami ISO 9001 i 14001, daje gwarancję ograniczenia do minimum z technologicznego punktu widzenia zastosowania czy emitowania do środowiska substancji niebezpiecznych oraz ich wpływu na bezpieczeństwo pracowników z racji związanych z nimi zagrożeń.

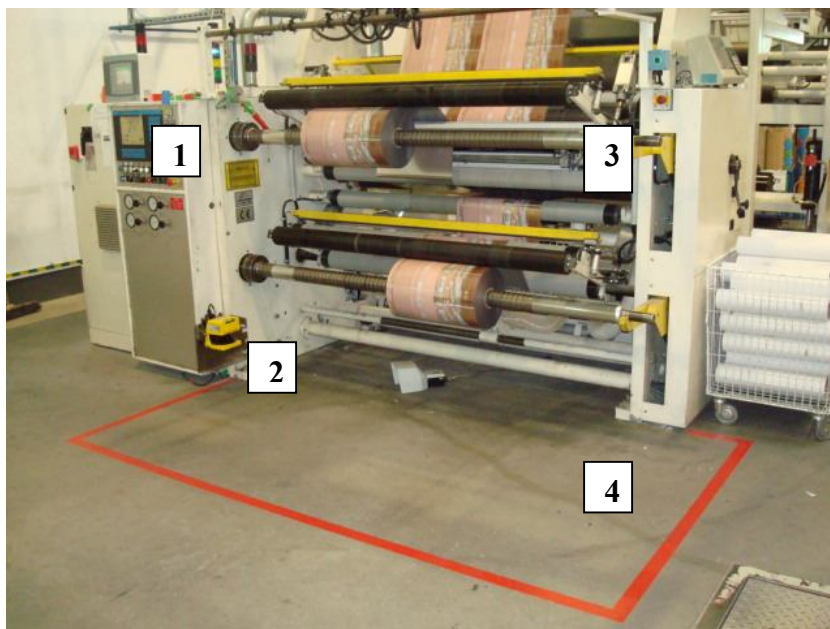
Produkcja odbywa się na maszynach drukarskich wykorzystujących technikę druku rotograviurowego. Jest to przemysłowa odmiana druku wklęsłego, stosowana do druku najwyższych nakładów – szczególnie kolorowych czasopism bogato ilustrowanych oraz opakowań. Formą drukową jest tutaj cylinder z wygrawerowanym mechanicznie lub wykonanym techniką adresową obrazem, farba wklęsłodrukowa gromadzi się w wykonanych zagłębieniach (kałamarzykach). Forma drukarska (cylinder) zanurzona jest w kałamarzu z farbą. W trakcie obracania się nadmiar farby jest zbierany (za pomocą noża zbierającego – tzw. rakla) z powierzchni niedrukującej zanim podłoże drukowe zetknie się z cylindrem i przyjmie farbę z wgłębień. Podłoże, na którym ma odbić się drukowany obraz dociskane jest do

cylindra za pomocą presera. Cylindry wklęsłodrukowe wykonane są z miedzi lub są to cylindry stalowe. Do rotograviury najczęściej używa się maszyn zwojowych, chociaż spotykane są także arkuszowe, przeważnie wielokolorowe z układami suszenia wstęgi pomiędzy poszczególnymi zespołami drukującymi. Maszyny arkuszowe mają formaty do B 1, zaś zwojowe - szerokości zwojów do 3080 mm. Rotograviura wymaga farb ciekłych.

2.1. Opis stanowiska pracy

Funkcję empirycznego przykładu spełnia zagrożenie zidentyfikowane w obrębie wybranego stanowiska pracy, tj. wciągnięcie lub pochwycenie przez wirujące elementy na stanowisku obsługi bobiniarki. Stanowisko ulokowane jest na hali produkcyjnej, obsługiwane przez operatora bobiniarki.

Bobiniarki, czyli maszyny tnące wstęgi papieru lub folii na wstęgi o mniejszej szerokości zgodnej ze specyfikacją wyrobu gotowego, charakteryzują się dużymi prędkościami obrotowymi elementów nawijających oraz tnących. Rozłokowanie maszyn na hali produkcyjnej oraz małe przestrzenie manewrowe między maszynami narażają pracowników na kontakt z czynnikami urazowymi, co może prowadzić do wypadku. Z racji kontroli całego procesu produkcyjnego na stanowisku pracownicy operują w pobliżu strefy niebezpiecznej, w której może dojść do kontaktu z wirującymi wałkami bobiniarki nawijającymi pocięte wstęgi produktu na gilzy, tworząc tzw. bobiny, co widzimy na rysunku 1.



Rys. 1. Stanowisko obsługi bobiniarki

Źródło: dane udostępnione przez Przedsiębiorstwo A.

