

## KONCEPCJA BADANIA ZAGROŻEŃ W PRODUKCJI PRZY ZASTOSOWANIU TECHNIKI FILMOWEJ

*Maria Kanecka*

Instytut Badawczy Leśnictwa

### WPROWADZENIE

Dotychczasowe sposoby badania wypadków przy pracy polegają na analizie śladów i skutków wypadku. Celem takiej analizy jest odtworzenie przebiegu zdarzenia i wskazanie środków zapobiegawczych. Podstawą retrospekcji są relacje świadków zajścia oraz szkice i zdjęcia przedstawiające fakty. Ustalenie przebiegu zdarzenia nie zawsze jest jednak możliwe, bowiem okoliczności wypadku bywają często wieloznaczne lub nieczytelne. Retrospektywna analiza wypadku prowadzi przy tym do zapobiegania powstawaniu analogicznych zjawisk. Zmienność produkcji stwarza jednak sytuacje warunkujące powstawanie coraz to nowych wypadków, co ogranicza skuteczność współczesnej profilaktyki. Konieczna wydaje się więc taka interpretacja zjawiska wypadku, która umożliwiłaby prospekcję tych zdarzeń w stale zmieniających się warunkach produkcji.

Wypadek przy pracy jest zjawiskiem dynamicznym i wymaga zinterpretowania na tle procesu produkcyjnego. Technika umożliwiającą analizę dynamicznych zjawisk (procesów produkcyjnych i wypadków) jest technika filmowa.

### WYPADEK JAKO ZJAWISKO ZACHODZĄCE W PROCESIE PRODUKCJI

W systemie organizacji produkcji można wyróżnić następujące procesy:

- procesy produkcyjne podstawowe, realizujące główne cele przedsiębiorstwa,
- procesy remontowe,
- procesy zaopatrzenia i zbytu,
- procesy przygotowania produkcji,
- procesy informacyjne,
- procesy kierownicze [1].

Wypadki główne mają miejsce w procesach podstawowych i remontowych.

W skład dowolnego procesu produkcyjnego wchodzi trzy sekwencje:

- 1) sekwencja działań człowieka,
- 2) sekwencja funkcjonowania urządzeń,
- 3) sekwencja przemian tworzywa.

W toku produkcji pomiędzy wymienionymi sekwencjami zachodzą sprzężenia zwrotne. Niektóre z tych sprzężeń mają charakter krytyczny i stanowią źródło zagrożeń [2]. Człowiek wchodzi w takie związki przestrzenno-czasowe z urządzeniem lub tworzywem, że nie sposób wykluczyć możliwości zajścia wypadku. Prawdopodobieństwo przekształcenia się krytycznych sprzężeń w wypadku wiąże się z zagadnieniami niezawodności procesu.

Wprowadzenie do produkcji człowieka o niskich kwalifikacjach, niesprawnego urządzenia itp. zakłóca dynamizują zagrożenia. Zachodzące w procesach produkcyjnych (podstawowych i ewentualnie remontowych) wypadki mają więc swoje uwarunkowania w innych procesach, występujących w danym systemie produkcji lub w systemach stanowiących jego otoczenie np. brak części zamiennych do maszyn może wynikać z niedoskonałości procesu zaopatrzenia lub braku tych części na rynku.

O zagrożeniach decyduje również energia wytwarzana przez składniki procesu produkcyjnego oraz ich właściwości. Pierwotnym składnikiem procesu produkcyjnego jest tworzywo. Do właściwości tworzywa człowiek dostosowuje się przez urządzenia, metody pracy itp. Występujące tworzywa można sklasyfikować w zależności od struktury i właściwości fizykochemicznych. Tworzywa mogą posiadać strukturę stałą, ciekłą i gazową. Mogą odznaczać się właściwościami toksycznymi, palnymi, wybuchowymi itp., a emitowana forma energii fizycznej czy chemicznej stanowi o zagrożeniach w toku produkcji [3].

