

*Ewelina Nojszewska*Kolegium Zarządzania i Finansów
Szkoła Główna Handlowa w Warszawie*Błażej Łyszczarz*

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Dynamika gospodarki i wypadkowość w pracy w Polsce – analiza sektorowa dla lat 2005–2013

Streszczenie

W obliczu istotnego znaczenia ekonomicznego i zdrowotnego wypadków przy pracy celowe wydaje się rozpoznanie czynników determinujących ich częstość. W niniejszym opracowaniu podjęta została próba zbadania zależności między sytuacją gospodarczą w sekcjach PKD w Polsce a liczbą wypadków przy pracy. W piśmiennictwie wskazuje się, że faza ożywienia gospodarczego wiąże się z większą wypadkowością, co wynika z zatrudnienia większej liczby nowych, niedoświadczonych pracowników, którzy w większym stopniu narażeni są na ryzyko wypadku. W badaniu zbudowano odrębne modele dla sekcji PKD 2007 w celu zidentyfikowania różnic we wpływie koniunktury na wypadkowość w zależności od sektora gospodarki. Wyniki wskazują na procykliczny charakter wypadków w branżach przemysłowych, budownictwie, rolnictwie oraz kulturze i rozrywce oraz antycykliczność w transporcie, opiece zdrowotnej i opiece społecznej. Dalsze badania są konieczne w celu identyfikacji różnic w mechanizmach transmisji, prowadzących do odmiennych wyników dla różnych branż.

Słowa kluczowe: wypadki w pracy, cykl koniunkturalny, regresja dla danych panelowych
Kody klasyfikacji JEL: I15, C23

1. Wprowadzenie

W ostatnich dziesięciu latach średnia liczba wypadków w pracy w Polsce przekraczała 90 tysięcy rocznie, co oznacza, że zdarzenia takiego doświadczał 1 na 55 pracowników. Powszechność wypadków przy pracy sprawia, że są one zjawiskiem mającym znaczne konsekwencje nie tylko zdrowotne, lecz także ekonomiczne. Szacunki Międzynarodowej Organizacji Pracy wskazują, że koszty wypadków w krajach uprzemysłowionych wynoszą nawet 4% PKB. Średnie koszty jednego wypadku ponoszone przez przedsiębiorstwa w Polsce oszacowano na 33 610 zł, natomiast koszty dla gospodarstw domowych sięgały od kilkuset do niemal 4 tys. złotych, w zależności od długości trwania absencji¹.

W obliczu istotnego znaczenia ekonomicznego i zdrowotnego wypadków przy pracy celowe wydaje się rozpoznanie czynników determinujących częstość ich występowania. W niniejszym opracowaniu podjęta została próba zbadania zależności między sytuacją gospodarczą a częstością występowania wypadków przy pracy w poszczególnych sektorach gospodarki. W badaniu zbudowano odrębne modele dla grup sekcji PKD 2007 w celu zidentyfikowania różnic we wpływie koniunktury na wypadkowość w zależności od sektora gospodarki.

Artykuł składa się z pięciu części. W punkcie 2 dokonano krótkiego przeglądu literatury, w którym przedstawiono najważniejsze wyniki badań empirycznych istotnych dla badania własnego. W punkcie 3 scharakteryzowano dane empiryczne wykorzystane w analizie oraz przedstawiono metodę badawczą, a w 4 opisane są wyniki estymacji. Punkt 5 zawiera podsumowanie i dyskusję oraz kierunki dalszych badań.

¹ J. Rzepecki, *Społeczne koszty wypadków przy pracy – pilotażowe wdrożenie metody obliczania*, „Bezpieczeństwo Pracy” 2014, nr 5.

2. Podstawy teoretyczne²

Z przeglądu literatury wynika, że nie została dotąd stworzona teoria wyjaśniająca zależność wypadkowości przy pracy i dynamiki gospodarki. Natomiast problem ten staje się przedmiotem coraz większej liczby badań empirycznych ze względu na znaczenie dla wzrostu gospodarczego, jakości życia społeczeństwa, a przede wszystkim statusu zdrowotnego pracowników. Z dotychczas przeprowadzonych badań wynika, że mechanizmy transmisji liczby wypadków zdeterminowanych przebiegiem cyklu koniunkturalnego są dużo bardziej złożone niż początkowo oczekiwano. Jest to proces bardzo złożony, a oddziaływanie odbywa się wieloma kanałami nie do końca rozpoznanymi. Dlatego wydaje się, że dopiero na podstawie wyników wielu i bardzo zróżnicowanych badań będzie możliwe podjęcie próby stworzenia teorii.

Wydaje się, że teoretyczną analizę ekonomiczną oddziaływania dynamiki gospodarki na wypadkowość w pracy należy rozpocząć od optymalizacji poziomu bezpieczeństwa, co pozwoli na zbilansowanie kosztów wypadków z kosztami ich prewencji, a te zmieniają się wraz z poziomem gospodarowania. W fazie ożywienia i rozkwitu następuje bowiem zwiększenie zatrudnienia pracowników i pracę znajdują także osoby niewykwalifikowane, a więc narażone na większe ryzyko wypadku. W fazie kryzysu i depresji, przy wzroście bezrobocia, poszkodowani pracownicy nie są skłonni zgłaszać zaistniałych wypadków, gdyż to oznacza zwiększone prawdopodobieństwo utraty pracy. Poza tym przez cały czas trwają procesy legislacyjne mające na celu poprawę warunków i bezpieczeństwa pracy. Mnogość zachodzących procesów i niezajomość wszystkich kanałów oddziaływania uzasadniają konieczność rozpoczęcia prac nad stworzeniem teorii od najprostszych modeli, które wraz z uzyskiwaniem kolejnych wyników badań empirycznych będzie można udoskonalać.