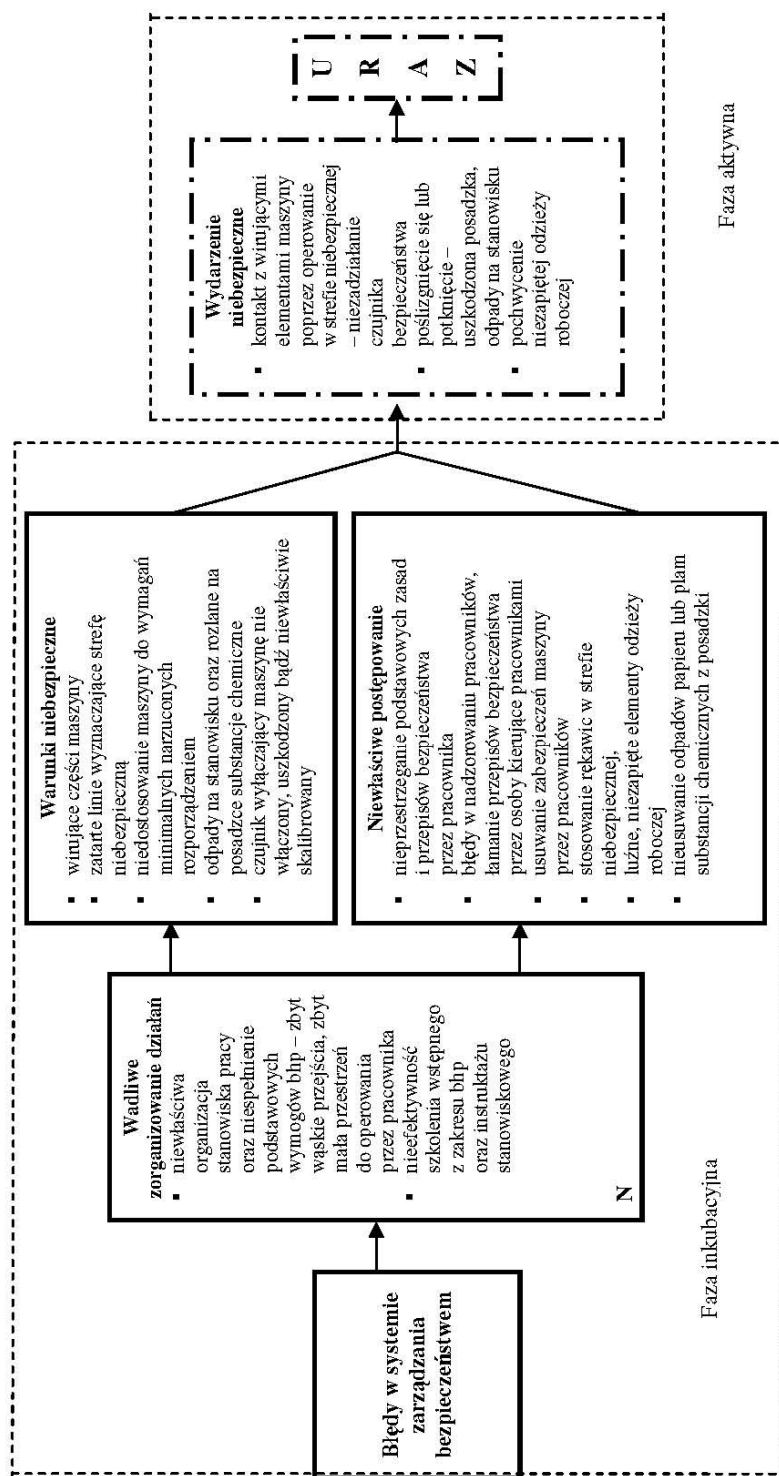
Numerem jeden oznaczono pulpit sterowniczy maszyny, na którym znajduje się wyłącznik bezpieczeństwa. Czujnik (2) skanujący strefę niebezpieczną (4) ulokowany jest przy podłożu obok pulpitu sterowniczego. Strefa niebezpieczna zgodnie z wymogami prawa została wyznaczona czerwoną linią. Pozycja trzecia przedstawia obracające się wałki bobiniarki, na których umieszczone są bobiny.

2.2. Klasyczne modele wypadków – model sytuacji wypadkowej oraz TRIPOD

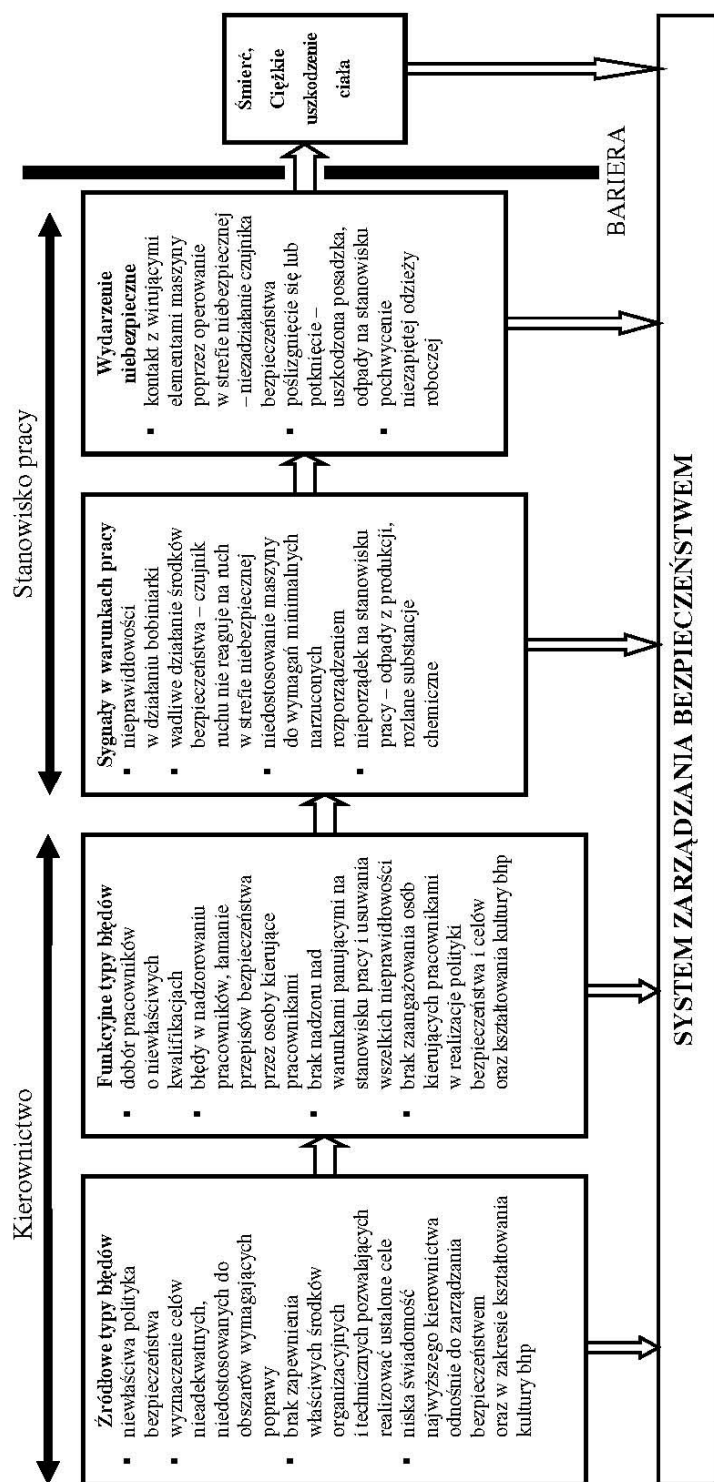
Wciągnięcie, pochwycenie przez wirujące części maszyny podczas operowania w strefie narażenia jest istotnym zagrożeniem związanym z obsługą bobiniarki. Stworzenie modelu takiej sytuacji wypadkowej pozwala kompleksowo przeanalizować mogące wystąpić zdarzenie wypadkowe z uwzględnieniem kolejnych faz jego powstawania, co przedstawiono na rysunku 2. Istotnym elementem jest tu odniesienie do błędów mogących wystąpić w systemie zarządzania bezpieczeństwem, przez co rozumiemy:

- brak jasnego określenia polityki w zakresie bezpieczeństwa,
- brak zaangażowania najwyższego kierownictwa w realizację celów związanych z bezpieczeństwem,
- nieokreślenie właściwych mierzalnych celów dotyczących bezpieczeństwa pracy,
- niezgodność celów z polityką przedsiębiorstwa,
- brak zapewnienia właściwych środków organizacyjnych i technicznych pozwalających realizować ustalone cele,
- błędy w komunikacji z kierownictwem szczebla średniego,
- brak skutecznego przepływu informacji między poszczególnymi komórkami organizacyjnymi w przedsiębiorstwie.

Podobnego wyróżnienia i klasyfikacji nieprawidłowości dokonuje model TRIPOD (rys. 3), który dodatkowo uwzględnia bariery stosowane w celu uniknięcia wypadku. Poprzez bariery rozumiemy tu środki organizacyjne i techniczne opisane w tabelach w dalszej części rozdziału. Ponadto model ten zwraca szczególną uwagę na przepływ informacji między pracownikami a średnim personelem zarządzania, co zilustrowane zostało w elemencie „Sygnały w warunkach pracy”. Wszelkie informacje dotyczące nieprawidłowości na stanowisku pracy powinny zostać bezzwłocznie zgłaszane przełożonym w celu uniknięcia możliwej do zaistnienia sytuacji niebezpiecznej. Zasada ta odnosi się także do nadzoru pracowników i reagowania każdorazowo w przypadku łamania przepisów i zasad bhp obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa.



Rys. 2. Fazy sytuacji wypadkowej możliwej do wystąpienia przy obsłudze bobiniarki
 Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zgromadzonych w Przedsiębiorstwie A.



Rys. 3. Model TRIPOD ilustrujący wpływ SZB na wypadek przy obsłudze bobiniarki

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zgromadzonych w Przedsiębiorstwie A.

2.3. Procesowy model przepływu energii, arkusze analizy barier

Rozpatrując możliwość wciągnięcia lub pochwycenia przez wirujące części bobiniarki w momencie znalezienia się pracownika w strefie niebezpiecznej, mamy do czynienia z możliwością niekontrolowanego przepływu energii generowanej przez wałki bobiniarki na pracownika, który w tej sytuacji może doznać urazu, a nawet ponieść śmierć. W tabeli poniżej przedstawiono elementy systemu człowiek – maszyna uwzględnione przez model przepływu energii.

Tabela 1. Składowe modelu przepływu energii – obsługa bobiniarki

Źródło niepożądanego energii	Barier	Narażeni pracownicy
Wirujące wałki bobiniarki mogące pochwycić kończynę górną lub odzież roboczą prowadząc do urazu, nieusunięte odpady produkcyjne, rozlane substancje chemiczne mogące spowodować poślizgnięcie się, prąd elektryczny, wyrzut substancji	Separatory źródła zagrożenia w postaci środków fizycznych (czujnik ruchu), organizacyjnych (instrukcje bhp, wykaz miejsc niebezpiecznych), zachowawczych (szkolenia)	Operator bobiniarki

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Przedsiębiorstwa A.

Niezwykle istotne jest zastosowanie właściwych środków profilaktycznych w postaci barier, których zadaniem jest zapewnienie właściwego poziomu bezpieczeństwa pracowników Przedsiębiorstwa A. Do podstawowych barier na stanowisku zaliczamy w pierwszej kolejności bariery fizyczne (tabela 2):

- czujnik ruchu skanujący wyznaczony obszar do wysokości około 70 cm – w momencie przekroczenia linii strefy niebezpiecznej przez pracownika czujnik zmniejsza obroty wałków bobiniarki; w momencie znalezienia się pracownika w strefie niebezpiecznej w odległości 30 cm od jej granicy czujnik wyłącza bobiniarkę,
- wyłącznik bezpieczeństwa znajdujący się na pulpicie sterowniczym bobiniarki – w momencie wciśnięcia przycisku bezpieczeństwa bobiniarka zostaje zatrzymana.

Celem zastosowania powyższych środków technicznych jest ograniczanie oddziaływania czynników niebezpiecznych przez odsunięcie człowieka z obszaru ich oddziaływania i ewentualnego znalezienia się w tym obszarze.

