

UNIwersYTET PRZYRODnicZY W LUBLINIE

WYDZIAŁ INŻYNIERII PRODUKCJI

mgr inż. Grzegorz Tatar

**Diagnostyczna identyfikacja technicznych, technologicznych
i formalnych uwarunkowań wypadkowości w produkcji
wybranych surowców opakowaniowych**

Autoreferat rozprawy doktorskiej

Promotor:

dr hab. inż. Dariusz Góral

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Recenzenci:

dr hab. Monika Stoma

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Prof. Dr hab. Klaudiusz Lenik

Politechnika Lubelska

Lublin 2018

Spis treści

1. Wstęp.....	4
2. Cel pracy i problem naukowy.....	6
3. Metodyka badań	8
3.1 Badanie spełnienia wymagań bezpieczeństwa przez maszyny i urządzenia.	8
3.1.1. Zakres badań.	8
3.1.2. Metodyka badania i oceny stanu bezpieczeństwa maszyn i urządzeń.	8
3.2. Badania natężenia hałasu oraz stężenia pyłów w środowisku pracy.....	9
3.2.1. Zakres badań.	9
3.2.2. Metodyka badania natężenia hałasu słyszalnego.	9
3.2.3 Metodyka badania stężenia pyłów.	10
4. Wyniki badań i ich dyskusja.....	11
4.1. Wpływ stanu maszyn i urządzeń na wypadkowość.	11
4.2. Wpływ natężenia hałasu na stanowiskach pracy na wypadkowość.	11
4.3. Wpływ stężenia pyłów na stanowiskach pracy na wypadkowość.....	12
5. Model ekonometryczny oceny wypadkowości.	14
6. Wnioski.....	17
7. Wybrane pozycje bibliografii	19

1. WSTĘP.

Produkcja surowców opakowaniowych w Polsce to jedna z dynamiczniej rozwijających się gałęzi gospodarki. Nowe rynki zbytu po wejściu w struktury Unii Europejskiej oraz tranzytowy charakter Polski stanowią istotny impuls rozwoju sektora opakowań, który stał się po 2005 r. jedną z najbardziej dynamicznie rozwijających się gałęzi przemysłu w Polsce. Szacunki wzrostu produkcji opakowań do roku 2020 to średnio 6,8% rocznie. W chwili obecnej około 4300 firm to liczący się na rynku producenci opakowań zatrudniający ponad 230 tysięcy osób. Analizując strukturę opakownictwa w Polsce, należy zwrócić uwagę na wzrost znaczenia opakowań z tworzyw sztucznych. Pozostałe to przede wszystkim opakowania papierowe i z tektury, następnie drewniane i w stale zmniejszającym się zakresie opakowania szklane i metalowe. Największym udziałowcem rynku opakowań w Polsce jest przemysł spożywczy (około 65%, wartość ok. 4,9 mld euro). Drugim, z udziałem na poziomie około 23% (1,71 mld euro), jest sektor produkcji przemysłowej (chemicznej, elektronicznej, meblarskiej), a następnie przemysł farmaceutyczny - 6,5% (0,53 mld euro) i kosmetyczny – udział około 5,5% (0,46 mld euro).

Identyfikacja zagrożeń zdrowia i życia pracowników jest jednym z podstawowych elementów oceny ryzyka zawodowego. Jej celem jest wyeliminowanie istniejących lub potencjalnych zagrożeń występujących na poszczególnych stanowiskach i przy wykonywaniu pracy. Jeżeli jest to niemożliwe, celem jest ograniczenie związanego z nim ryzyka do poziomu akceptowalnego, poprzez zastosowanie rozwiązań technicznych, organizacyjnych lub działań ochronnych indywidualnych. Takie działanie jest obowiązkiem każdego pracodawcy, wynikającym z treści art.207§1 pkt. 1 KP, traktującym o obowiązkach pracodawcy w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy, w tym informowania pracowników o zagrożeniach dla zdrowia i życia występujących w zakładzie, na stanowiskach i w procesach pracy [Dz.U. 1974 nr 24 poz. 141 z późn. zm.]. Mówiąc o zagrożeniach na stanowisku pracy, należy mieć na myśli czynniki materialne i społeczne, mające bezpośredni lub pośredni wpływ na warunki pracy, w tym na bezpieczeństwo, zdrowie i komfort pracy. Maszyny, urządzenia i wyposażenie stacjonarne jako czynnik powodujący uraz u osoby poszkodowanej w wypadku przy pracy znalazły się na 8 miejscu spośród 21 czynników powodujących uraz. W 2015r. ich udział stanowił ok. 7% ogólnej liczby czynników powodujących uraz i od lat utrzymuje się na zbliżonym poziomie. Identyfikacja zagrożeń w wytwarzaniu surowców opakowaniowych została

oparta o listę kontrolną do oceny zagrożeń zawodowych opracowaną przez Europejskie Techniczne Biuro Związków Zawodowych ds. ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracy. Obejmuje ona problematykę fizycznych, chemicznych, biologicznych i psychospołecznych zagrożeń na stanowisku pracy. Podsumowując analizę danych PIP i GUS o przyczynach wypadków przy pracy oraz wyników badań własnych należy stwierdzić, że w firmach produkcji opakowań udział przyczyn technicznych w wypadkach przy pracy jest dwukrotnie większy w porównaniu z udziałem tych przyczyn w ogólnej liczbie wypadków w Polsce. Przyczyny techniczne są zatem bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na wypadkowość w zakładach produkcji opakowań. Program Wieloletni „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy – II Etap”, obok planu obniżenia ogólnego wskaźnika wypadków przy pracy na 1000 pracujących o 25%, zakłada likwidację lub ograniczenie najbardziej powszechnych rodzajów ryzyka zawodowego powodowanego przez hałas i pyły. W związku z tym istotną staje się analiza wpływu zagrożeń powodowanych hałasem i pyłami na zdrowie i życie pracowników. Żadne dostępne dane PIP i GUS o przyczynach wypadków przy pracy nie wskazują na czynniki szkodliwe jako bezpośrednią przyczynę wypadków przy pracy. Jednak ich rola w kształtowaniu się wypadkowości jest istotna. Świadczą o tym wyniki Programu Wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy – I Etap, 2010-2012” zrealizowanego przez CIOP-PIB, które potwierdzają wysoką korelację wskaźnika zagrożenia szkodliwymi czynnikami środowiska pracy ze wskaźnikiem wypadków przy pracy (w 2008r. wskaźnik korelacji Pearsona wyniósł 0,69).