W poszczególnych sektorach gospodarki z procesami produkcyjnymi związane są różne, ale nieodłączne ryzyka zaistnienia wypadków w pracy. Regulacja prawna, a także działania pracodawców i pracowników, mogą wpływać na ograniczanie tych ryzyk, a więc i zmniejszanie kosztów będących konsekwencją wypadków przy pracy. Wszelkie działania prewencyjne również związane są z kosztami poniesionymi na nie. Ponadto, zgodnie z analizą mikroekonomiczną, konsumenci, dążąc do maksymalizacji użyteczności, zgłaszają popyt także i na produkty wytwarzane

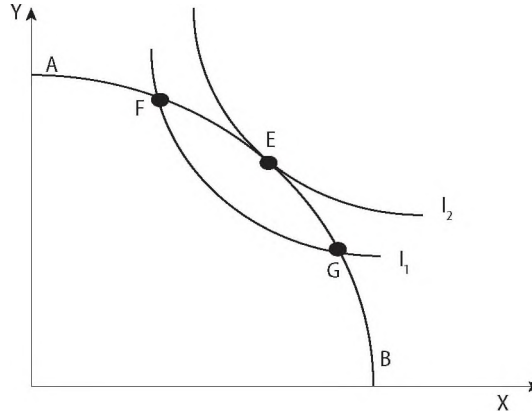
² Na podstawie: W.Y. Oi, *On the economics of industrial safety*, „Law and Contemporary Problems” 1974, nr 38, s. 669–699.

w sektorach obarczonych wysokim ryzykiem wypadków w pracy. Podejmując analizę ekonomiczną wypadkowości w pracy, należy zacząć od określenia optymalnego poziomu bezpieczeństwa w pracy. Można domniemywać, że liczba wypadków i ich koszty, a także koszty ich prewencji, zmieniają się wraz z przebiegiem cyklu koniunkturalnego przede wszystkim na skutek zmiany zatrudnienia pracowników wykwalifikowanych oraz skłonności do zgłaszania wypadków.

Do wyznaczenia optymalnego poziomu bezpieczeństwa można posłużyć się prostym modelem, w którym analizowane są dwa sektory gospodarki. W pierwszym produkowane jest dobro X przy ryzyku π zaistnienia wypadku przy pracy. W drugim sektorze wytwarzane jest dobro Y bez ryzyka wypadków w pracy. Ponadto, wszystkie wypadki w pracy są jednakowe i prowadzą do niemożności pracy przez H dni roboczych. Użyteczność konsumentów zależy od konsumpcji obu dóbr, a popyt względny (X/Y) jest odwrotnie zależny od ceny względnej (P_x/P_y). Koszt wypadków w całej gospodarce, C_a , wyznacza iloczyn kosztu wypadku, γ , i liczby wypadków, A , czyli $C_a = \gamma A$. Ponieważ koszty te zostały poniesione w sektorze pierwszym, to liczba wypadków zależy od zatrudnienia w tym przemyśle, L_1 , czyli $A = \pi L_1$. Pracownik z pierwszego sektora w razie wypadku narażony jest na pokrycie kosztów leczenia oraz na utratę zarobków przez H dni niezdolności do pracy. Jeśli roczna stawka płac w pierwszym sektorze wynosi W_1 , to pracownik otrzymuje wynagrodzenie w wysokości W_1 bez wypadku lub $(1 - h)W_1$, gdy wypadek zaistnieje. Jeśli w roku jest T dni roboczych, to $h = H/T$ jest częścią roku straconą z powodu wypadku. Koszt wypadku, γ , dla pracownika neutralnego wobec ryzyka wynosi hW_1 i nieco więcej niż hW_1 dla pracownika z awersją do ryzyka, który ponosi utylitarny koszt ponoszenia ryzyka. Dolna granica kosztów wypadków wynosi więc $C_a = \gamma A = hW_1 \pi L_1$.

W gospodarce należy minimalizować ryzyko zaistnienia wypadków, co jednocześnie oznacza minimalizację ich kosztów, dzięki przemieszczaniu pracowników z sektora pierwszego do drugiego. Jeśli $k_1 = L_1/(L_1 + L_2)$ oznacza udział pracowników z pierwszego sektora w całej sile roboczej, to zagregowane ryzyko wypadku w pracy dla wszystkich pracowników, $k_1 \pi$, równa się $k_1 \pi = A/(L_1 + L_2)$. Oddziaływanie takiego przesunięcia pracowników na liczbę wypadków i koszty ich prewencji zależą od początkowej alokacji pracy oraz preferencji konsumentów. Maksymalną wielkość produkcji X i Y , przy stałej podaży pracy i pozostałych czynników wytwórczych, przedstawia krzywa transformacji, AB , na rysunku 1.

Rysunek 1. Wyznaczanie optymalnego bezpieczeństwa pracy w gospodarce przy maksymalizacji użyteczności konsumentów



W punkcie A wielkość produkcji $X = 0$, czyli zatrudnienie w sektorze pierwszym również wynosi zero, $L_1 = 0$, co oznacza zerowe koszty wypadków w pracy. Przesuwanie się gospodarki wzdłuż krzywej transformacji oznacza zwiększanie się wielkości produkcji X kosztem ograniczania produkcji Y i rosnącej liczby wypadków w pracy. Krzywe obojętności I_1 oraz I_2 przedstawiają preferencje konsumentów dotyczące konsumpcji obu dóbr. W punkcie styczności najwyższej osiągalnej krzywej obojętności i krzywej transformacji, E , konsumenci maksymalizują swoją użyteczność. Ponieważ utrata czasu pracy na skutek wypadków jest uwzględniona w krzywej transformacji, to punkt E wyznacza zarówno optymalny koszyk dóbr, jak i alokację pracy między sektorami. Stopa zagregowanych wypadków, k_π , wyznacza więc optymalny poziom bezpieczeństwa, przy którym maksymalizowana jest użyteczność konsumentów.

3. Dynamika gospodarki i wypadkowość w pracy – przegląd literatury

Wypadki przy pracy są uwarunkowane wieloma różnorodnymi przyczynami o charakterze psychologicznym, organizacyjnym i technicznym, ale przede wszystkim – ekonomicznym. Badania dotyczące tych wypadków dokonywane są z punktu widzenia trzech perspektyw: cyklu koniunkturalnego, rynku pracy i charakterystyk strukturalnych, jak np. wielkość przedsiębiorstwa czy intensywność wykorzystania

kapitału. Pierwsze podejście pozwala wyjaśnić, jak liczba wypadków może się zmieniać wraz z przebiegiem cyklu koniunkturalnego, a z przeglądu literatury³ wynika, że jednymi z najważniejszych są właśnie uwarunkowania makroekonomiczne, czyli fluktuacje gospodarki w cyklu koniunkturalnym. Oddziałują one na wiele czynników, które mogą wpływać bezpośrednio i pośrednio na liczbę wypadków, a częstota ich występowania ma charakter procykliczny. Badanie Economou i Theodossiou⁴ jest szczególnie interesujące, gdyż opisuje skutki bezrobocia dla liczby wypadków w okresach krótkim i długim, a te przyjmują różne znaki, co uwidacznia się w szczególności w rolnictwie i przemyśle.