Tabela 2. Arkusz analizy barier fizycznych

Lp.	Zagrożenie: wirujące walki bobiniarki		Spowodowanie urazu pracownika – pochwycenie kończyny lub części odzieży roboczej	
	<i>Bariera</i>	<i>Sposób działania bariery (cel, miejsce)</i>	<i>Możliwe przyczyny niezadziałania bariery</i>	<i>Jak bariera może wpłynąć na wypadek?</i>
Bariery fizyczne				
1	Czujnik ruchu	Czujnik skanuje wyznaczoną strefę niebezpieczną wokół wirujących wałków, wykrywając ruch w strefie obniża obroty bobiniarki, a następnie wyłącza ją	Zła kalibracja czujnika może spowodować nieskuteczne skanowanie strefy, zgodnie z Polską Normą przeszkoda o wysokości mniejszej niż 1 m nie jest barierą, pracownik może wprowadzić w strefę niebezpieczną np. rękę nie uruchamiając czujnika, uszkodzenie mechaniczne	Zadziałanie czujnika i obniżenie obrotów bądź całkowite wyłączenie bobiniarki może zapobiec ciężkim uszkodzeniom ciała, a nawet śmierci, wykluczenie doznania urazu nie jest pewne z racji określonego czasu zatrzymania maszyny (czas wytłumienia ruchu wałków), bariera nie jest w pełni skuteczna
2	Wyłącznik bezpieczeństwa na panelu sterowniczym bobiniarki	Wciśnięcie wyłącznika powoduje zatrzymanie bobiniarki, widoczny czerwony przycisk na panelu sterowniczym	Uszkodzenie mechaniczne, brak właściwego poinstruowania pracowników w zakresie używania i działania zabezpieczenia	Aktywowanie wyłącznika bezpieczeństwa może zapobiec ciężkim uszkodzeniom ciała, a nawet śmierci, wykluczenie doznania urazu nie jest pewne z racji określonego czasu zatrzymania maszyny

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Przedsiębiorstwa A.

Do analizowanych barier proceduralnych w Przedsiębiorstwie A zaliczamy:

- instrukcje stanowiskową – opisuje ona wszystkie czynności wykonywane na stanowisku, uwzględniając kolejność, sposób oraz niezbędne środki bezpieczeństwa wymagane przy ich wykonywaniu,
- wykaz miejsc szczególnie niebezpiecznych na stanowisku (w postaci dokumentu), zwracający uwagę na zachowanie szczególnej ostrożności związanej z wykonywaną czynnością (zagrożeniem),
- wyznaczenie dróg komunikacyjnych, po których mogą poruszać się pracownicy,
- obowiązek zgłaszania każdorazowo zaistniałej sytuacji potencjalnie wypadkowej.

Zestawienie dotyczące barier proceduralnych wdrożonych w Przedsiębiorstwie A umieszczono w tabeli poniżej.

Tabela 3. Arkusz analizy barier proceduralnych

Lp.	Zagrożenie: wirujące wałki bobiniarki		Spowodowanie urazu pracownika – pochwycenie kończyny lub części odzieży roboczej	
	<i>Bariera</i>	<i>Sposób działania bariery (cel, miejsce)</i>	<i>Możliwe przyczyny niezadziałania bariery</i>	<i>Jak bariera może wpłynąć na wypadek?</i>
Barier proceduralne				
1	Instrukcja stanowiskowa	Opisuje ona wszystkie czynności wykonywane na stanowisku uwzględniając kolejność, sposób oraz niezbędne środki bezpieczeństwa wymagane przy ich wykonywaniu, dostępna na każdym stanowisku	Niedostępność dokumentu na stanowisku, nieefektywne szkolenie ogólne oraz instruktaż stanowiskowy, brak nadzoru pracowników w zakresie postępowania zgodnie z instrukcją	Postępowanie zgodnie z instrukcją eliminuje wykonywanie czynności niepożądanych obciążonych nieokreślonym ryzykiem, może zapobiec wypadkowi
2	Wykaz miejsc szczególnie niebezpiecznych	Zwraca uwagę na zachowanie szczególnej ostrożności związanej z wykonywaną czynnością (zagrożeniem)	Niedostępność dokumentu na stanowisku, nieefektywne szkolenie ogólne oraz instruktaż stanowiskowy, brak nadzoru pracowników w zakresie postępowania zgodnie z wykazem	Postępowanie zgodnie z wykazem zmniejsza ryzyko doznania urazu przy czynności związanej z zagrożeniem, może zapobiec wypadkowi
3	Wyznaczone drogi komunikacyjne	Zobligowanie pracowników do poruszania się w wyznaczonych strefach w celu zniwelowania narażenia na kontakt z czynnikami niebezpiecznymi	Nieefektywne szkolenie ogólne oraz instruktaż stanowiskowy, niewidoczne linie dróg komunikacyjnych, drogi komunikacyjne niedrożne	Bariera zmniejsza narażenie pracownika na kontakt z czynnikami niebezpiecznymi w obrębie stanowiska
4	Zgłaszanie sytuacji potencjalnie wypadkowych	Środek profilaktyczny mający na celu wprowadzenie rozwiązań podwyższających poziom bezpieczeństwa na stanowisku, informacje wejściowe dla służb bhp	Nieefektywne szkolenie ogólne oraz instruktaż stanowiskowy, błędy w SZB – brak właściwej komunikacji między komórkami organizacyjnymi oraz pracownikami i ich przełożonymi	Podstawowy element prewencji – właściwe działanie na podstawie zgromadzonych danych może zapobiec wypadkowi

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Przedsiębiorstwa A.

Tworzenie efektywnych barier zachowawczych wymaga przede wszystkim doboru osób kierujących pracownikami posiadających odpowiednią wiedzę i umiejętności oraz potrafiących nawiązać właściwy kontakt z pracownikami i właściwie kreować swój autorytet w wymaganym obszarze, co podkreślono w arkuszu analizy wspomnianych barier na następnej stronie (tabela 4). Do tej grupy barier kwalifikujemy:

- szkolenia obligatoryjne z racji wymogów prawnych:
 - szkolenie wstępne z zakresu bhp,
 - instruktaż stanowiskowy,
- informowanie pracowników o ryzyku zawodowym i ich współudział w jego systematycznej ocenie,
- szkolenia wynikające z wewnętrznych procedur w zakresie używania wyłączników bezpieczeństwa, właściwego użytkowania odzieży roboczej i innych środków ochrony indywidualnej, zachowania szczególnej ostrożności podczas operowania w miejscach niebezpiecznych na stanowisku, postępowania z odpadami występującymi na stanowisku (systematyczne usuwanie odpadów, sposób ich neutralizacji w przypadku substancji chemicznych),
- informacje graficzne przypominające pracownikom o zachowaniu szczególnej ostrożności, nakazie bądź zakazie używania wyznaczonych środków ochrony indywidualnej,

Głównym zadaniem barier proceduralnych i zachowawczych jest ograniczenie zagrożenia człowieka czynnikami niebezpiecznymi i szkodliwymi przez dobór pracowników, właściwą organizację pracy oraz oddziaływanie na bezpieczne zachowanie pracowników.

