

# Kamila Bednarz

---

## Wybrane aspekty charakterystyki wypadków przy pracy - analiza statystyczna i prognoza

---

Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu 27, 133-142

---

2012

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

KAMILA BEDNARZ

Uniwersytet Szczeciński

## WYBRANE ASPEKTY CHARAKTERYSTYKI WYPADKÓW PRZY PRACY – ANALIZA STATYSTYCZNA I PROGNOZA

### Streszczenie

Bezpieczeństwo staje się coraz częściej analizowanym zagadnieniem związanym z pojęciem pracy. Powodem tego jest wciąż bardzo duża liczba wypadków przy pracy. Celem artykułu jest analiza statystyczna charakteryzująca wypadki powstałe przy pracy w Polsce w latach 1993–2008. Dodatkowo artykuł został wzbogacony o prognozę liczby wypadków przy pracy w Polsce na rok 2009 wyznaczoną metodą minimum błędu *ex ante*.

### Wprowadzenie

Problem bezpieczeństwa w pracy jest niezmiernie istotny. Jego waga wynika z moralnych aspektów utraty zdrowia i życia. Nerozerwalnie z tematyką bezpieczeństwa w pracy łączy się pojęcie wypadku przy pracy.

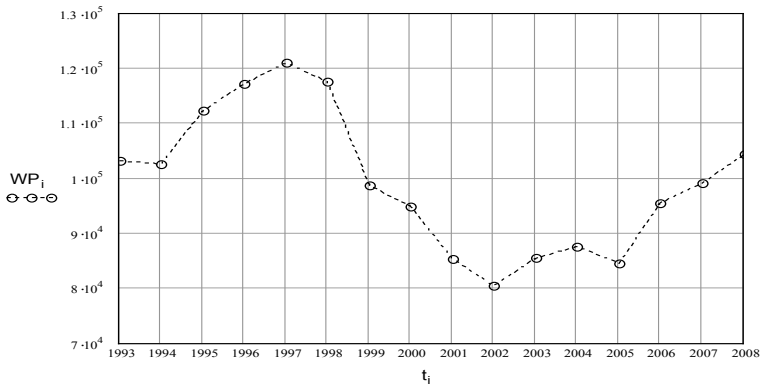
Za wypadek przy pracy uznaje się nagłe zdarzenie wywołane przyczyną zewnętrzną powodujące uraz lub śmierć, które nastąpiło: podczas wykonywania przez pracownika zwykłych czynności lub poleceń przełożonych albo w związku z wykonywaniem ich; podczas wykonywania przez pracownika czynności na rzecz pracodawcy, nawet bez polecenia, lub w związku z wykonywaniem ich; w czasie pozostawania pracownika w dyspozycji pracodawcy w drodze między siedzibą pracodawcy a miejscem wykonywania obowiązku wynikającego ze stosunku pracy<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Ustawa z dnia 30 października 2002 r. o ubezpieczeniu społecznym z tytułu wypadków przy pracy i chorób zawodowych.

Duża liczba notowanych wypadków przy pracy oraz wysokie koszty społeczne, których niezwykle istotną część stanowi wartość życia ludzkiego, powodują, że bezpieczeństwo powinno być coraz częściej analizowanym zagadnieniem. W artykule przeprowadzono statystyczną analizę liczby wypadków przy pracy w Polsce w oparciu o oficjalne dane statystyczne GUS-u w latach 1993–2008 oraz prognozę przy zastosowaniu metody bazującej na minimalizacji błędów *ex ante*.

## 1. Analiza statystyczna wypadków przy pracy

Rysunek 1 przedstawia liczbę wypadków przy pracy w Polsce w latach 1993–2008.



Rys. 1. Liczba wypadków przy pracy w Polsce w latach 1993–2008

Źródło: opracowanie własne.