2. CEL PRACY I PROBLEM NAUKOWY.

Problem bezpieczeństwa pracy w branży surowców opakowaniowych jest rozległy, wymaga głębokiej analizy i zdecydowanych działań naprawczych. Świadczy o tym fakt, że zainicjowane i wdrożone działania techniczne, organizacyjne, formalne i prawne okazały się nie zawsze wystarczające. Strategia Unii Europejskiej na rzecz BHP na lata 2007 – 2012 [Komunikat Komisji dla Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów 2007], która założyła jako cel pośredni obniżenie ogólnego wskaźnika wypadków przy pracy na 1000 pracujących o 25%., poprzez likwidację lub ograniczenie najbardziej powszechnych rodzajów ryzyka zawodowego powodowanego przez hałas i pyły, oraz zmniejszenie całkowitych społecznych kosztów wypadków przy pracy, w tym wypadków śmiertelnych i ciężkich oraz chorób zawodowych [Program Wieloletni „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy – II Etap” Ministerstwa Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej.] w Polsce nie została w pełni zrealizowana.

Na podstawie analizy opisu zdarzenia wypadkowego w oparciu o formularz Z-KW można stwierdzić, że uwarunkowania formalne wypadkowości, związane z koniecznością zapewnienia bezpiecznych warunków pracy nie stanowią wyodrębnionej kategorii przesłanek występowania wypadków pracy, lecz uwzględnione zostały w ramach poszczególnych przyczyn wypadków. Podobna uwaga dotyczy uwarunkowań technologicznych. Stąd problemem naukowo badawczym pracy jest diagnostyczna identyfikacja wypadkowości w produkcji surowców opakowaniowych i opakowań wykonana w celu uzyskania podstaw do zarekomendowania konkretnych działań prowadzących do poprawy bezpieczeństwa i środowiska pracy.

Zakres pracy obejmuje:

1. dokonanie oceny zgodności maszyn stosowanych w procesach pracy pod kątem spełnienia wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy oraz oceny stanu bezpieczeństwa tych maszyn po ich instalacji i uruchomieniu,
2. wykonanie analizy procesów pracy pod kątem ich wpływu na kształtowanie bezpiecznych zachowań pracowników je realizujących na szczeblu produkcji kierownictwa i nadzoru,

3. zbadanie dokumentacji wypadkowej z lat 2011-2015 pod kątem analizy zdarzeń wypadkowych i ich przyczyn stwierdzonych przez powołane zespoły wypadkowe,
4. wykonanie badań i pomiarów hałasu słyszalnego oraz stężenia pyłów, wiążąc ich wyniki z analizą procesów pracy pod kątem kształtowania się poziomu stężeń i natężeń czynników szkodliwych w środowisku pracy.

3. METODYKA BADAŃ.

Badania i pomiary wykonano w latach 2011-2015 w firmach produkcji opakowań drewnianych, papierowych, szklanych, metalowych i tworzyw sztucznych na konkretnych 445 stanowiskach pracy. Zagrożenia związane z czynnikami szkodliwymi dla zdrowia w środowisku pracy oceniono na badanych stanowiskach.

3.1 Badanie spełnienia wymagań bezpieczeństwa przez maszyny i urządzenia.

3.1.1. Zakres badań.

Badaniami objęto maszyny i urządzenia oraz ciągi technologiczne stosowane wytwarzaniu surowców opakowaniowych wyprodukowane przed 1 stycznia 2003 r., których obowiązek spełnienia wymagań w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy (zgodnie z §34 rozporządzenia - do dnia 1 stycznia 2006 r.) dotyczył bezpośrednio oraz nowe maszyny i linie technologiczne, chociaż dostosowane do zasadniczych wymagań rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2008 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn [Dz.U. 2008 nr 199 poz. 1228], to jednak podlegające wstępnej kontroli po zainstalowaniu, a przed przekazaniem do eksploatacji po raz pierwszy [§26 pk.1 rozporządzenia].

3.1.2. Metodyka badania i oceny stanu bezpieczeństwa maszyn i urządzeń.

Ocena spełnienia wymagań w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy przez maszyny i urządzenia stosowane w procesie pracy została przeprowadzona na podstawie listy kontrolnej opracowanej wg III rozdziału rozporządzenia oraz wytycznych Państwowej Inspekcji Pracy. Tematycznie lista kontrolna objęła spełnienie wymagań w obszarze:

- systemu sterowania maszyną (jego oznakowania w sposób czytelny i zrozumiały dla operatora oraz elementów sterowniczych i ich umiejscowienia na maszynie z punktu widzenia bezpieczeństwa pracownika),
- systemu unieruchomienia maszyny oraz systemu zatrzymania awaryjnego (elementów układu sterowania umożliwiającego całkowite i bezpieczne zatrzymanie maszyny oraz uniemożliwiającego samoczynne uruchomienie),
- systemu osłon i urządzeń zabezpieczających przez odrzutem, odpryskiem i emisją substancji podczas procesów pracy (jakości wykonania i funkcjonalności oraz skuteczności względem istniejącego ryzyka),
- usytuowania posadowienia i mocowania maszyny do podłoża,