Wszystkie z scharakteryzowanych barier stosowanych w Przedsiębiorstwie A odgrywają bardzo istotną rolę zwłaszcza przy ochronie przed czynnikami niebezpiecznymi, które mimo niewielkiego ryzyka zagrożenia (oszacowanego uproszczoną metodą w poprzednim rozdziale) w przypadku kontaktu z pracownikiem mogą natychmiast wywołać niepożądane skutki. Oczywiście ważne jest także właściwe zabezpieczenie przed czynnikami szkodliwymi będącymi niejednokrotnie źródłem chorób zawodowych przy długotrwałym oddziaływaniu na pracownika.

Tabela 4. Arkusz analizy barier zachowawczych

Lp.	Zagrożenie: wirujące walki bobiniarki		Spowodowanie urazu pracownika – pochwycenie kończyny lub części odzieży roboczej	
	<i>Bariera</i>	<i>Sposób działania bariery (cel, miejsce)</i>	<i>Możliwe przyczyny niezadziałania bariery</i>	<i>Jak bariera może wpłynąć na wypadek?</i>
Barierzy zachowawcze				
1	Szkolenie wstępne oraz instruktaż stanowiskowy, szkolenia wynikające z wewnętrznych procedur przedsiębiorstwa (środki ochrony indywidualnej, miejsca niebezpieczne, operowanie w strefach niebezpiecznych)	Podnoszenie świadomości pracowników, przekazanie pracownikom sposobów postępowania w określonych sytuacjach (zapinanie odzieży roboczej w pobliżu wirujących elementów, zakaz używania rękawic w pobliżu wirujących elementów, sposoby postępowania z odpadami)	Nieefektywne prowadzenie szkoleń przez osoby nieposiadające właściwych kompetencji i wiedzy, brak zaangażowania pracowników najniższego zaszerogowania, błędy w SZB	Efektywne szkolenia wpływają na kształtowanie świadomości i kultury bhp wśród pracowników, kreują „bezpieczne” zachowania, pracownicy uczestniczą w kształtowaniu poziomu bezpieczeństwa, co może zapobiec sytuacjom wypadkowym
2	Udział pracowników w ocenie ryzyka zawodowego na stanowisku pracy	Zilustrowanie pracownikom zagrożeń występujących w środowisku pracy, współpraca przy wprowadzaniu środków zwiększających bezpieczeństwo, kreowanie świadomości o konsekwencjach wynikających z zagrożeń	Źle przeprowadzona ocena ryzyka zawodowego, brak udziału pracowników przy tworzeniu oceny, brak realizacji wymogów prawnych odnośnie do zapoznawania pracowników z oceną ryzyka, błędy w SZB	Pracownicy mają świadomość zagrożeń i możliwych do wystąpienia konsekwencji, podwyższenie kultury bhp i kreowanie „bezpiecznych” zachowań może zapobiec wypadkowi
3	Znaki graficzne (informacyjne, nakazu, zakazu, ostrzegawcze)	Umieszczone w miejscach niebezpiecznych, widoczne, czytelne	Brak znaków w miejscach niebezpiecznych, znaki zabrudzone, uszkodzone lub zdemontowane	Zwracają uwagę pracownika, przypominają o zagrożeniach i właściwym postępowaniu w wyznaczonych strefach, prewencja wypadkowa

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Przedsiębiorstwa A.