Łączna liczba wypadków przy pracy w latach 1993–2008 ukształtowała się na poziomie ponad 1,5 mln. Najwięcej poszkodowanych osób odnotowano w roku 1997, w którym łączna liczba wypadków wyniosła 120 897. W latach 1998–2002 nastąpił spadek liczby wypadków w Polsce o ponad 40 tys. Niestety, w kolejnych dwóch latach liczba ta wzrosła – o 2,15%. Łącznie w tym okresie odnotowano blisko 173 tys. wypadków. Lata 2005–2008 to okres kolejnego wzrostu. W roku 2006 w porównaniu z rokiem 2005 liczba wypadków przy pracy wzrosła z 84 402 do 95 462, co stanowiło wzrost poszkodowanych osób o 13,10%. Dalszy wzrost liczby poszkodowanych przy pracy miał miejsce w kolejnym analizowanym okresie. W roku 2007 liczba poszkodowanych w wypadkach w stosunku do roku poprzedniego wzrosła do 99 171 osób, czyli

o 3,89%. Wzrostowy trend liczby wypadków przy pracy miał miejsce również w 2008 roku, ponieważ łączna liczba poszkodowanych w wypadkach wzrosła w porównaniu z rokiem 2007 o 5231 osób, czyli o dalsze 5,27%. Średnia liczba wypadków w latach 1993–2008 ukształtowała się na poziomie 99 325.

Dzieląc liczbę poszkodowanych w wypadkach na 1000 pracujących, otrzymamy informacje o wskaźniku częstotliwości wypadków przy pracy. W latach 2002–2008, z wyjątkiem roku 2005, wskaźnik częstotliwości wypadków utrzymywał tendencję rosnącą. W roku 2002 wyniósł 7,57, by w ostatnim analizowanym okresie osiągnąć poziom 9,11.

W celu dokładnej analizy wypadków przy pracy konieczne jest wyszczególnienie spośród wypadków ogółem wypadków śmiertelnych i ciężkich. Wypadek śmiertelny definiowany jest jako wypadek, w wyniku którego nastąpiła śmierć w okresie nieprzekraczającym pół roku od czasu wypadku<sup>2</sup>. A za wypadek ciężki uznaje się wypadek, na skutek którego nastąpiło ciężkie uszkodzenie ciała, do którego zaliczyć należy: utratę wzroku, słuchu, mowy, zdolności rozrodczej, inne uszkodzenia ciała albo rozstrój zdrowia naruszające podstawowe funkcje organizmu, chorobę nieuleczalną lub zagrażającą życiu, trwałą chorobę psychiczną, całkowitą lub częściową niezdolność do pracy w zawodzie, trwałe, istotne zezwolenie lub zniekształcenie ciała<sup>3</sup>.

W tabeli 1 zamieszczono dynamikę liczby wypadków w Polsce w badanym okresie z podziałem na wypadki śmiertelne, ciężkie oraz lekkie.

Tabela 1

Dynamika wypadków przy pracy w Polsce w latach 1993–2008

Rok	Dynamika wypadków [%]				Dynamika wypadków w stosunku do 1993 r. [%]			
	wypadki ogółem	wypadki śmiertelne	wypadki ciężkie	wypadki lekkie	wypadki ogółem	wypadki śmiertelne	wypadki ciężkie	wypadki lekkie
1993	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	-0,61	-2,12	-16,98	-0,13	-0,61	-2,12	-16,98	-0,13
1995	9,53	-3,26	-6,29	10,00	8,86	-5,31	-22,21	9,86
1996	4,38	3,69	-6,36	4,60	13,63	-1,82	-27,15	14,92
1997	3,23	8,50	-4,37	3,34	17,29	6,53	-30,34	18,75
1998	-2,71	-7,26	-7,55	-2,60	14,11	-1,21	-35,59	15,66
1999	-16,02	-19,66	-26,05	-15,84	-4,17	-20,64	-52,37	-2,66
2000	-3,91	13,58	-1,89	-4,04	-7,92	-9,86	-53,27	-6,59