Inne badanie pokazuje, że wzrost liczby wypadków przy pracy związany jest ze wskaźnikami przebiegu cyklu koniunkturalnego, jak np. PKB, wykorzystaniem zasobów, przede wszystkim pracy i kapitału, a także stopą bezrobocia⁵. Z tego badania, obejmującego lata 1976–2007 w różnych branżach USA, wynika, że istnieje ujemna zależność między częstotą wypadków przy pracy a bezrobociem oraz pozytywna zależność między częstotą wypadków przy pracy a realnym PKB, wskaźnikiem produkcji przemysłowej i liczbą zezwoleń budowlanych. W badanym okresie 1-procentowemu wzrostowi realnego PKB towarzyszył 1,6-procentowy wzrost wypadków przy pracy, natomiast 1-procentowe zmniejszenie stopy bezrobocia doprowadziło do zmniejszenia liczby wypadków o 0,25%. Z kolei wzrost indeksu produkcji przemysłowej spowodował wzrost liczby wypadków o 0,8%. Znacznie mniejszy wpływ miał 1-procentowy wzrost liczby wydanych zezwoleń budowlanych, gdyż w efekcie tej zmiany liczba wypadków przy pracy zwiększyła się tylko o 0,08%.

Z badań przeprowadzonych w Wielkiej Brytanii dla lat 1985–2005 wynika, że liczba lżejszych wypadków głównie w sektorze publicznym zmienia się procyklicznie, natomiast na liczbę wypadków ciężkich nie wpływa poziom aktywności gospodarczej⁶. Autorzy obliczyli elastyczności stopy wypadków (liczba wypadków na 100 tys. zatrudnionych kwartalnie) względem PKB. Dla wszystkich badanych sektorów gospodarki w przypadku lżejszych obrażeń elastyczność wyniosła 3,3, co wskazuje na istotne zmiany procykliczne. Szczególnie duże elastyczności odnotowano

³ A. Economou, I. Theodossiou, *The effect of macroeconomic conditions on occupational health and safety; the European experience*, Centre for European Labour Market Research Discussion Paper 2011, nr 7.

⁴ Ibidem.

⁵ A. Asfaw, R. Pena-Cryan, R. Rosa, *The business cycle and the incidence of workplace injuries: Evidence from the USA*, „Journal of Safety Research” 2011, vol. 42.

⁶ R. Davies, P. Jones, I. Nuñez, *The impact of the business cycle on occupational injuries in the UK*, „Social Science & Medicine” 2009, vol. 69.

dla sektora publicznego i obronności (2,75) oraz ochrony zdrowia i zabezpieczenia społecznego (1,66). Natomiast nie stwierdzono istotnej zależności w odniesieniu do poważnych wypadków. Autorzy uważają, że procykliczne zmiany w liczbie wypadków spowodowane są kombinacją trzech czynników, a mianowicie: zmian w warunkach zatrudnienia, zmian w składzie siły roboczej oraz bodźców do zgłaszania lżejszych wypadków przez pracowników. Jednocześnie podkreślają oni konieczność dalszej dekompozycji cyklu koniunkturalnego.

Przeciwnie wyniki ogłosił Holenderski Instytut Zdrowia Publicznego i Środowiska. Z przeprowadzonych przez ten instytut badań wynika, że liczba poważnych wypadków zmienia się procyklicznie i w czasie boomu częstość wypadków jest o około 6% wyższa niż w czasie recesji.

Z analizy wszystkich głównych kategorii wypadków w sektorach przemysłowych i budownictwa w Kalifornii w latach 1953–1985 wynika, że poszczególne rodzaje wypadków charakteryzują się różną wrażliwością względem przebiegu cyklu koniunkturalnego⁷. Autorzy dochodzą do wniosku, że trendy w zmianach liczby wypadków mogą być wyjaśnione wyłącznie czynnikami po stronie popytu na pracę, gdyż czynniki wpływające na podaż pracy nie odgrywają w tym przypadku żadnej roli. Obliczony wpływ koniunktury gospodarczej na stopę wszystkich wypadków średnio dla każdego roku pokazał, że 10-procentowy wzrost zatrudnienia prowadził do 3,4-procentowego wzrostu liczby wypadków w budownictwie i 6,9-procentowego wzrostu we wszystkich sektorach przemysłowych. Uzyskane wyniki stanowiły podstawę do sformułowania wniosku, że oddziaływanie przebiegu cyklu koniunkturalnego na wypadki przy pracy może być ograniczone dzięki wykorzystaniu narzędzi polityki zagregowanego popytu łągodzącej przebieg cyklu.

Większość badań wykazuje zależność między stopą wypadków przy pracy, a przebiegiem cyklu koniunkturalnego. Niemniej jednak również pojawiają się odmienne wyniki. Przykładowo, z badań przemysłu i budownictwa z lat 1977–1991 w Finlandii wynika, że nie ma zależności między przebiegiem cyklu koniunkturalnego a liczbą śmiertelnych wypadków przy pracy⁸. Żadna zmienna dotycząca zatrudnienia we wszystkich badanych branżach przemysłowych i budownictwie nie oddziaływała na liczbę śmiertelnych wypadków. Jest to wynik różny od rezultatów

⁷ J.C. Robinson, G.M. Shor, *Business-cycle Influences on Work-related Disability in Construction and Manufacturing*, „The Milbank Quarterly” 1989, vol. 67, suppl. 2.

⁸ A. Saloniemi, H. Oksanen, *Accidents and fatal accidents – some paradoxes*, „Safety Science” 1998, vol. 29.

badających oddziaływanie zatrudnienia na liczbę łejszych (niezakończonych zgonem) wypadków.