Czasowe ujęcie wypadku w modelu STEP

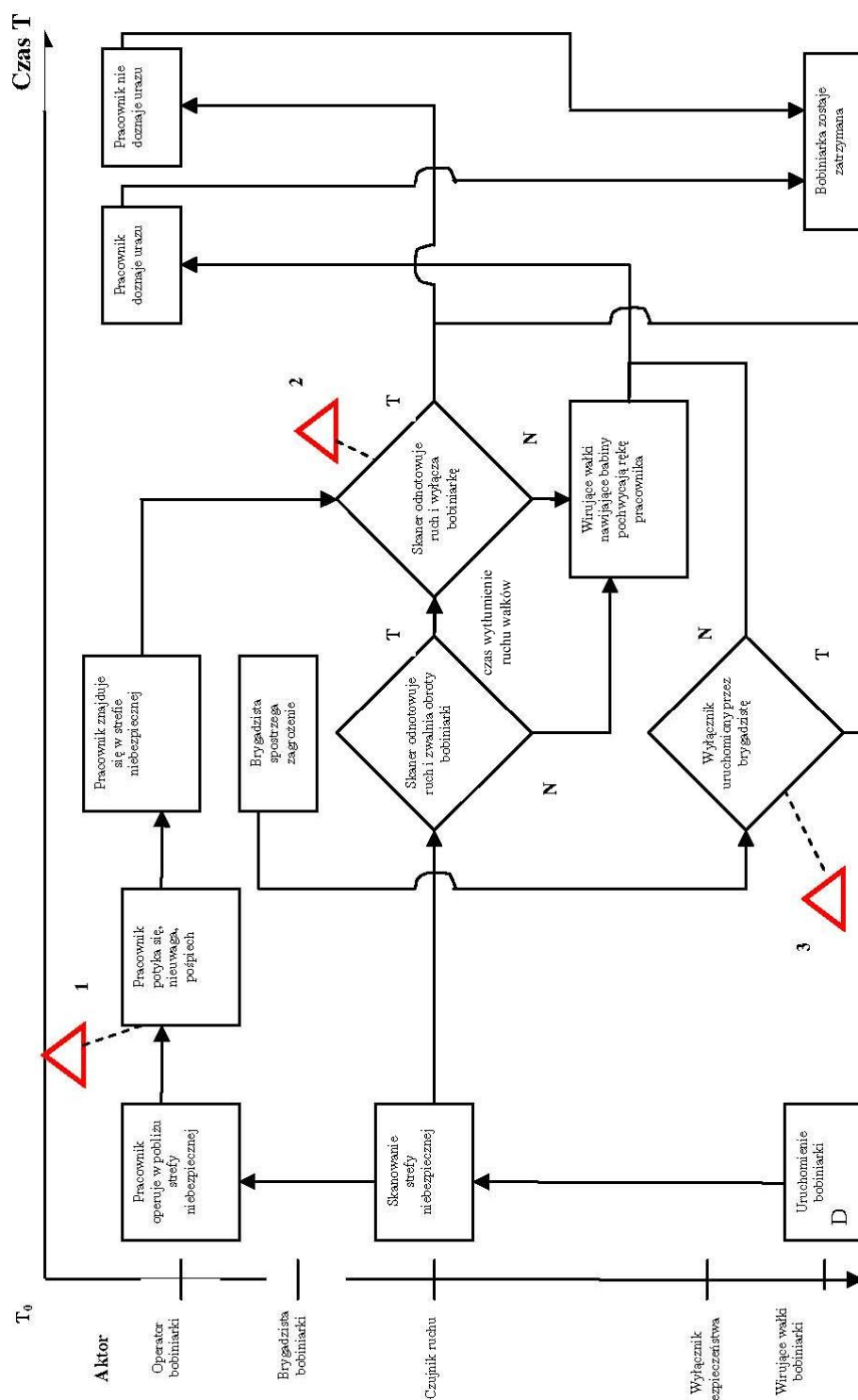
Kolejnym modelem przedstawiającym ujęcie procesowe wypadku jest model STEP. Na rysunku 4 zilustrowana została sekwencja wypadkowa (zdarzenie wypadkowe) uwzględniająca nakładanie się na siebie kolejnych zdarzeń (działanie) inicjowanych przez pracowników lub obiekty techniczne (aktorzy) w czasie i wzajemne oddziaływanie na siebie. Zastosowanie tej metody pozwoliło wyszczególnić obszary, w których mogą wystąpić błędy związane z bezpieczeństwem, co na rysunku zostało oznaczone czerwonymi trójkątami i opisane w tabeli poniżej (podstawowe środki zapobiegawcze i działania sugerowane).

Tabela 5. Obszary problemowe zidentyfikowane przez model STEP – obsługa bobiniarki

Lp.	Obszar problemowy	Środki zapobiegawcze	Działania sugerowane
1	Nieusunięte odpady na stanowisku pracy (papier, rozlane substancje), leżące na ziemi narzędzia ręczne (nóż), uszkodzenia posadzki, brak zachowania szczególnej uwagi przy operowaniu w pobliżu stref niebezpiecznych	Instruktaż stanowiskowy, szkolenia w zakresie postępowania z odpadami, zgłaszanie wszelkich uszkodzeń posadzki osobom przełożonym, wykaz miejsc niebezpiecznych w obrębie stanowiska i szkolenia w tym zakresie	Nadzór pracowników w zakresie utrzymania porządku na stanowisku, dodatkowe informacje graficzne i tekstowe
2	Źle skalibrowany czujnik ruchu, działanie czujnika tylko do wysokości 70 cm, mechaniczne uszkodzenie czujnika, czujnik wyłączony przez pracowników	Zakaz wyłączania bądź zmiany ustawień czujnika przez nieupoważnionych pracowników, zgłaszanie wszelkich nieprawidłowości w działaniu oraz stanie technicznym czujnika osobom przełożonym	Zastosowanie czujnika spełniającego wymagania Polskiej Normy, systematyczne kontrole w zakresie działania czujnika ruchu
3	Wyłącznik bezpieczeństwa zdemontowany lub uszkodzony, pracownik nie potrafi szybko zlokalizować wyłącznika	Instruktaż stanowiskowy, instrukcje dotyczące używania i lokalizacji wszystkich wyłączników bezpieczeństwa oraz szkolenia w tym zakresie, zgłaszanie wszelkich nieprawidłowości w działaniu wyłączników osobom przełożonym	Systematyczne kontrole w zakresie sprawności działania wyłączników bezpieczeństwa

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Przedsiębiorstwa A.

Niestety, obecna technika nie pozwala na natychmiastowe zatrzymanie wirujących elementów maszyny. Mówimy tu o tzw. czasie wytłumienia maszyny, a co za tym idzie czasie, w którym mimo zadziałania technicznych środków bezpieczeństwa kontakt pracownika z wirującymi elementami maszyny jest nadal niebezpieczny.



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zgromadzonych w Przedsiębiorstwie A.

Technika drzewa błędów FTA

Złożoność przyczyn wypadku oraz umiejscowienie poszczególnych przyczyn zostały już obszernie ukazane we wcześniejszych modelach aczkolwiek, aby dokonać kompleksowej analizy rozpatrywanego zdarzenia użyto także techniki FTA. Na rysunku 5 przedstawiono trzy główne grupy zdarzeń elementarnych prowadzących do zdarzenia szczytowego, którym jest wypadek.