- systemu osłon elementów ruchomych (jakości ich wykonania, mocowania, usytuowania, funkcjonalności),
- systemu zabezpieczeń termicznych,
- systemu sygnalizowania o procesach pracy maszyny (skuteczności alarmowania operatora i osób trzecich znajdujących się w strefie pracy maszyny o zmianie parametrów pracy maszyny mogących stanowić źródło zagrożenia),
- oświetlenia stanowisk pracy [PN-EN 12464-1:2012],
- zasilania maszyny (stanu i jakości przewodów zasilających i sterujących maszyny oraz ich osłon, urządzeń kontrolujących parametry pracy, urządzeń zabezpieczających itp.),
- zabezpieczenia maszyny przed uruchomieniem przez osoby trzecie,
- prawidłowości użytkowania (dokumentacji techniczno – ruchowej, instrukcji bezpiecznego użytkowania, książek remontowych i serwisowych).

3.2. Badania natężenia hałasu oraz stężenia pyłów w środowisku pracy.

3.2.1. Zakres badań.

Badaniem objęto natężenie hałasu słyszalnego oraz stężenie pyłów w środowisku pracy. Punktem odniesienia była weryfikacja realizacji założeń strategii Unii Europejskiej w zakresie bhp na lata 2007 – 2012. Jednym z jej priorytetów była likwidacja lub ograniczenie najbardziej powszechnych rodzajów ryzyka zawodowego powodowanego przez hałas i pyły.

3.2.2. Metodyka badania natężenia hałasu słyszalnego.

Badania natężenia hałasu słyszalnego w środowisku pracy są określone w normach: EN-ISO 9612:2011 oraz PN-N-01307:1994. Wymienione akty regulują wszystkie etapy prowadzenia badania, począwszy od wymagań odnośnie aparatury pomiarowej, poprzez analizę badanego procesu i stanowiska pracy (będącej podstawą do wyboru strategii pomiarowej), pomiar oraz obliczenia, szacowanie niepewności pomiaru i na prezentacji wyników kończąc.

Do badania wykorzystano cyfrowy analizator dźwięku DSA-50 produkcji SONOPAN wraz z kalibratorem akustycznym KA-50. Aparatura pomiarowa posiada świadectwo wzorcowania wydane przez Obwodowy Urząd Miar w Białymstoku.

Mierzono trzy podstawowe wartości:

1. równoważny poziom dźwięku A (L_A), czyli poziom ciśnienia akustycznego skorygowanego według charakterystyki częstotliwościowej A, występujący w czasie trwania pomiaru,
2. maksymalny poziom dźwięku A ($L_{A,max}$) czyli maksymalną wartość skuteczną poziomu dźwięku A, skorygowaną według charakterystyki częstotliwościowej A, występującej w czasie trwania pomiaru,
3. szczytowy poziom dźwięku C ($L_{C,peak}$) czyli maksymalną wartość chwilową poziomu dźwięku C, skorygowaną według charakterystyki częstotliwościowej C, występującej w czasie obserwacji.

3.2.3 Metodyka badania stężenia pyłów.

Metodyka poboru próbek powietrza do oceny narażenia pracownika na pyły przemysłowe została określona w normie PN-Z-04008-7:2002 „Ochrona czystości powietrza - Pobieranie próbek - Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników” oraz w PN-EN 689:2002 „Powietrze na stanowiskach pracy - Wytyczne oceny narażenia inhalacyjnego na czynniki chemiczne przez porównanie z wartościami dopuszczalnymi i strategia pomiarowa”. Zasady badania zawartości pyłu na stanowiskach pracy określono w normach PN-91Z-04030/05 oraz PN-91Z-04030/06.

Badania przeprowadzono metodą dozymetrii indywidualnej wykorzystując aspiratory indywidualne Two-Met oraz Gilian z głowicami otwartymi do poboru frakcji wdychanej oraz głowicy z separatorem cyklonowym do poboru frakcji respirabilnej. Do ustalenia natężenia strumienia przepływu powietrza wykorzystano przepływomierz PW-2001, a do wyznaczenia masy wagę analityczną Radwag.

Głowice pomiarowe umieszczano w strefie oddychania pracownika (w przestrzeni o promieniu ok. 0,30 m wokół twarzy, z której czerpie on oddech) w taki sposób, aby wlot powietrza nie był zasłaniany przez odzież pracownika

Oceniono zawartość pyłu na filtrze w celu określenia stężenia pyłów (mg/m^3) w każdej kolejnej próbce a następnie wskaźnika dziennej ekspozycji, wskaźnika narażenia na pył (C_w).

4. WYNIKI BADAŃ I ICH DYSKUSJA.

4.1. Wpływ stanu maszyn i urządzeń na wypadkowość.

W okresie 2011-2015 wymagania dotyczące zgodności maszyn i urządzeń z uwagi na bhp zostały spełnione zaledwie w 33% badanych stanowisk pracy.

Biorąc pod uwagę rodzaj opakowań, najlepiej sytuacja wygląda w przypadku produkcji opakowań papierowych i metalowych (tylko odpowiednio 3% i 11% maszyn nie spełniało wymagań) oraz z tworzyw sztucznych (15%). Najgorsza sytuacja występuje w zakładach produkujących opakowania szklane (19%) i drewniane (aż 52%).

Najczęściej występujące nieprawidłowości w zapewnieniu bezpieczeństwa pracy podczas użytkowania maszyn i urządzeń to brak: piktogramów bezpieczeństwa maszyny (86%), dokumentacji techniczno – ruchowej (86%), osłon lub skuteczności działania ruchomych elementów maszyn (84%). Najlepiej przedstawia się problem zapewnienia wyłącznika awaryjnego maszyny, bowiem w przypadku 37% badanych stanowisk pracy maszyny były wyposażone we właściwy wyłącznik awaryjny.