Występujące w procesach produkcyjnych urządzenia można podzielić na:

- urządzenia statyczne (budynki, drogi itp.),
- urządzenia zasilane własnym źródłem energii,
- urządzenia zasilane siłą mięśni człowieka lub zwierzęcia.

Urządzenia statyczne typu budynki, drogi determinują związane z nimi procesy, a nie dopasowanie tych urządzeń do potrzeb produkcji może być przyczyną wzrostu zagrożeń. W sytuacji krytycznych sprzężeń urządzenia posiadające własne źródło energii stwarzają zagrożenia określone formą tej energii. W przypadku urządzeń zasilanych siłą człowieka czy zwierzęcia o zagrożeniach decyduje energia mechaniczna. Również sam człowiek działający w procesie produkcyjnym wytwarza energię mechaniczną, która może zadecydować o obrażeniach, np. przy upadku [3].

RODZAJE SPRZEŻEŃ KRYTYCZNYCH

Człowiek przez swoje działania wchodzi w związki przestrzenno-czasowe z urządzeniem i tworzywem. Działania te najogólniej można podzielić na dwie grupy:

- działania, których celem jest przemieszczenie się człowieka w czasie i przestrzeni, np. przejście na stanowisko pracy;
- działania, których celem jest wykonanie konkretnej czynności, dotyczącej obsługi urządzenia lub przemiany tworzywa, np. uruchomienie pilarki, ułożenie drewnianego wałka na stosie itp. Wyróżnione grupy działań mogą decydować o powstawaniu swoistych krytycznych sprzężeń [3].

Dynamiczne stany decydujące o krytycznych sprzężeniach składników procesu	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Człowiek przemieszcza się w czasie i przestrzeni	a)			a)	a)		a)
Funkcjonujące urządzenie wpływa na otoczenie		a)		a)		a)	a)
Ulegające przemianom tworzywo wpływa na otoczenie			a)		a)	a)	a)

cz – człowiek

u – urządzenie

t – tworzywo

Rys. 1. Możliwe rodzaje krytycznych sprzężeń określone ze względu na przemieszczanie się człowieka w czasie i przestrzeni oraz ze względu na oddziaływanie urządzenia i tworzywa na otoczenie

Na rysunku 1 przedstawiono graficznie rodzaje krytycznych sprzężeń, jakie mogą wytworzyć się w procesie w związku z pierwszą grupą działań. Strzałkami oznaczono dynamikę składników procesu produkcyjnego, natomiast kreski oznaczają brak zmian dynamicznych. W pierwszej kolumnie poziomej przedstawiono możliwe kombinacje stanów dynamicznych i statycznych człowieka, urządzenia i tworzywa w procesie produkcyjnym. Kombinacje strzałek i kresek w drugiej kolumnie oznaczają krytyczne sprzężenia pomiędzy przemieszczającym się w czasie i przestrzeni człowiekiem a urządzeniem i tworzywem. Przechodzący po zrębie drwał

na przykład może potknąć się i upaść na dłużyce. Przechodzący obok obracającego się bębna betoniarki robotnik może zostać uderzony przez bęben itp.

Na rysunku 1 przedstawiono w 3 i 4 kolumnie wpływ urządzenia i tworzywa na otoczenie. Funkcjonujące urządzenie i ulegające przemianom tworzywo mogą stwarzać zagrożenia nawet w przypadkach, gdy człowiek nie znajduje się z nimi w bezpośrednim kontakcie, np. przez emisję hałasu, związków toksycznych itp. Właściwie dobrane do podłoża obuwie, ład na stanowiskach pracy, wygodne rozmieszczenie stanowisk w przestrzeni itp. mogą stanowić środki zapobiegawcze w takich sytuacjach [3].