Pierwsza grupa dotyczy możliwych przyczyn niezadziałania czujnika ruchu, czyli jego braku reakcji na osoby, przedmioty bądź obiekty techniczne, mogące znaleźć się w skanowanej strefie. Wystarczy jedno zdarzenie elementarne, aby nastąpiło zdarzenie przejściowe. Na bramce OR uzyskaliśmy sumę logiczną zdarzeń podstawowych:

$$(A + B + C + D)$$

Kolejną grupą są zdarzenia mogące spowodować wkroczenie pracownika w obszar strefy niebezpiecznej z dokładnym wyszczególnieniem możliwych przyczyn potknięcia się pracownika i incydentalnego „wpadnięcia” w skanowany przez czujnik obszar przy elementach wirujących bobiniarki. Połączenie tych zdarzeń ponownie dało nam logiczną sumę w postaci:

$$(E + F)$$

W ostatniej kolejności opisano środki bezpieczeństwa w postaci wyłącznika bezpieczeństwa zatrzymującego maszynę. Ponownie jeden z wariantów prowadzi do zdarzenia przejściowego „Wyłącznik bezpieczeństwa nieaktywniony” i uzyskujemy na bramce:

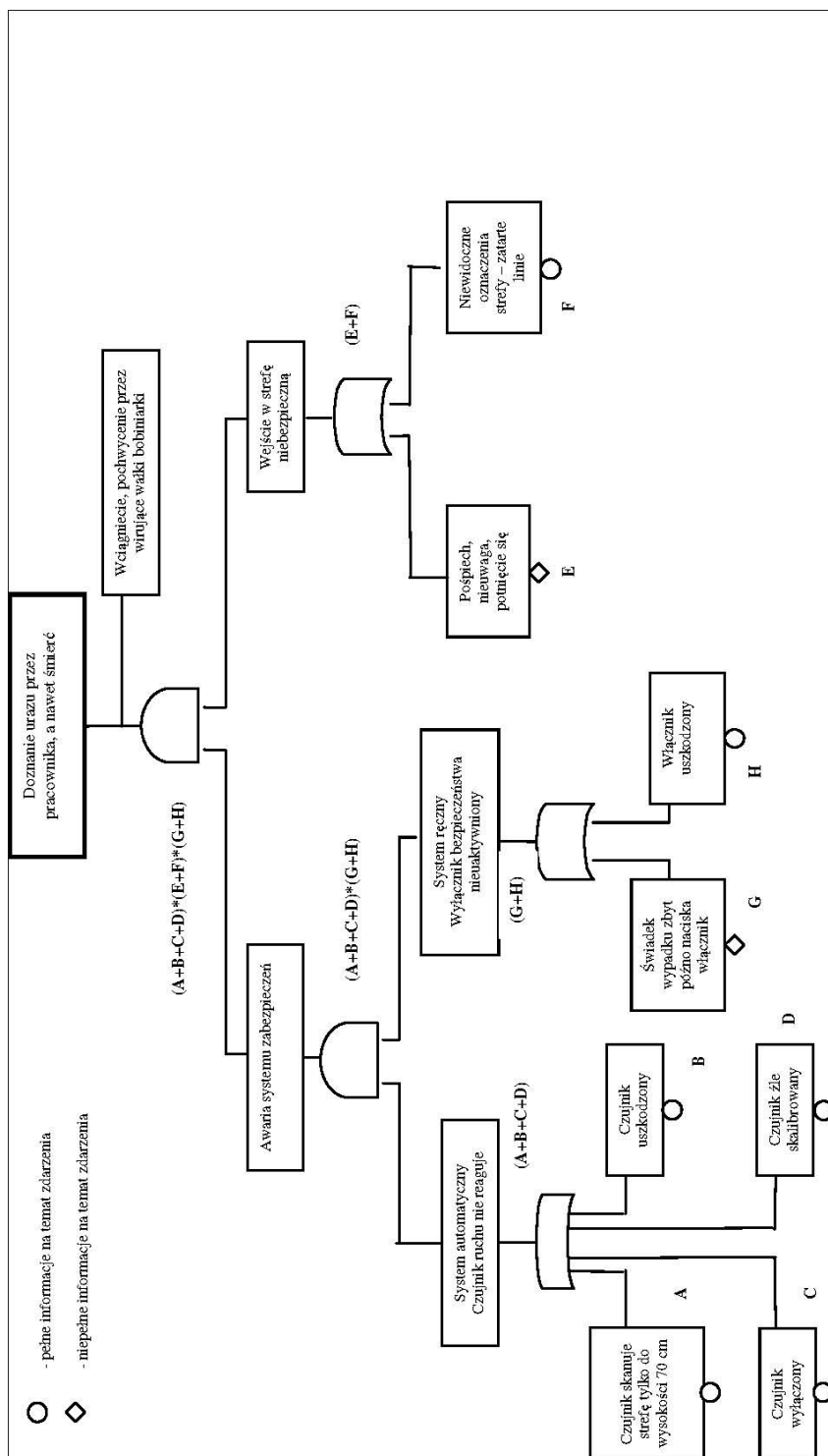
$$(G + H)$$

Wypadek może nastąpić tylko w momencie wystąpienia jednocześnie wszystkich zdarzeń przejściowych opisanych powyżej. Logiczny iloczyn daje nam:

$$(A + B + C + D) * (E + F) * (G + H)$$

Dokonując prostych obliczeń, uzyskujemy sumę wyrażeń trzelementowych, których liczba ilustruje nam minimalny zbiór wydarzeń prowadzących do zdarzenia szczytowego:

$$MCS = 16$$



Rys. 5. Analiza wypadku przy obsłudze bobiniarki – technika FTA

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zgromadzonych w Przedsiębiorstwie A.

3. Podsumowanie analiz i działań prewencyjnych

Głównym celem w zakresie ustalonej i realizowanej polityki bezpieczeństwa w Przedsiębiorstwie A jest zapobieganie wypadkom przy pracy oraz ochrona zdrowia i życia wszystkich pracowników, podwykonawców i gości przebywających na jego terenie.