Problem podstawowy to ocena wpływu zgodności maszyn i urządzeń z wymaganiami w zakresie bhp na wypadkowość na stanowiskach pracy w nie wyposażonych.

Liczba wypadków w produkcji opakowań wzrasta w sytuacji, gdy maszyna nie spełniając wymagań w zakresie bhp jest niebezpieczna w procesie pracy. O ile można stwierdzić, że brak zgodności z wymaganiami bhp automatycznie wpływa istotnie na występowanie wypadku przy pracy, to zgodność z w/w wymaganiami nie gwarantuje całkowitego braku wypadków. Potwierdza to korelacja pomiędzy zgodnością maszyn i urządzeń z wymaganiami bhp a liczbą wypadków $r = -0,44$. Jest to korelacja umiarkowana, informująca występowaniu zależności istotnej.

Zgodność maszyn i urządzeń z wymaganiami w zakresie bhp prowadzi zatem do spadku liczby wypadków przy pracy.

4.2. Wpływ natężenia hałasu na stanowiskach pracy na wypadkowość.

Najwyższe dopuszczalne natężenie (NDN) hałasu, zgodnie z obowiązującym Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [Dz.U. 2014 poz. 817 z późn. zm.] wynosi 85 dB. Wartość progu działania, którego skutkiem jest nieodwracalny trwały ubytek słuchu została

ustalona w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne [Dz.U. 2005 nr 157 poz. 1318] na 80 dB. Wyznaczony na podstawie badań natężenia hałasu na stanowiskach pracy poziom ekspozycji dziennej mieści się w przedziale od 62,2 dB do 100 dB. Przekroczenia najwyższego dopuszczalnego poziomu hałasu stwierdzono w 39% badanych stanowisk (175 przebadanych stanowisk pracy), zaś progu 80 dB w 82% (365 przebadanych stanowisk pracy).

Najwyższe natężenia hałasu, jak również największą ich rozpiętość stwierdzono na stanowiskach pracy w produkcji opakowań drewnianych. Zależy to od emisji hałasu od maszyn i od rodzaju obrabianego materiału. Wpływ na poziom hałasu ma charakterystyczna dla tej produkcji kumulacja większej liczby maszyn w niewielkiej przestrzeni zamkniętej. Produkcja opakowań drewnianych opiera się w większości na mikro i małych firmach. Średni poziom dziennej ekspozycji na hałas na badanych stanowiskach pracy w tym sektorze produkcji wyniósł 85 dB. Najkorzystniej w tym względzie przedstawia się sytuacja w produkcji opakowań metalowych, gdzie średni poziom dziennej ekspozycji na hałas na badanych stanowiskach pracy wyniósł 82,2 dB.

Najistotniejszą kwestią jest ocena wpływu natężenia hałasu na wypadkowość na stanowiskach pracy narażonych na występowanie tego czynnika.

Liczba wypadków w produkcji opakowaniowej wzrasta wraz ze wzrostem natężenia hałasu na stanowisku pracy. Nie można jednak twierdzić, że taka sytuacja ma zawsze miejsce, tzn. że wzrost natężenia hałasu automatycznie potęguje występowanie wypadku przy pracy. Podobnie spadek natężenia hałasu nie gwarantuje braku wypadków lub ich mniejszą ilość. Do oceny zależności pomiędzy natężeniem hałasu, a liczbą wypadków przy pracy wykorzystano wskaźnik korelacji Pearsona. Uzyskany współczynnik $r = 0,26$ wskazuje na wyraźną zależność pomiędzy dwoma zmiennymi, jednak jest to korelacja słaba. Poziom natężenia hałasu wpływa zatem stosunkowo rzadko na wzrost liczby wypadków przy pracy.

4.3. Wpływ stężenia pyłów na stanowiskach pracy na wypadkowość.

Najwyższe poziomy, jak również największe rozpiętości stężenia pyłów stwierdzono na stanowiskach pracy w produkcji opakowań drewnianych i szklanych. Wynika to bezpośrednio ze skutków realizowanych prac procesu technologicznego (opakowania drewniane: cięcie, struganie, szlifowanie, zbijanie; opakowania szklane: dozowanie

surowców, szlifowanie, grawerowanie). Średnie stężenie pyłów na badanych stanowiskach wyniosło odpowiednio: produkcja opakowań z drewna: 2,18 mg/m³, opakowań szklanych: 2,70 mg/m³.

Zdecydowanie niższy średni poziom stężenia pyłów stwierdzono na badanych stanowiskach w produkcji opakowań metalowych (1,53 mg/m³) oraz opakowań papierowych (1,64 mg/m³).

Zasadnicze znaczenie ma jednak wynik oceny wpływu stężenia pyłów na wypadkowość na badanych stanowiskach pracy .

Liczba wypadków w produkcji opakowań wzrasta wraz ze wzrostem stężenia pyłów na stanowisku pracy. Nie można jednak stwierdzić, że wzrost stężenia pyłów automatycznie prowadzi do zwiększenia występowania wypadków przy pracy. Podobnie, jak spadek stężenia pyłów nie gwarantuje braku wypadków lub ich mniejszą ilość. Współczynnik korelacji Pearsona $r = 0,21$ poziomu stężenia pyłów i liczby wypadków przy pracy wskazuje na słabą zależność pomiędzy tymi zmiennymi. Stężenie pyłów wpływa zatem na wzrost liczby wypadków przy pracy, jednak sytuacja taka jest stosunkowo rzadka.