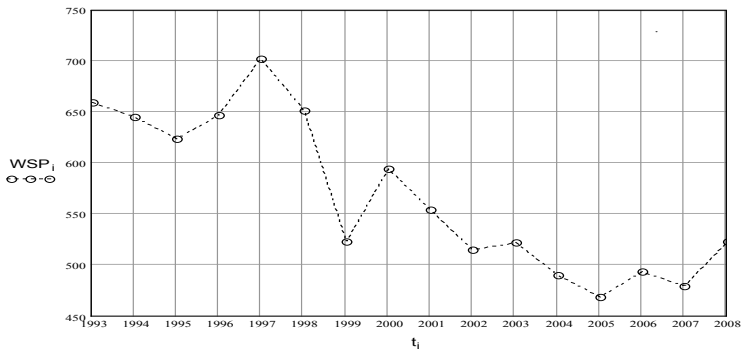
<sup>2</sup> *Ibidem.*<sup>3</sup> *Ibidem.*

cd. tabeli 1. Dynamika wypadków przy pracy w Polsce w latach 1993–2008

Rok	Dynamika wypadków [%]				Dynamika wypadków w stosunku do 1993 r. [%]			
	wypadki ogółem	wypadki śmiertelne	wypadki ciężkie	wypadki lekkie	wypadki ogółem	wypadki śmiertelne	wypadki ciężkie	wypadki lekkie
2001	-10,15	-6,73	-14,95	-10,10	-17,27	-15,93	-60,26	-16,03
2002	-5,61	-7,04	-10,27	-5,54	-21,91	-21,85	-64,34	-20,67
2003	6,15	1,36	-2,52	6,29	-17,11	-20,79	-65,24	-15,68
2004	2,43	-6,13	3,48	2,47	-15,09	-25,64	-64,03	-13,60
2005	-3,56	-4,49	-8,08	-3,50	-18,11	-28,98	-66,93	-16,62
2006	13,10	5,34	2,09	13,27	-7,38	-25,19	-66,24	-5,56
2007	3,89	-2,84	2,66	3,93	-3,78	-27,31	-65,34	-1,84
2008	5,27	9,19	-9,98	5,41	1,29	-20,64	-68,80	3,47

Źródło: opracowanie własnych na podstawie danych GUS-u.

Na rysunku 2 przedstawiona jest liczba śmiertelnych wypadków przy pracy w latach 1993–2008.

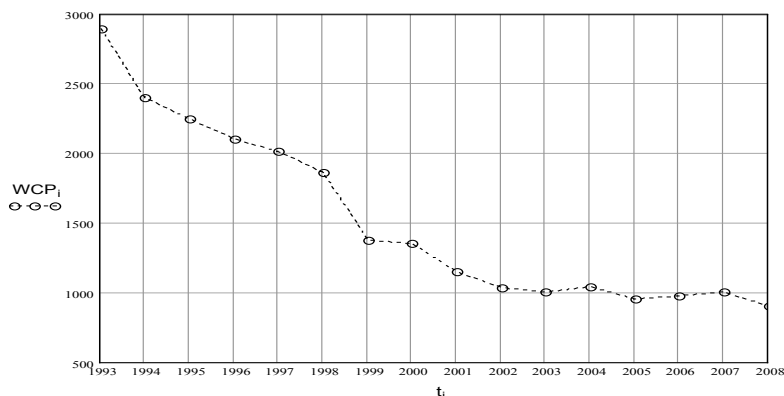


Rys. 2. Liczba wypadków śmiertelnych przy pracy w Polsce w latach 1993–2008

Źródło: opracowanie własne.

Najwięcej, bo ponad 700, śmiertelnych wypadków przy pracy miało miejsce w roku 1997. W kolejnych dwóch latach nastąpił spadek liczby wypadków o 51. Jednocześnie rok 1999 był okresem największego spadku w porównaniu z rokiem poprzednim. Spadek ten wyniósł ponad 19,5%. Niewątpliwie pocieszający jest fakt, że z wyjątkiem roku 2003, lata 2000–2005 to okresy dalszego spadku liczby wypadków śmiertelnych. Niestety, w roku 2006 sytuacja ta zmieniła się, odnotowano wówczas 492 wypadki, tj. o ponad 32 więcej niż w roku poprzednim. Stanowi to wzrost o blisko 5,5%. W roku 2008 miały

miejsce 523 wypadki śmiertelne, czyli o 44 więcej w porównaniu z rokiem 2007, ale prawie 21% mniej w stosunku do roku 1993. Średnia liczba wypadków śmiertelnych w latach 1993–2008 ukształtowała się na poziomie 568.



Rys. 3. Wypadki ciężkie przy pracy w latach 1993–2008 w Polsce

Źródło: opracowanie własne.