Z przeglądu literatury wynika, że badania przeprowadzone w różnych okresach i krajach nie dostarczają jednoznacznych wyników dotyczących zależności liczby wypadków w poszczególnych sektorach gospodarki od wskaźników przebiegu cyklu koniunkturalnego. Można domniemywać, że dotychczasowe badania nie były wystarczająco szczegółowe, przykładowo nie uwzględniały efektów w okresie krótkim i długim, nie zawsze wyodrębniano wypadki śmiertelne i łejsze, a przede wszystkim nie testowano różnych mechanizmów transmisji wpływu koniunktury na bezpieczeństwo pracy.

4. Dane i metoda

W badaniu zależności między wypadkowością w pracy a koniunkturą gospodarczą w Polsce wykorzystano dane wojewódzkie dla lat 2005–2013. Dane pochodzą z Banku Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego. Doboru zmiennych dokonano na podstawie wskazań literatury oraz dostępności danych.

Jako zmienną opisującą wypadkowość wykorzystano liczbę poszkodowanych w wypadkach w pracy na 1000 pracujących w podziale na sekcje PKD 2007. Z uwagi na sposób prezentacji danych przez GUS niemożliwe okazało się oszacowanie osobnych równań dla sekcji B (górnictwo i wydobywanie), D (wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz, parę wodną, gorącą wodę i powietrze do układów klimatyzacyjnych) i E (dostawa wody; gospodarowanie ściekami i odpadami oraz działalność związana z rekultywacją), dlatego też oszacowano modele łącznie dla sekcji powyższych oraz sekcji C (przetwórstwo przemysłowe).

Jako zmienną objaśniającą zastosowano szereg alternatywnych wskaźników, ilustrujących koniunkturę gospodarczą. Większość z nich odnosi się do całości gospodarki; są to: PKB *per capita*, stopa bezrobocia, średnie wynagrodzenie brutto oraz liczba mieszkań, na budowę których wydano pozwolenie, przypadająca na 1000 mieszkańców. Wskaźniki te znajdują się wśród najczęściej stosowanych miar koniunktury gospodarczej, były ponadto stosowane w badaniach o podobnej tematyce prowadzonych w innych krajach⁹. Wykorzystanie czterech różnych miar koniunktury

⁹ R. Davies, P. Jones, I. Nuñez, *The impact...*, op.cit.; A. Asfaw, R. Pena-Cryan, R. Rosa, *The business...*, op.cit.; A. Saloniemi, H. Oksanen, *Accidents...*, op.cit.

ma na celu zbadanie stabilności wyników. Zastosowano ponadto zmienną mającą uchwycić sytuację gospodarczą w poszczególnych branżach; jest nią średnie wynagrodzenie w podziale na sekcje.

Również inne czynniki niż sytuacja gospodarcza mogą mieć wpływ na kształtowanie wypadkowości w pracy. Wśród nich wymienić można na przykład regulacje prawne dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy, wielkość przedsiębiorstwa czy ryzyka w pracy. Z uwagi na trudności związane z uwzględnieniem powyższych czynników i niedostępnością danych na ich temat w przekroju sekcji PKD, nie uwzględniono ich w analizie. Definicje zmiennych oraz ich podstawowe statystyki opisowe zawarto w tabeli 1.

Przed oszacowaniem modeli zbadano stacjonarność zmiennych testami Ima-Pesarana-Shina oraz Harrisa-Tzavalisa. Z uwagi na niestacjonarność wielu zmiennych¹⁰, w oszacowanych modelach zmienne wyrażono jako pierwsze różnice, które charakteryzowały się stacjonarnością¹¹.

Wszystkie zmienne wyrażono w logarytmach naturalnych. Specyfikacja modeli zbudowanych w powyższy sposób przedstawia się następująco:

$$\Delta \ln W_{it} = a + \alpha_i + \beta \Delta \ln K_{it} + \varepsilon_{it},$$

gdzie:

Δ – zmiana z okresu $t - 1$ na t ,

W_{it} – miara wypadkowości w pracy w roku t w województwie i ,

a – wyraz wolny (w równaniu na różnicach interpretowany jako trend),

α_i – efekt stały dla regionu i (tylko w przypadku modelu z efektami ustalonymi),

K_{it} – miara koniunktury gospodarczej w województwie i w roku t ,

ε_{it} – składnik losowy.

Model według powyższej specyfikacji oszacowano dla każdej z sekcji PKD.

W szacowaniu równań wypadkowości w pracy wykorzystano panelową metodę najmniejszych kwadratów (MNK) oraz modele z efektami losowymi oraz ustalonymi. Wyboru jednej z powyższych metod dokonano, wykorzystując testy F , Breusch-Pagana i Hausmana¹².

¹⁰ W szczególności w przypadku zmiennych dotyczących wynagrodzeń w poszczególnych sekcjach PKD oraz w PKB i niektórych zmiennych wypadkowości.

¹¹ B.H. Baltagi, *Econometric analysis of panel data*, Wiley, Chichester 2008; Ch. Hsiao, *Analysis of panel data*, Cambridge University Press, New York 2014.

¹² M. Verbeek, *A guide to modern econometrics*, Wiley, Chichester 2012.