Na rysunku 2 przedstawiono krytyczne sprzężenia, jakie mogą wystąpić w czasie działań związanych z obsługą urządzenia i dokonywanych na tworzywie przez człowieka. Znaki graficzne w pierwszej kolumnie pionowej obrazują możliwe rodzaje sprzężeń występujących w toku produkcji, a więc:

- pomiędzy człowiekiem i urządzeniem,
- pomiędzy człowiekiem i tworzywem,
- pomiędzy urządzeniem i tworzywem,
- pomiędzy człowiekiem, urządzeniem i tworzywem.

Sprzężenia pomiędzy trzema sekwencjami procesu produkcyjnego mogą charakteryzować się tym, że człowiek w sprzężeniu będzie się bezpośrednio kontaktował:

- z urządzeniem, np. ścinanie drzewa pilarką,
- z tworzywem, np. podawanie deski na tarczę piły w celu jej przecięcia,
- jednocześnie z urządzeniem i tworzywem, np. podkładanie ręką liny wciągarki pod dłużycami,
- jednocześnie z urządzeniem i tworzywem, które nie są wzajemnie sprzężone, np. przenoszenie urządzenia i tworzywa na stanowisko pracy.

W kolumnach poziomych, odpowiadających poszczególnym sprzężeniom, oznaczono możliwe sprzężenia krytyczne i ich obiekty. W pierwszej kolumnie wyrażono więc krytyczne sprzężenie pomiędzy człowiekiem i obsługiwanym przez niego urządzeniem. W tym krytycznym sprzężeniu może doznać urazu człowiek ( $u \leftarrow \begin{array}{c} \square \\ \downarrow \\ \text{cz} \end{array}$ ), może zostać uszkodzone urządzenie ( $\begin{array}{c} \square \\ \downarrow \\ \text{cz} \end{array} \rightarrow u$ ), jak również obiektami wypadku mogą być obydwa składniki ( $u \leftarrow \begin{array}{c} \square \\ \downarrow \\ \text{cz} \end{array}$ ). Analogicznie oznaczono krytyczne sprzężenia i ich obiekty: pomiędzy człowiekiem i tworzywem (kolumna 2), urządzeniem i tworzywem (kolumna 3) oraz człowiekiem, urządzeniem i tworzywem (kolumna 4-7). Rozmiary obrażeń ( $R_o$ ), jakich może doznać człowiek w krytycznym sprzężeniu, będą zależały od wielkości energii wytworzonej przez składniki w momencie wypadku. Zależność tę można zinterpretować następującym wzorem:

Rodzaje krytycznych sprzężeń							
Możliwe rodzaje sprzężeń pomiędzy składnikami procesu	Człowiek	Urządzenie	Tworzywo	Człowiek i urządzenie	Człowiek i tworzywo	Urządzenie i tworzywo	Złówek urządzenie i tworzywo
1	2	3	4	5	6	7	8

$$R_o = f(E_{cz}, E_u, E_t)$$

gdzie:

$E_{cz}$  — energia wytworzona przez człowieka, np. przy upadku,

$E_u$  — energia urządzenia,

$E_t$  — energia tworzywa.

Analizując procesy produkcyjne można zatem określać krytyczne sprzężenia i ich ewentualne skutki. W prosty sposób można również globalnie oceniać bezpieczeństwo człowieka w procesie przez zastosowanie następującego wskaźnika, umownie nazwanego wskaźnikiem bezpieczeństwa:

$$W_b = \frac{\sum_{ks} t_{ks} \cdot x_{ks} \cdot P_{ks}}{t_p} \cdot 100$$

gdzie:

$\sum_{ks} t_{ks}$  — suma czasu trwania krytycznych sprzężeń w procesie produkcji,

$t_p$  — czas trwania procesu produkcyjnego,

$P_{ks}$  — prawdopodobieństwo zajścia wypadku, ustalane szacunkowo lub w oparciu o statystykę wypadków [3].