W ramach badań przeprowadzono wywiady z poszkodowanymi, z właścicielami firm oraz z osobami odpowiedzialnymi za stan bhp w zakładach pracy. Dopiero pełna analiza przyczyn wypadków pozwoliła stwierdzić, że w niemal 13% badanych zdarzeń przyczyną wypadku nie był czynnik ludzki (np. rutyna, nieuwaga pracownika) ale wysoki hałas emitowany przez maszynę. Wpłynęło to na stan psychofizyczny pracownika i w rezultacie doprowadziło do wypadku przy pracy.

Stwierdzono rozbieżności pomiędzy wynikami badań własnych a dostępnymi ogólnymi danymi o przyczynach wypadków przy pracy. Są one następujące:

1. Przyczyny techniczne wypadków przy pracy w firmach produkcji opakowań stanowią ok. 23% przyczyn wypadków ogółem. Jest to niemal dwukrotnie więcej niż wykazują dane GUS (ok. 12%).
2. Przyczyny ludzkie wypadków przy pracy w takich firmach to ok. 59% przyczyn wypadków ogółem, tj. o ok. 15% mniej niż wykazują dane GUS (ok. 75%).
3. Przyczyny organizacyjne natomiast stanowią ok. 18 % przyczyn wypadków ogółem. Jest to trochę powyżej danych GUS (13%).

Wy tłumaczenia rozbieżności należy szukać w bezpośrednich przyczynach wypadku, które niekoniecznie są uwzględniane w dokumentacjach powypadkowych, na podstawie których opracowywane są raporty GUS. W protokole często odnotowana jest nieuwaga pracownika, która zostaje zaklasyfikowana jako przyczyna ludzka. Jednak z rozmów z poszkodowanymi wynika, że nieuwaga podczas pracy spowodowana była np. dużym natężeniem hałasu.

5. Model ekonometryczny oceny wypadkowości.

Wyniki badań dały podstawę do opracowania modelu ekonometrycznego, który pozwoli ocenić, czy przyczyny techniczne oraz zagrożenia związane z występowaniem hałasu i pyłów na stanowisku pracy są statystycznie istotne przy określaniu liczby wypadków przy pracy i w jakim stopniu liczba wypadków przy pracy została wyjaśniona poprzez uwzględnienie tych czynników. Celem opracowania modelu ekonometrycznego nie była próba szacowania liczby wypadków przy pracy przy określonym poziomie natężenia hałasu, stężenia pyłów oraz stanie technicznym maszyn i urządzeń, lecz ocena, w jakim stopniu czynniki te wpływają na wypadkowość w badanych zakładach pracy. Do opracowania modelu zostały wykorzystane dane z badań 184 stanowisk pracy przeprowadzonych w latach 2011-2015 wśród firm produkujących opakowania na terenie całej Polski. Na tych stanowiskach zidentyfikowano zagrożenie związane zarówno z hałasem, jak i z pyłami przemysłowymi.

Zmienne modelu:

1. Zmienna zależna – LW – liczba wypadków przy pracy (w szt.) – zmienna ilościowa
2. Zmienne niezależne:
 - H – poziom natężenia hałasu na stanowisku pracy (w dB) – zmienna ilościowa
 - P – poziom stężenia pyłów na stanowisku pracy (w mg/m³) – zmienna ilościowa
 - SW – spełnienie przez maszyny i urządzenia wymagań w zakresie bhp - zmienna jakościowa (zerojedynkowa)
 - 1 – zgodność maszyn i urządzeń z wymaganiami w zakresie bhp
 - 0 - brak zgodności maszyn i urządzeń z wymaganiami w zakresie bhp.

Do estymacji parametrów modelu wykorzystano metodę najmniejszych kwadratów.

Estymacja KMNK (program GRET), wykorzystane obserwacje 1-184.

Na podstawie przeprowadzonej estymacji uzyskano następującą postać modelu:

$$LW = -6,02 + 0,12H + 0,16P - 2,16SW$$

Interpretacja danych uzyskanych na podstawie modelu.

1. Wzrost natężenia hałasu o jednostkę (o 1 dB) powoduje wzrost liczby wypadków przy pracy na stanowisku pracy średnio o 0,12 niezależnie od innych zmiennych.
2. Wzrost stężenia hałasu o jednostkę (o 1 mg/m³) powoduje wzrost liczby wypadków przy pracy na stanowisku pracy średnio o 0,16 niezależnie od innych zmiennych.
3. Zgodność maszyn i urządzeń z wymaganiami w zakresie bhp powoduje spadek liczby wypadków przy pracy na stanowisku pracy średnio o 2,16 niezależnie od innych zmiennych.

W celu oceny poprawności modelu określono względny błąd szacunku parametrów, dokonano oceny istotności zmiennych (test t – Studenta, statystyka F), określono współczynnik determinacji. Ponadto, wykorzystując odpowiednie testy dokonano oceny zbudowanego modelu. Ogólne wyniki podsumowujące ocenę prawidłowości budowy modelu, jego stabilności oraz współliniowości pomiędzy zmiennymi pozwalają stwierdzić, że:

1. postać modelu jest poprawna (Test RESET)
2. model jest stabilny (Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmiennosc wariacji resztowej) bada stabilność składnika losowego);
3. współliniowość pomiędzy zmiennymi jest mała, zbliżona do 1 (test VIF współliniowość)

Ogólne miary dopasowania świadczą, zatem o tym, że model dobrze opisuje zależność pomiędzy zmienną zależną LW (liczbą wypadków przy pracy na stanowisku pracy) a zmiennymi niezależnymi H (poziomem natężenia hałasu na stanowisku pracy), P (poziomem stężenia pyłów na stanowisku pracy) oraz SW (spełnienie przez maszyny i urządzenia wymagań w zakresie bhp).