Tabela 1. Definicje oraz podstawowe statystyki opisowe zmiennych

Zmienna	Definicja (jednostka)	M ± SD	min.	max.
<i>Wypad_A</i>	Poszkodowani ogółem w wypadkach w pracy na 1000 pracujących w sekcjach PKD (osoby)	10,1 ± 4,2	1,7	22,2
<i>Wypad_BCDE</i>		15,6 ± 4,1	6,1	25,6
<i>Wypad_C</i>		15,9 ± 4,2	6,0	26,6
<i>Wypad_F</i>		14,0 ± 3,3	7,8	27,2
<i>Wypad_G</i>		8,1 ± 2,1	4,0	12,3
<i>Wypad_H</i>		15,6 ± 4,7	3,2	26,2
<i>Wypad_I</i>		6,9 ± 2,4	2,5	16,4
<i>Wypad_J</i>		3,9 ± 2,2	0,4	16,6
<i>Wypad_K</i>		4,1 ± 1,5	0,9	13,5
<i>Wypad_L</i>		9,2 ± 3,1	4,4	20,0
<i>Wypad_M</i>		4,3 ± 1,5	1,0	10,0
<i>Wypad_N</i>		12,9 ± 5,2	4,3	38,7
<i>Wypad_O</i>		7,0 ± 1,6	4,2	11,9
<i>Wypad_P</i>		4,5 ± 1,1	2,1	8,1
<i>Wypad_Q</i>		12,4 ± 2,5	7,5	19,3
<i>Wypad_R</i>		7,2 ± 1,9	2,9	12,3
<i>PKB</i>	Realny PKB <i>per capita</i> (2010 = 100) (zł)	32 761 ± 8215	20 434	63 818
<i>Bezrob_BAEL</i>	Stopa bezrobocia wg Badania Ekonomicznej Aktywności Ludności GUS (%)	10,8 ± 3,3	5,5	22,8
<i>Mieszk</i>	Mieszkania, na których budowę wydano pozwolenia na 1000 ludności (liczba)	4,3 ± 1,7	1,1	11,9
<i>Wynag_Og</i>	Realne przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto (2010 = 100) (zł)	3 092 ± 419	2 384	4 554
<i>Wynag_A</i>	Realne przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto (2010 = 100) w sekcjach PKD (zł)	3 265 ± 434	2 374	4 362
<i>Wynag_BCDE</i>		2 927 ± 434	2 132	4 223
<i>Wynag_C</i>		2 703 ± 337	1 964	3 692
<i>Wynag_F</i>		2 405 ± 387	1 846	3 870
<i>Wynag_G</i>		2 255 ± 400	1 655	3 759
<i>Wynag_H</i>		2 477 ± 369	1 955	3 653
<i>Wynag_I</i>		1 775 ± 260	1 349	2 570
<i>Wynag_J</i>		4 136 ± 825	3 054	6 623
<i>Wynag_K</i>		4 316 ± 794	3 341	7 082
<i>Wynag_L</i>		3 059 ± 368	2 426	4 430
<i>Wynag_M</i>		3 044 ± 677	2 054	5 511
<i>Wynag_N</i>		1 940 ± 308	1 314	3 230

cd. tab. 1

Zmienna	Definicja (jednostka)	M ± SD	min.	max.
<i>Wynag_O</i>		3 787 ± 371	3 114	5 038
<i>Wynag_P</i>		3 192 ± 286	2 627	3 735
<i>Wynag_Q</i>		2 837 ± 365	2 074	3 559
<i>Wynag_R</i>		2 666 ± 293	2 166	3 653

Uwagi: M – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, min. – wartość minimalna, max. – wartość maksymalna. Sekcje PKD 2007: A – Rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo; B – Górnictwo i wydobywanie; C – Przetwórstwo przemysłowe; D – Wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz, parę wodną, gorącą wodę i powietrze do układów klimatyzacyjnych; E – Dostawa wody; gospodarowanie ściekami i odpadami oraz działalność związana z rekultywacją; F – Budownictwo; G – Handel hurtowy i detaliczny; naprawa pojazdów samochodowych; H – Transport i gospodarka magazynowa; I – Działalność związana z zakwaterowaniem i usługami gastronomicznymi; J – informacja i komunikacja; K – Działalność finansowa i ubezpieczeniowa; L – Działalność związana z obsługą rynku nieruchomości; M – Działalność profesjonalna, naukowa i techniczna; N – Działalność w zakresie usług administrowania i działalność wspierająca; O – Administracja publiczna i obrona narodowa; obowiązkowe zabezpieczenia społeczne; P – Edukacja; Q – Opieka zdrowotna i pomoc społeczna; R – Działalność związana z kulturą, rozrywką i rekreacją.

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS.

5. Wyniki

W tabeli 2 zawarto wybrane wyniki szacowania modeli opisujących zależność między koniunkturą gospodarczą a wypadkowością w pracy w regionach Polski w latach 2005–2013. Diagnostyka modeli (test *F* dla danych panelowych) wskazuje na poprawność zastosowania panelowej MNK.

Ważnym i niewykorzystanym w innych badaniach czynnikiem koniunktury w poszczególnych sekcjach jest wynagrodzenie w każdej z nich. Należy zwrócić uwagę, że wyniki uzyskane dzięki uwzględnieniu tego uszczegółowienia w przypadku niektórych sekcji różnią się od wyników uzyskanych w modelach z ogólnymi wskaźnikami koniunktury. Według autorów jest to sygnał do przeprowadzenia dodatkowych badań, uwzględniających bardziej precyzyjne mechanizmy transmisji.

W sekcjach przemysłowych, czyli A, BCDE, C, F i G, ujawniła się wyraźna procykliczność wypadkowości, co potwierdziło oczekiwania, ale jednocześnie zmusza do wyjaśnienia, które z czynników opisanych w literaturze determinowały procykliczność. Na szczególną uwagę zasługuje sekcja C (przetwórstwo przemysłowe) i F (budownictwo) jako najbardziej wrażliwe na wahania koniunktury, a jednocześnie najczęściej badane w innych krajach. W sekcji przetwórstwa przemysłowego 1-procentowy wzrost wynagrodzenia w niej, a także realnego PKB *per capita*, prowadzą do wzrostu wypadków o prawie 1,5%, natomiast wzrost wynagrodzenia ogółem

przekłada się na wprost proporcjonalny wzrost liczby wypadków (wartość współczynnika równa 1,024). Zmniejszenie bezrobocia o 1% oznacza z kolei wzrost liczby wypadków o około 0,23%. Podobna siła zależności łączy liczbę mieszkań, na które wydano zezwolenia, i wypadkowość w pracy w budownictwie, przy czym kierunek zależności jest odwrotny w porównaniu z bezrobociem. W budownictwie zależności są nieco słabsze i 1-procentowy wzrost wynagrodzeń w tej branży przekłada się na 1-procentowy wzrost wypadków, a taki sam wzrost wynagrodzeń ogółem prowadzi do prawie 1-procentowego wzrostu liczby wypadków. Wzrost realnego PKB *per capita* o 1% prowadzi do wzrostu liczby wypadków o 1,3%, natomiast zmniejszenie bezrobocia o 1% oznacza wzrost liczby wypadków o około 0,26%. Również w budownictwie liczba mieszkań, na które wydano zezwolenie, koreluje z wypadkowością z podobną siłą do stopy bezrobocia (1-procentowy wzrost liczby pozwoleń oznacza 0,22-procentowe zwiększenie liczby wypadków).