Warto zasygnalizować, że idea krytycznych sprzężeń jak i omówione wzory mogą posłużyć do interpretacji zagrożeń, składających się na powstawanie chorób zawodowych i przemysłowych zanieczyszczeń naturalnego środowiska. Choroby zawodowe od wypadków można rozróżnić jedynie w oparciu o kryterium czasu ich powstawania. Zagadnienie zanieczyszczeń w naturalnym środowisku natomiast sprowadza się do poszerzenia zakresu, w jakim mogą być rozpatrywane skutki krytycznych sprzężeń.

#### ZASTOSOWANIE TECHNIKI FIMOWEJ W BADANIACH I PROFILAKTYCE ZAGROŻEŃ

Ze względu na profilaktykę badanie krytycznych sprzężeń powinno mieć miejsce:

— na etapie modelowania procesów produkcyjnych, przed ich upowszechnieniem w praktyce,

— w stosowanych procesach produkcyjnych, w których zachodzą wypadki.

Badanie zagrożeń sprowadza się do kilku etapów:

1. W pierwszym etapie konieczne jest ustalenie i zapisanie (w sposób wzajemnie zsynchronizowany w czasie) przebiegu sekwencji w badanym procesie produkcyjnym. W przypadku procesów znajdujących się w stadium modelowania potrzebne jest więc zaprojektowanie modelu każdej

sekwencji, natomiast w przypadku stosowanych procesów zarejestrowanie przebiegu sekwencji w praktyce. Rejestrację procesów produkcyjnych umożliwia zastosowanie do tego celu techniki filmowej. Ze względu na konieczność prowadzenia szczegółowej analizy można również sfilmować modelowany proces w zainscenizowanych warunkach produkcyjnych. Przy filmowaniu ważne jest, aby:

— rejestrowanie procesu odbywało się w sposób zachowujący jego ciągłość;

— centralną sekwencją była sekwencja człowieka, który przez swoje działania wchodzi w określone związki przestrzennoczasowe z urządzeniem i tworzywem;

— zostały zarejestrowane wszelkie warianty procesów produkcyjnych, wynikające z odchyłeń od przyjętych założeń i normatywów.

2. Drugi etap sprowadza się do analizy sprzężeń zachodzących pomiędzy sekwencją działań człowieka, sekwencją funkcjonowania urządzenia oraz sekwencją przemian tworzywa, zgodnie z omówioną poprzednio koncepcją. Sfilmowanie procesu produkcyjnego umożliwia jego szczegółową analizę, gdyż pozwala na:

— odtwarzanie procesu dowolną ilość razy,  
— odtwarzanie procesu w zwolnionym tempie,  
— zatrzymywanie i cofanie obrazu,  
— określanie czasu trwania sprzężeń pomiędzy sekwencjami, a także czasu trwania poszczególnych sekwencji w sprzężeniu.

W wyniku analizy mają więc być określone:

— krytyczne sprzężenia i ich ewentualne obiekty,  
— możliwe rozmiary obrażeń, jakie mogą związać się z poszczególnymi sprzężeniami,  
— uwarunkowania krytycznych sprzężeń od innych procesów,  
— czas trwania krytycznych sprzężeń w badanym procesie produkcyjnym.

Wykorzystując oficjalne statystyki wypadków do określenia prawdopodobieństwa przekształcania się zagrożeń w fakty można obliczyć wskaźnik bezpieczeństwa —  $W_b$ .

3. Ostatni etap badań sprowadza się do określenia rozwiązań profilaktycznych dla każdego krytycznego sprzężenia. Rozwiązania te mogą polegać na:

— usprawnieniach organizacyjnych, takich jak zmiana metody pracy, racjonalizacja stosowanego urządzenia itp.  
— zmianie koncepcji procesu, np. technologii, urządzeń.