Analiza funkcjonowania modelu potwierdza fakt, że największy wpływ (największą istotność) na liczbę wypadków na stanowisku pracy ma zgodność lub brak zgodności

maszyn i urządzeń z wymaganiami w zakresie bhp na tym stanowisku. Drugą pod względem istotności zmienną jest poziom natężenia hałasu na stanowisku pracy. Natomiast najmniejszy wpływ na liczbę wypadków przy pracy ma poziom stężenia pyłów na stanowisku pracy.

Wysokie stężenie pyłów ma przede wszystkim wpływ na występowanie chorób zawodowych (np. pylicy, schorzeń nowotworowe układu oddechowego, alergicznego nieżyty błony śluzowej nosa i dychawicy oskrzelowej, zapalenia zatok, przewlekłego zapalenia oskrzeli, chorób o podłożu alergicznym), a nie wypadków przy pracy. W praktyce, narażenie pracownika na hałas oraz stężenie pyłów ma jeszcze mniejszy wpływ na wypadkowość z uwagi na stosowanie przez pracowników środków ochrony indywidualnej oraz wyposażenie stanowisk pracy w systemy odpylające. Inną kwestią jest skuteczność tych rozwiązań. Jednak samo ich stosowanie, nawet sporadyczne, zmniejsza prawdopodobieństwa wystąpienia wypadku przy pracy. Dopasowanie modelu w 27% wynika z faktu, że głównymi przyczynami wypadków przy pracy są jednak przyczyny organizacyjne i ludzkie. Z drugiej strony, już samo dopasowanie modelu w niemal 27% potwierdza, że przyczyny techniczne, które wiążą się z brakiem zgodności maszyn i urządzeń z wymaganiami w zakresie bhp oraz występowaniem czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, tj. hałasu i stężenia pyłów stanowią większy odsetek przyczyn wypadków przy pracy, aniżeli według ogólnodostępnych danych (PIP i GUS). Wynika to z faktu, że w przypadku zgłaszania wypadku przy pracy (np. do PIP), jako przyczynę wypadku pracodawcy wskazują najczęściej czynnik ludzki np. niewłaściwą obsługę maszyny przez pracownika, bałagan na stanowisku pracy, lekceważenie przez pracownika zagrożenia, brak koncentracji pracownika na czynności (zamiast przeprowadzić pogłębioną analizę przyczyn wypadku i wyjaśnić co wpłynęło na brak dostatecznej koncentracji pracownika, np. wysokie natężenie hałasu na stanowisku pracy).

6. WNIOSKI

1. Konsekwencją zdarzeń wypadkowych w badanych firmach produkujących opakowania były najczęściej urazy: kończyn górnych (amputacje, złamania kości, zwichnięcia i skręcenia, rany szarpane, cięte, zgniecenia, poparzenia, stłuczenia, uszkodzenia naskórka), głowy włącznie z twarzą i oczami (złamania kości, zmiżdżenia, uszkodzenia mechaniczne oka, rozcięcia, stłuczenia), kończyn dolnych (złamania, zmiżdżenia, skręcenia, zwichnięcia, przygniecenia, obtarcia) oraz tułowia (rany klute, stłuczenia, obtarcia).
2. Największą wypadkowością charakteryzuje się produkcja opakowań drewnianych a w dalszej kolejności opakowań szklanych, z tworzyw sztucznych, metalowych i papierowych.
3. Wypadkowość w firmach produkcji opakowań zależy od uwarunkowań technicznych, organizacyjnych i ustawowych. Badania nie wykazały, aby brak rozwiązań prawnych był przyczyną wypadku przy pracy. Problemem jest stosowanie prawa przez pracodawców.
4. Najczęstszymi przyczynami zdarzeń wypadkowych w badanych firmach produkcji opakowań w latach 2011-2015 były przyczyny ludzkie (59%), rzadziej organizacyjne (18%) i techniczne (23%).
5. Największy wpływ na liczbę wypadków w grupie przyczyn technicznych ma brak zgodności maszyn i urządzeń z wymaganiami w zakresie bhp, co potwierdził opracowany model ekonometryczny. W zaledwie 33% badanych firm maszyny spełniały wymagania w zakresie bezpieczeństwa, podczas gdy niemal we wszystkich pracownicy odbyli obowiązkowe szkolenia bhp. Problemem jest często brak wystarczającej wiedzy kontrolujących i ustalenie czy dana maszyna spełnia wymagania w zakresie bhp. Dotyczy to głównie produkcji opakowań drewnianych i szklanych.
6. Czynniki środowiska pracy takie jak hałas i stężenie pyłów wpływają na liczbę wypadków przy pracy. Jednak korelacja ich wpływu z liczbą wypadków jest niska.
7. Występuje niedoszacowanie technicznych przyczyn wypadków przy pracy. Ma to źródło w braku pełnej analizy przyczyn wypadków przy pracy, co z kolei wynika bądź z niewiedzy osób badających wypadek lub też z obarczania samego poszkodowanego wystąpieniem wypadku. W badanych firmach stwierdzono organizowanie dodatkowych szkoleń dla pracowników po raz kolejny

uświadamiających ich o konieczności zachowania bezpieczeństwa podczas wykonywania prac, zamiast skupiania się na dostosowaniu i poprawie bezpieczeństwa maszyn.