W transporcie (sekcja H) stwierdzono antycykliczność wypadków, chociaż istotność tej zależności dotyczy tylko równań, w których jako wskaźnik koniunktury wykorzystano wynagrodzenia. Wzrost wynagrodzenia w tej sekcji o 1% prowadzi do zmniejszenia liczby wypadków o 1,5% i podobnie maleje liczba wypadków przy wzroście wynagrodzenia ogółem. Trudno wskazać przyczynę antycykliczności wypadków w transporcie, posługując się ogólnymi równaniami oszacowanymi tutaj. Być może są one wynikiem specyficznych dla tej branży zachowań pracowniczych czy relacji między pracodawcami a zatrudnionymi. Prawdopodobnie wyjaśnienie niespodziewanego kierunku zależności między koniunkturą a wypadkowością w transporcie wymagałoby badania koncentrującego się na tej branży, wykorzystującego bardziej szczegółowe dane.

W sekcjach I, J, K, L, M, N, O nie można stwierdzić istnienia jednoznacznych zależności. W przypadku części z nich wszystkie współczynniki przy zmiennych opisujących koniunkturę są nieistotne (sekcje N, O), w innych natomiast zastosowanie różnych miar sytuacji gospodarczej prowadziło do zidentyfikowania różnego kierunku zależności (np. sekcja I). W sekcji P, czyli Edukacji, pojawia się zaskakująca i silna procykliczność względem wzrostu wynagrodzeń w tym sektorze, jednak nieistotność zależności zidentyfikowanych w tej sekcji przy zastosowaniu ogólnych wskaźników koniunktury każe podchodzić do tego wyniku z ostrożnością. Można poza tym oczekiwać, że znaczenie sytuacji gospodarczej w sektorze takim jak edukacja, który podlega ścisłym regulacjom publicznym, także dotyczącym płac, jest mniejsze i – być może – mechanizm transmisji istniejący w sektorze prywatnym nie powinien podlegać prostemu przełożeniu na tę branżę.

Tabela 2. Wybrane wyniki szacowania równań regresji determinant wypadkowości w pracy według sekcji PKD w Polsce

Model	Zmienna zależna: Wypadki w pracy według sekcji PKD 2007									
	Wynag_X		Wynag_Og		PKB		Bezrob_BAEL		Mieszk	
	Koniunktura	skor. R ²	Koniunktura	skor. R ²	Koniunktura	skor. R ²	Koniunktura	skor. R ²	Koniunktura	skor. R ²
A	1,296*** (0,458)	0,079	1,445*** (0,423)	0,021	1,218** (0,491)	0,023	-0,168** (0,067)	0,013	0,055 (0,088)	-0,005
BCDE	0,895*** (0,216)	0,051	0,807*** (0,181)	0,032	1,287*** (0,225)	0,142	-0,208*** (0,034)	0,130	0,247*** (0,033)	0,253
C	1,465*** (0,284)	0,147	1,024*** (0,196)	0,050	1,431*** (0,228)	0,161	-0,229*** (0,036)	0,144	0,261*** (0,035)	0,259
F	0,998*** (0,163)	0,064	0,910*** (0,279)	0,020	1,312*** (0,237)	0,078	-0,260*** (0,063)	0,111	0,216*** (0,044)	0,102
G	0,514* (0,268)	0,015	0,825*** (0,299)	0,033	0,659** (0,263)	0,030	-0,115*** (0,035)	0,033	0,116*** (0,038)	0,048
H	-1,512*** (0,309)	0,134	-1,482*** (0,379)	0,042	-0,265 (0,382)	-0,006	0,052 (0,071)	-0,005	-0,005 (0,062)	-0,008
I	-1,551*** (0,480)	0,044	-0,377 (0,545)	-0,006	0,851* (0,506)	0,003	-0,080 (0,097)	-0,004	0,061 (0,117)	-0,005
J	-2,519** (1,009)	0,060	-1,270 (1,600)	-0,005	-1,128 (1,068)	-0,004	0,098 (0,214)	-0,007	-0,266 (0,154)	0,002
K	-0,944 (0,582)	-0,002	-1,046 (0,966)	-0,001	-0,884 (0,754)	-0,001	0,393** (0,154)	0,040	-0,193 (0,135)	0,008
L	0,282 (0,688)	-0,007	0,397 (0,613)	-0,006	-0,221 (0,483)	-0,007	-0,027 (0,059)	-0,008	0,160** (0,075)	0,010
M	0,184 (1,224)	-0,008	0,123 (0,583)	-0,008	-0,168 (0,500)	-0,008	-0,060 (0,152)	-0,007	0,165* (0,098)	0,006
N	-0,297 (0,319)	-0,000	-0,544 (0,542)	-0,004	-0,214 (0,499)	-0,007	-0,031 (0,097)	-0,007	-0,053 (0,068)	-0,005
O	0,080 (0,348)	-0,008	0,191 (0,466)	-0,007	0,202 (0,435)	-0,006	0,018 (0,061)	-0,007	0,058 (0,058)	0,001
P	1,357*** (0,450)	0,021	0,336 (0,282)	-0,003	0,180 (0,312)	-0,006	-0,024 (0,040)	-0,007	0,023 (0,042)	-0,006
Q	-0,657*** (0,119)	0,078	-1,014*** (0,205)	0,037	-0,790*** (0,262)	0,032	0,086* (0,048)	0,009	-0,033 (0,038)	-0,005
R	1,491*** (0,506)	0,024	1,605*** (0,554)	0,025	0,970*** (0,349)	0,010	-0,263*** (0,086)	0,038	0,214** (0,093)	0,033

Uwagi: wszystkie modele oszacowano panelową MNK przy wykorzystaniu 128 obserwacji (8 lat, 16 województw); wszystkie zmienne wyrażono w logarytmach naturalnych; w nawiasach okrągłych przedstawiono błędy standardowe parametrów wg White'a, odporne na heteroskedastyczność i autokorelację składnika losowego. Oznaczenia: w kolumnie „Koniunktura” podano wartości współczynnika równania regresji dla danego wskaźnika koniunktury i danej sekcji PKD; skor. R² – wartości skorygowanego R²; X w nazwie Wynag_X oznacza odpowiednią sekcję PKD; ***, **, * – parametry istotne na poziomie, odpowiednio, 0,01; 0,05 i 0,1.