Udoskonalona lub zmieniona wersja procesu produkcyjnego powinna znaleźć swój wyraz w postaci wzajemnie zsynchronizowanych w czasie opisów sekwencji człowieka, urządzenia i tworzywa. Opisy pozwalają

uniknąć sytuacji, w których proponowane rozwiązanie dla określonego krytycznego sprzężenia powoduje powstawanie krytycznych sprzężeń w innych momentach procesu. Sporządzanie opisów procesu zmusza także do zasygnalizowania krytycznych sprzężeń, które nie zostały rozwiązane oraz do określenia normatywów, zachowanie których zmniejsza prawdopodobieństwo zajścia wypadku. Zmienioną wersję procesu można porównać z wersją poprzednią przez przeliczenie wskaźnika bezpieczeństwa. Opisy zawierające szczegółowy przebieg sekwencji w procesie produkcyjnym mogą być wykorzystane do filmów dydaktycznych. Tak więc technika filmowa stanowi ważne narzędzie w badaniach i profilaktyce zagrożeń.

### WNIOSKI

1. Tradycyjne retrospektywne badania wypadków są niewystarczające, ponieważ ograniczają się do zapobiegania powstawaniu jedynie zjawisk analogicznych. Tymczasem zmienność warunków produkcji stwarza okoliczności do powstawania nowych wypadków. Konieczne stało się więc opracowaniem koncepcji, umożliwiającej przewidywanie wypadków.

2. Wypadek przy pracy jest zjawiskiem dynamicznym i powstaje w wyniku krytycznych sprzężeń, zachodzących pomiędzy działającym człowiekiem, funkcjonującym urządzeniem i ulegającym przemianom tworzywem w procesie produkcyjnym.

3. Analizę procesu produkcyjnego i określenie krytycznych sprzężeń oraz środków profilaktycznych ułatwia zastosowanie w badaniach techniki filmowej.

### LITERATURA

1. Chajtman S.: Podstawy organizacji procesu produkcyjnego, PWN, Warszawa 1971.
2. Chajtman S., Kanecka M.: Badania nad uwarunkowaniami wypadku przy pracy do organizacji produkcji. *Ochr. Pr.* 9, 8-9, 1975.
3. Kanecka M.: Opracowanie podstaw prospektywnego sposobu badania zagrożeń w systemie organizacji produkcji, dokumentacja z badań. Instytut Leśnictwa, 1978.



*Мария Канэцка*

## КОНЦЕПЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УГРОЗ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФИЛЬМОВОЙ ТЕХНИКИ

### Резюме

Применяемые до сих пор способы исследования и профилактики несчастных случаев заключаются в отображении хода случаев и разработке системы средств предотвращающих возникание аналогичных явлений. Постоянно изменяющиеся условия производства приводят к возниканию все новых несчастных случаев и поэтому является необходимой разработка концепции, которая бы позволила предусматривать и противодействовать этим случаям прежде чем они станут фактами. В указанной концепции несчастный случай на работе рассматривается как явление возникающее в результате критических сопряжений, происходящих в ходе производственного процесса между действующим человеком, функционирующим оборудованием и подвергающимся изменениям веществом. Динамический подход к несчастному случаю указывает на необходимость применения в исследовании данного случая фильмовой техники, которая делает возможными регистрацию и последующий анализ производственных процессов.

*Maria Kanecka*

## CONCEPT OF INVESTIGATION OF THREATS FOR PRODUCTION AT THE FILM TECHNIQUE APPLICATION

### Summary

The hithero ways of investigation and prophylaxy of accidents consist in reproduction of the accident course and working out the system of means preventing the occurrence of analogic phenomena. Constantly changing production conditions lead to some new accidents, and therefore it would be necessary to work out a concept enabling forecasting and preventing the accidents before they became facts. In the concept an accident at work is interpreted as occurring in consequence of critical linkages in the production process course between acting man, functioning device and changeable stuff. A dynamical approach to the accident proves the necessity of application of the film camera in such investigations, which would enable recording and subsequent analysis of the production processes.