Dokonując analizy najpoważniejszego zagrożenia występującego na terenie zakładu, jakim jest wciągnięcie lub pochwycenie przez wirujące części maszyny na stanowisku obsługi bobiniarki, w dążeniu do minimalizacji ryzyka związanego z powyższym zagrożeniem w przedsiębiorstwie wdrożono wiele rozwiązań w obszarze techniki oraz organizacji prac. W ramach ciągłego doskonalenia systemu zarządzania bezpieczeństwem, a co za tym idzie prewencji wypadkowej modelowanie wypadków przy pracy stało się cennym źródłem informacji dla firmy.

Stworzone klasyczne modele wypadkowe przedstawiły drogę do powstawania wypadku, uwzględniając możliwe do zaistnienia błędy i wadliwe obszary systemu zarządzania bezpieczeństwem w Przedsiębiorstwie A odnoszące się do stosowanych zabezpieczeń technicznych, działań organizacyjnych oraz zachowań ludzkich. Przeprowadzone analizy barier w powiązaniu z powyższymi aspektami zwróciły szczególną uwagę na:

- aspekt związany ze świadomością najwyższego kierownictwa, którego decyzje zapewniają właściwe zasoby pozwalające realizować zamierzone cele związane z bezpieczeństwem,
- zaangażowanie osób kierujących pracownikami w realizację polityki bezpieczeństwa i kształtowanie kultury bezpiecznej pracy,
- przeglądy, utrzymywanie, wdrażanie nowych procedur, instrukcji i regularne kontrole pracowników w celu ich przestrzegania,
- stosowanie nowych rozwiązań technicznych w celu eliminacji lub ograniczenia występujących na terenie Przedsiębiorstwa A zagrożeń oraz regularne kontrole ich stanu zapewniającego sprawność ich działania (wentylacja ogólna i wyciągowa w miejscach zwiększonej emisji oparów, czujniki kontrolujące stężenie łatwopalnych oparów w środowisku pracy, centralny system gaszenia itp.), a także zatrudnianie kompetentnego personelu do ich montażu i konserwacji,
- szkolenia i podwyższanie poziomu wiedzy pracowników w celu wspólnego kształtowania bezpiecznego środowiska pracy oraz angażowanie pracowników w ocenę ryzyka zawodowego,
- sposoby postępowania z substancjami chemicznymi – transportowanie, składowanie, przelewanie, mieszanie, podłączanie pojemników z substancjami do instalacji odprowadzającej ładunki elektrostatyczne,
- obsługę wybranych maszyn i urządzeń tylko przez uprawnionych pracowników,
- właściwe postępowanie podczas wykonywania czynności w strefach zagrożonych pożarem, wybuchem,

- stosowanie odpowiednich zabezpieczeń podczas transportu ciężkich ładunków (role surowca),
- zachowanie porządku i ładunku na stanowiskach pracy.

Wykorzystanie procesowych modeli wypadków przy pracy, jak systematyka STEP oraz drzewa błędów FTA oraz zdarzeń ETA, pozwoliło szczegółowo przedstawić samą sytuację niebezpieczną przy wykonywaniu wspomnianych wcześniej czynności. Dzięki tym analizom uzyskano informacje dotyczące ciągu przyczynowo-skutkowego prowadzącego do wypadku. Model STEP zidentyfikował obszary problemowe i zasugerował dokładniejsze działania związane z:

- każdorazowymi kontrolami stanu technicznego pojemników do transportu i składowania substancji chemicznych,
- oznakowaniem stref, w których pracownik narażony jest na działanie czynników niebezpiecznych,
- sposobami komunikowania zauważonych sytuacji potencjalnie wypadkowych na terenie Przedsiębiorstwa A,
- nadzorem pracowników w zakresie postępowania zgodnie z procedurami, instrukcjami, poleceniami i nakazami na stanowiskach pracy,
- kontrolami stanu technicznego wyłączników bezpieczeństwa,
- obsługą maszyn i urządzeń oraz zgłaszania nieprawidłowości w ich działaniu.

Graficzne drzewa zilustrowały powiązania wszystkich wymienionych wyżej elementów i ich wzajemne relacje, uwzględniając możliwe kombinacje powstania wypadku przy pracy i określenie ich dokładnej liczby.

Metoda FTA – drzewa błędów jest najdokładniejsza i pokazuje współzależność między przyczynami incydentu wypadkowego, czego nie uda się określić, np. w modelu przepływu energii.

Podsumowując, wykorzystanie metod analiz zabezpieczeń i modeli zdarzeń wypadkowych mogących zaistnieć na terenie Przedsiębiorstwa A może stać się istotnym elementem prewencji wypadkowej, jak również może stanowić efektywne narzędzie do kontroli stanu bezpieczeństwa i podejmowania kroków dążących do bardziej efektywnego zarządzania bezpieczeństwem w przedsiębiorstwie.

Literatura

- [1] **Bogdan M., Boczkowska K.:** Modelowanie wypadków przy pracy, Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej 2007.
- [2] **Kjellen U.:** Prevention of accidents through experience feedback, Taylor&Francis, London 2000, s. 35.
- [3] **Markowski A.S.:** Zapobieganie stratom w przemyśle cz. II. Zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej 1999.
- [4] **Pietrzak L.:** Badanie wypadków przy pracy – modele i metody, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2004.
- [5] **Pietrzak L.:** Modelowanie wypadków przy pracy, Bezpieczeństwo Pracy 4/2002.

- [6] **Podgórski D., Pawłowska Z.:** Podstawy systemowego zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2004.
- [7] **Snorre S.:** Methods for accident investigation, Norwegian University of Science and Technology, Dept. of Production and Quality Engineering 2002.

MODELING ACCIDENTS AT WORK ON BENCH BOBINIARKA IN PRODUCTION FACOTY

Summary

This article presents an accident at work modeling and analysis of the potential causes for your production company, as the basis to identify problem areas requiring change and the introduction of appropriate preventive action in relation to the objectives pursued by the security policy in the company. It is a continuation of work started in the authors' previous publications.