Źródło: jak pod tab. 1.

Tabela 3. Wartości współczynników wyrazu wolnego z równań regresji determinant wypadkowości w pracy według sekcji PKD w Polsce

Model	Zmienna zależna: Wypadki w pracy według sekcji PKD 2007				
	<i>Wynag_x</i>	<i>Wynag_Og</i>	<i>PKB</i>	<i>Bezrob_BAEL</i>	<i>Mieszk</i>
A	-0,065*** (0,022)	-0,057*** (0,016)	-0,059*** (0,022)	-0,029** (0,012)	-0,018 (0,011)
BCDE	-0,046*** (0,007)	-0,041*** (0,006)	-0,063*** (0,009)	-0,032*** (0,004)	-0,023*** (0,004)
C	-0,069*** (0,009)	-0,050*** (0,007)	-0,071*** (0,009)	-0,037*** (0,004)	-0,027*** (0,004)
F	-0,058*** (0,006)	-0,056*** (0,008)	-0,076*** (0,010)	-0,048*** (0,008)	-0,035*** (0,006)
G	0,017** (0,007)	0,010 (0,007)	0,010 (0,008)	0,025*** (0,004)	0,031*** (0,006)
H	0,018*** (0,005)	0,051*** (0,011)	0,019 (0,013)	0,014** (0,006)	0,010* (0,006)
I	0,081*** (0,019)	0,047** (0,018)	0,008 (0,021)	0,031** (0,013)	0,036*** (0,012)
J	0,070** (0,032)	0,066 (0,062)	0,070 (0,048)	0,038 (0,035)	0,036 (0,028)
K	0,058*** (0,016)	0,069** (0,030)	0,071 (0,027)	0,067*** (0,015)	0,044*** (0,011)
L	-0,033* (0,018)	-0,037* (0,021)	-0,019 (0,020)	-0,028** (0,012)	-0,029*** (0,011)
M	-0,020 (0,030)	-0,020 (0,020)	-0,011 (0,024)	-0,020 (0,017)	-0,019 (0,014)
N	0,004 (0,012)	0,010 (0,015)	0,002 (0,020)	-0,007 (0,008)	-0,004 (0,007)
O	0,016 (0,010)	0,013 (0,015)	0,011 (0,017)	0,019*** (0,007)	0,017*** (0,005)
P	-0,016 (0,015)	0,017 (0,010)	0,021 (0,013)	0,025*** (0,005)	0,026*** (0,004)
Q	0,036*** (0,009)	0,037*** (0,008)	0,036*** (0,012)	0,015** (0,007)	0,010* (0,006)
R	-0,015 (0,017)	-0,024 (0,021)	-0,013 (0,013)	0,003 (0,011)	0,016 (0,010)

Uwagi: Oznaczenia jak w tabeli 2.

Źródło: jak pod tab. 1.

Szczególnie interesujące są wyniki dla sekcji Q, czyli Opieka zdrowotna i pomoc społeczna, oraz R, czyli Działalność związana z kulturą, rozrywką i rekreacją. W ochronie zdrowia i pomocy społecznej istnienie antycykliczności stanowi zaskoczenie, podobnie jak w przypadku transportu. Sekcja ta nie ma charakteru przemysłowego, a usługi w niej świadczone mają szczególne znaczenie dla konsumentów indywidualnych i społeczeństwa. Specyfika usług zdrowotnych może mieć wpływ na szczególny charakter zależności między sytuacją gospodarczą a bezpieczeństwem pracy, należy jednak stwierdzić, że uzyskane wyniki, mimo że spójne w oszacowanych równaniach, traktować należy jako hipotezę stanowiącą przyczynek do przyszłych badań, koncentrujących się tylko na tej branży. Również trudna do wyjaśnienia jest silna procykliczność w działalności związanej z kulturą, rozrywką i rekreacją. Trudno rozstrzygnąć, dlaczego wzrost realnego PKB *per capita* o 1% ma prowadzić do prawie 1-procentowego wzrostu wypadków w tej sekcji. Podobnie, dlaczego 1-procentowy wzrost wynagrodzeń w tej sekcji i ogółem ma prowadzić do wzrostu liczby wypadków o około 1,5%? Dlaczego w działalności kulturalnej i rozrywkowej koniunktura tak istotnie wpływa na bezpieczeństwo w pracy, pozostaje kwestią, która stanowi bodziec do prowadzenia dalszych badań.

W podsumowaniu tej części wyników warto zauważyć, że szacunki uzyskane z wykorzystaniem miary koniunktury specyficznej dla danej sekcji (wynagrodzenia według sekcji PKD) różnią się w przypadku części branż dość znacznie w porównaniu z wynikami uzyskanymi dla wskaźników ogólnogospodarczych. Dotyczy to przy tym branż nieprzemysłowych, w których wypadkowość jest generalnie niższa (sekcje I, J, P). Zdecydowanie bardziej spójne i jednoznaczne wyniki dotyczą rolnictwa (sekcja A), przetwórstwa przemysłowego (sekcja C) czy budownictwa (sekcja F).