8. Z badań wynika konieczność podniesienia świadomości pracowników o potrzebie zgłaszania wszystkich urazów doznanych podczas wykonywania pracy. W przyszłości może to ich uchronić przed ciężkim wypadkiem a nawet śmiercią. Należy położyć większy nacisk na prawidłową analizę przyczyn wypadków eliminując rutynowe wykazywanie czynników ludzkich jako głównych przyczyn wypadków przy pracy. Powinno to być wpajane podczas okresowych szkoleń w zakresie bhp, których ranga powinna być podniesiona.
9. Zgłaszalność wypadków przy pracy jest niska. Badania dokumentacji wypadkowej wykazały, że tylko 26% danych z różnych źródeł było ze sobą spójnych. O ile w odniesieniu do wypadków ciężkich i śmiertelnych zgłaszalność do PIP jest niemal pełna, to w sytuacji wypadków zbiorowych wynosi zaledwie 18% i dotyczy w większości wypadków ciężkich.
10. Zgłaszalność wypadków do ZUS nie zawsze ma miejsce. Wynika to z niewiedzy pracownika i z nacisków pracodawców. Stwierdzono bardzo często zgodę pracownika na niewystępowanie do ZUS w zamian za rekompensatę ze strony pracodawcy. Nie każdy zakład pracy ma obowiązek zgłaszania danych do GUS i dane te nie są weryfikowane.
11. Istotnym potwierdzonym w badaniach problemem jest obawa pracodawców przed ujawnianiem bardzo drobnych wypadków przy pracy i danych służących wyłącznie do badań statystycznych. Nie są one z reguły traktowane jako wypadek przy pracy i nie prowadzi się analizy ich przyczyn. Bagatelizowanie przyczyn takich wypadków może w przyszłości skutkować ciężkim urazem a nawet śmiercią pracownika.
12. Powiązanie danych PIP, GUS, ZUS pozwoliłoby na przejrzystość i pełniejszy obraz wypadkowości i mogłoby ułatwiać zmiany legislacyjne zapewniające bezpieczne warunki pracy.

7. WYBRANE POZYCJE BIBLIOGRAFII

1. Ahvenainen, R. (Ed.). (2003). Novel food packaging techniques. CRC Press, Boca Raton FL.
2. Anonim (2017). Branża Opakowań w Polsce 2010-2016 i prognozy 2017-2020. Raport, Equity Advisors, Kraków.
3. Anonim, (2009). Przemysł i rynek opakowań w Polsce. Raport, Polska Izba Opakowań, Warszawa
4. Anonim, (2011). Rynek Opakowań w Polsce - Departament Informacji Gospodarczej Polska Agencja Informacji i Inwestycji Zagranicznych S.A., Warszawa.
5. Backström, T., Harms-Ringdahl, L. (1984). A statistical study of control systems and accidents at work. *Journal of Occupational Accidents*, 6(1-3), 197.
6. Begley, T. H., White, K., Honigfort, P., Twaroski, M. L., Neches, R., Walker, R. A. (2005). Perfluorochemicals: potential sources of and migration from food packaging. *Food additives and contaminants*, 22(10), 1023-1031.
7. Boczkowska, K; Niziołek, K. (2016). Realizacja strategii bezpieczeństwa pracy w aspekcie badania przyczyn wypadków przy pracy. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*. 444, 62-73.
8. Boix, P., Vogel, L. (1999). Risk assessment at the workplace: a guide for union action. European Trade Union Technical Bureau for Health and Safety.- TUTB, Spain.
9. Brody, A. L., Bugusu, B., Han, J. H., Sand, C. K., McHugh, T. H. (2008). Innovative food packaging solutions. *Journal of Food Science*, 73(8), R107-R116.
10. Cichoń M. (1996). Opakowanie w towaroznawstwie, marketingu i ekologii. Ossolineum, Wrocław – Warszawa – Kraków
11. Coles, R., McDowell, D., Kirwan, M. J. (Eds.). (2003). Food packaging technology (Vol. 5). CRC Press, Boca Raton FL.
12. Crosby, N. T. (1981). Food packaging materials. Aspects of analysis and migration of contaminants. Applied Science Publishers Ltd..London.
13. Czerniawski B., Michniewicz J. (1998). Opakowania żywności, Wyd. Agra Food Technology, Czeladź
14. Duizer, L. M., Robertson, T., Han, J. (2009). Requirements for packaging from an ageing consumer's perspective. *Packaging Technology and Science*, 22(4), 187-197.
15. Dujak, D., Ferenčić, M., Franjković, J. (2014). Retail Ready Packaging–what's in it for food manufacturers? *Business Logistics in Modern Management*. 14th International Scientific Conference - Osijek, Croatia.
16. Duncan, T. V. (2011). Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: barrier materials, antimicrobials and sensors. *Journal of colloid and interface science*, 363(1), 1-24.
17. Dyrektywa 2001/45/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 czerwca 2001 r. zmieniająca dyrektywę Rady 89/655/EWG dotyczącą minimalnych wymagań w zakresie bezpieczeństwa i higieny użytkowania sprzętu roboczego przez pracowników podczas pracy