Gdy bierze się pod uwagę specyfikację oszacowanych modeli, na uwagę zasługuje kierunek i istotność statystyczna wyrazu wolnego, interpretowanego w równaniu na różnicach jako trend (tabela 3). Wartości wyrazu wolnego wskazują na istotne zmniejszanie się liczby wypadków wraz z upływem czasu w sekcjach przemysłowych (BCDE, C i F) i rolnictwie (A). Świadczyć to może o rosnącym bezpieczeństwie pracy w sektorach, w których tradycyjnie ryzyka zawodowe są znaczne, a liczba wypadków przekracza wartości odnotowywane w sektorach usługowych. Z drugiej strony, właśnie w usługach (sekcje G, H, I, J, K, Q) odnotowano dodatnie i istotne wartości trendu, co wskazywać może na rosnące ryzyka w tych obszarach. Wyniki te wskazują na konieczność dalszych badań wszystkich możliwych mechanizmów transmisji istotnych dla badanych zależności. Szczególnie interesującą jest sekcja Q, czyli Opieka zdrowotna i pomoc społeczna. Wyjaśnienie trendu prowadzącego do

zwiększenia wypadków na skutek wzrostu wynagrodzeń w ogóle i w tej sekcji, a także wzrostu gospodarczego wymaga pogłębionych badań.

Oszacowane modele charakteryzują niskie wartości skorygowanego R^2 , co najwyżej 25,9%. Takie wyniki są jednak typowe dla modeli, w których zmienne wyrażono w pierwszych różnicach, na co zwraca się uwagę w literaturze ekonometrycznej¹³. Najwyższe wartości skorygowany R^2 osiągnął w sekcjach przemysłowych, BCDE i C, co potwierdza oczekiwania, że właśnie w przemyśle istnieje najsilniejsze oddziaływanie cyklu koniunkturalnego na liczbę wypadków. W sekcjach usługowych ta zależność jest mniejsza, oprócz Q i R, co wskazuje na konieczność bardziej szczegółowych badań.

6. Podsumowanie

Przedstawione wyniki badania wpływu przebiegu cyklu koniunkturalnego na liczbę wypadków przy pracy pokazują, że problem jest ważny dla gospodarki, a jednocześnie nie jest on badany przez ekonomistów. To oddziaływanie jest złożonym procesem odbywającym się przez wiele kanałów w sposób pośredni i bezpośredni. Część otrzymanych wyników potwierdza intuicyjne oczekiwania i stanowi istotne dane. Natomiast część wyników jest niezgodna z oczekiwaniami lub wręcz zaskakująca, co świadczy o złożoności problemu, nieznaności mechanizmów transmisji, a więc o konieczności dalszych badań.

W Polsce przeprowadzono mało badań przyczyn wypadków przy pracy. Niniejszy artykuł ma charakter pionierski i koncentruje się na oddziaływaniu cyklu koniunkturalnego na wypadki w poszczególnych sekcjach gospodarki. Autorzy mają świadomość konieczności kontynuowania bardziej szczegółowych badań. Niezbędny wydaje się podział wypadków na śmiertelne i lżejsze, a także zbadanie skutków zmian wskaźników makroekonomicznych, np. stopy bezrobocia, na liczbę wypadków w okresach krótkim i długim. Co najważniejsze, trzeba uwzględnić jak najwięcej mechanizmów transmisji. Przykładowo, nie wiadomo, w jaki sposób na ryzyko wypadku w pracy wpływa interakcja wyborów w zakresie bezpieczeństwa pracy i zysku dokonywanych przez pracodawców oraz decyzji dokonywanych przez pracowników, które dotyczą bezpieczeństwa pracy oraz wysokości wynagrodzenia. Ponadto, oddziaływanie cyklu koniunkturalnego jest trudne do zbadania ze względu

¹³ D.N. Gujarati, D.C. Porter, *Basic econometrics*, McGraw-Hill, New York 2008.

na wprowadzane w każdej fazie cyklu regulacje prawne, mające podnosić bezpieczeństwo pracy i kulturę bezpieczeństwa, a wprowadzanie regulacji i ich egzekwowanie wpływa na znaczne ograniczenie liczby wypadków, szczególnie w dużych firmach.

Bibliografia

1. Asfaw A., Pena-Cryan R., Rosa R., *The business cycle and the incidence of workplace injuries: Evidence from the USA*, „Journal of Safety Research” 2011, vol. 42.
2. Baltagi B.H., *Econometric analysis of panel data*, Wiley, Chichester 2008.
3. Davies R., Jones P., Nuñez I., *The impact of the business cycle on occupational injuries in the UK*, „Social Science & Medicine” 2009, vol. 69.
4. Economou A., Theodossiou I., *The effect of macroeconomic conditions on occupational health and safety; the European experience*, Centre for European Labour Market Research Discussion Paper 2011, nr 7.
5. Gujarati D.N., Porter D.C., *Basic econometrics*, McGraw-Hill, New York 2008.
6. GUS, *Bank Danych Lokalnych*, <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>, dostęp 04.03.2016.
7. Hsiao Ch., *Analysis of panel data*, Cambridge University Press, New York 2014.
8. Oi W.Y., *On the economics of industrial safety*, „Law and Contemporary Problems” 1974, nr 38.
9. Robinson J.C., Shor G.M., *Business-cycle Influences on Work-related Disability in Construction and Manufacturing*, „The Milbank Quarterly” 1989, vol. 67, suppl. 2.
10. Rzepecki J., *Społeczne koszty wypadków przy pracy – pilotażowe wdrożenie metody obliczania*, „Bezpieczeństwo Pracy” 2014, nr 5.
11. Saloniemi A., Oksanen H., *Accidents and fatal accidents – some paradoxes*, „Safety Science” 1998, vol. 29.
12. Verbeek M., *A guide to modern econometrics*, Wiley, Chichester 2012.

Economic Dynamics and Accidents at Work in Poland – Sectoral Analysis for the Years 2005–2013

Summary

Since accidents at work are crucial for economic and health-related reasons, it seems reasonable to identify factors that determine their incidence rate. Our paper makes an attempt to study the relationship between the economic situation in individual sectors of economy in Poland and the number of accidents at work. Literature demonstrates that the stage of economic recovery implies higher frequency of accidents because more new, inexperienced workers are hired, who are much more exposed to the risk of accident. As part of the study, we built separate models for individual PKD 2007 sectors to find out differences in the impact of economic situation upon cyclical occurrence of accidents in industry, construction, agriculture, as well as in culture and entertainment sector and anti-cyclical pattern in health care and social care. Further studies are necessary to identify differences in transmission mechanisms, which lead to different results for different sectors.

Keywords: accidents at work, business cycle, regression for panel data