18. Dyrektywa 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 maja 2006 r. w sprawie ujednolicenia przepisów dotyczących maszyn, zmieniająca dyrektywę 95/16/WE. OJ L 157, 26, 9.06.2006
19. Dyrektywa 98/37/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 czerwca 1998 roku w sprawie zbliżenia przepisów prawnych państw członkowskich dotyczących maszyn.
20. Dyrektywa Rady 89/665/EWG w sprawie stosowania procedur odwoławczych w zakresie udzielania zamówień publicznych na dostawy i roboty budowlane,
21. Dyrektywa Rady 95/63/WE z dnia 5 grudnia 1995 zmieniająca dyrektywę 89/655/EWG dotyczącą minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny użytkowania sprzętu roboczego przez pracowników podczas pracy
22. Emblem A. Emblem H. (Eds.). (2012). Packaging technology. Fundamentals, materials and processes. Woodhead Publishing Limited Cambridge
23. EN-ISO 9612:2011: Akustyka - Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas - Metoda techniczna.
24. ESAW. (2001). European statistics on accidents at work – Metodology. Office for Official Publications of the European Communities.
25. European codification system of the causes and circumstances of accident at work. European Commission, Directorate-General for Employment and Social Affairs. February 2000.
26. Grabowska B., Sołtan A. (1999). Rynek opakowań na świecie – COBRO, Warszawa.
27. Haack, R. A., Britton, K. O., Brockerhoff, E. G., Cavey, J. F., Garrett, L. J., Kimberley, M., Lowenstein F., Nuding. A., Olson, L. J., Turner, J., Vasilaky, K. N. (2014). Effectiveness of the International Phytosanitary Standard ISPM No. 15 on reducing wood borer infestation rates in wood packaging material entering the United States. PLoS One, 9(5), e96611
28. Kadoya, T. (Ed.). (2012). Food packaging. Academic Press, San Diego.
29. Kasprzyczak, L. (2013). Safety of Machinery–Determination of Performance Level/Bezpieczeństwo Maszyn–Wyznaczanie Poziomu Zapewnienia Bezpieczeństwa. Journal of KONBiN, 25(1), 75-84.
30. Kirwan, M. J. (Ed.). (2012). Handbook of paper and paperboard packaging technology. John Wiley & Sons, Chichester.
31. Kirwan, M. J., Strawbridge, J. W. (2011). Plastics in food packaging. Food and beverage packaging technology, 157-212
32. Koradecka D. (2008). Bezpieczeństwo i higiena pracy. Wyd. CIOP, Warszawa.
33. Korzeniowski A., Jasiczak J. (1997) Funkcje opakowań. Marketing a opakowania. Materiały z konferencji Taropak, Poznań.
34. Koszeniowski A., Ankiel-Homa M., Czaja –Jagielska N. (2011). Innowacje w opakowalnictwie. Wyd. UE w Poznaniu.
35. Krause M. (2008). Ocena ryzyka zawodowego – wymagania, wytyczne, przykłady. WISBiOP, Radom.

36. Krause M. (2017). Ocena ryzyka zawodowego w aspekcie miejsca i warunków wykonywania pracy. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej Seria: Organizacja I Zarządzanie, 100 (1972), 209-224.
37. Lee, D. S., Yam, K. L., Piergiovanni, L. (2008). Food packaging science and technology. CRC press, Boca Raton.
38. Lingard, H., Rowlinson, S. M. (2005). Occupational health and safety in construction project management. Taylor & Francis, London.
39. Lisińska – Kuśmierz M., Ucherek M. (2003). Postęp techniczny w opakowalnictwie. Wyd. AE w Krakowie.
40. Lisińska- Kuśmierz M., Ucherek M. (2004). Podstawy opakowalnictwa towarów. Wyd. Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków.
41. Mahalik, N. P., Nambiar, A. N. (2010). Trends in food packaging and manufacturing systems and technology. Trends in food science & technology, 21(3), 117-128.
42. Marhavilas, P. K., Koulouriotis, D., Gemeni, V. (2011). Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000–2009. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 24(5), 477-523.
43. Marsh, K., Bugusu, B. (2007). Food packaging—roles, materials, and environmental issues. Journal of food science, 72(3), R39-R55.
44. Pawłowska Z. (2008). Podstawy Prewencji wypadkowej. Wyd. CIOP-PIB, Warszawa.
45. PN-87/P-50007 Wytwory papiernicze. Podział.
46. PN-92/P-50000 Papier, tektura, masa włóknista i określenia związane. Terminologia.
47. PN-EN 12464-1:2004, Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.
48. PN-EN 14182:2005 Opakowania: Terminologia Terminy podstawowe i definicje.
49. PN-EN-01307:1994 Hałas - Dopuszczalne wartości parametrów hałasu w środowisku pracy - Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.
50. PN-N-18002 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego.
51. PN-EN-18004:2001 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy – Wytyczne.
52. Rasmussen J. (1986). Human information processing and human machine interaction – Amsterdam.
53. Reason, J. (2000). Human error: models and management. Western Journal of Medicine, 172(6), 393.
54. Reason, J. (2016). Managing the risks of organizational accidents. Routledge.
55. Risch, S. J. (2009). Food packaging history and innovations. Journal of agricultural and food chemistry, 57(18), 8089-8092.
56. Robertson, G. L. (2016). Food packaging: principles and practice. CRC press, Boca Raton.

57. Sanchez-Garcia, M. D., Gimenez, E., Lagaron, J. M. (2007). Novel PET nanocomposites of interest in food packaging applications and comparative barrier performance with biopolyester nanocomposites. *Journal of Plastic Film & Sheeting*, 23(2), 133-148.
58. Shikdar, A. A., Sawaqed, N. M. (2003). Worker productivity, and occupational health and safety issues in selected industries. *Computers & industrial engineering*, 45(4), 563-572.
59. Siracusa, V., Rocculi, P., Romani, S., Dalla Rosa, M. (2008). Biodegradable polymers for food packaging: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 19(12), 634-643.
60. Soroka, W. (1999). *Fundamentals of packaging technology (Vol. 3)*. Institute of Packaging Professionals.
61. Tomaszewski, Z., Czekaj, A. (2009). Bezpieczeństwo w konstrukcji i użytkowaniu maszyn i urządzeń. *Obróbka Plastyczna Metali*, 20, 52-71.
62. Twede, D., Selke, S. E., Kamdem, D. P., Shires, D. (2014). *Cartons, crates and corrugated board: handbook of paper and wood packaging technology*. DEStech Publications, Inc.
63. Wasiak W. (red.) (2014). *Kierunki rozwoju opakowań. Wybrane problemy*. PIO Warszawa.
64. Yam, K. L. (Ed.). (2010). *The Wiley encyclopedia of packaging technology*. John Wiley & Sons, New York.
65. Zawieska W. (red.). (2009). *Ryzyko zawodowe – Metodyczne podstawy oceny*. Wyd. CIOP-PIB, Warszawa.
66. Zhang, F. W., Yu, W. J. (2007). Current Status and Development of Wood-based Packaging Materials [J]. *Packaging Engineering*, 2, 27-30.
67. ZUS (2017) Portal Statystyczny ZUS.