Z analizy danych umieszczonych na rysunku 3 wynika, że liczba ciężkich wypadków przy pracy w latach 1993–2003 charakteryzowała się tendencją spadkową. W roku 1993 liczba ta wyniosła 2891, a w roku 2003 – 1005. Oznacza to spadek liczby wypadków aż o ponad 65%. Niestety, sytuacja ta w roku 2004 zmieniła się, ponieważ liczba wypadków uznanych za ciężkie wzrosła do 1040. Nieznaczną tendencję wzrostową można było zauważyć również w dwóch kolejnych latach. W ostatnim badanym okresie liczba wypadków ciężkich przy pracy w Polsce wyniosła 902 i była mniejsza w porównaniu z rokiem 1993 aż o 68,80%

## 2. Prognoza liczby wypadków przy pracy w Polsce na rok 2009

Przez pojęcie prognozowanie rozumie się racjonalne i zarazem naukowe przewidywanie przyszłych zdarzeń<sup>4</sup>. Należy podkreślić, że prognozy odgrywają coraz większą rolę. Prawidłowo zbudowana prognoza może być użyteczna przy podejmowaniu decyzji gospodarczych<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> M. Cieślak, *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowanie*, PWN, Warszawa 2001, s. 18; A. Zeliaś, *Teoria prognozy*, PWE, Warszawa 1997, s. 16.

<sup>5</sup> R. Czyżycki, M. Hundert, R. Klóska, *Wybrane zagadnienia z prognozowania*, ECONOMICUS, Szczecin 2006, s. 10.

W pracy rozpatrzono następujące modele trendu: liniowy, paraboliczny, potęgowy, wykładniczy, logarytmiczny i hiperboliczny. W celu przedstawienia prognozy wykorzystano metodę bazującą na minimum błędu *ex ante*. Spośród wymienionych trendów wybrano ten, który prowadził do najmniejszej wartości tego błędu. Dodatkowo w trakcie prognozy zmieniano liczbę ostatnich  $n$  lat uwzględnionych w modelu tak, aby uzyskać najmniejszy błąd *ex ante*<sup>6</sup>.

Obliczenia zostały wykonane za pomocą aplikacji umożliwiającej prognozowanie z wykorzystaniem trendów nieliniowych, dostępnej na stronie internetowej Wydziału Zarządzania i Ekonomiki Usług Uniwersytetu Szczecińskiego<sup>7</sup>. Ponieważ wzory związane z wykonaniem predykcji są dostępne w wymienionej aplikacji, zrezygnowano z ich zamieszczenia.

Pod rysunkami zamieszczono kolejno: YP – wartość prognozy na 2009 roku, VA – błąd względny *ex ante*,  $v$  – współczynnik zmienności stanowiący stosunek odchylenia standardowego reszt do wartości średniej,  $n$  – liczba optymalnych lat.

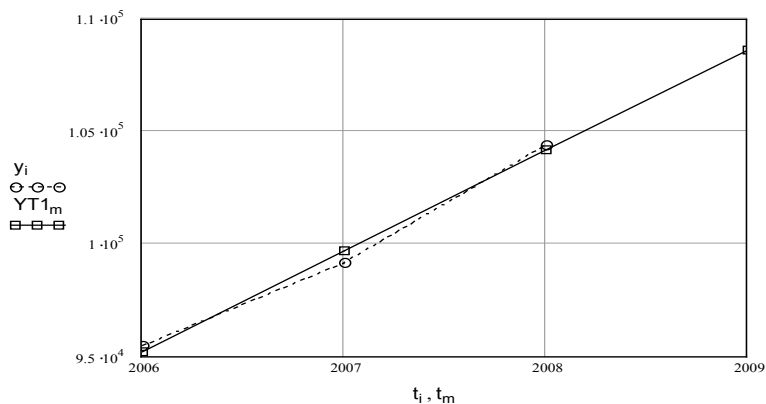
### 3. Wypadki ogółem

Na rysunku 4 zaprezentowane są wyniki prognozy liczby wypadków przy pracy w Polsce na podstawie  $n = 3$  obserwacji oznaczonych linią kropkowaną z kółkami. Linią ciągłą z prostokątami zaznaczono wyniki prognozy uzyskanej dla trendu liniowego. Zgodnie z danymi z rysunku 4 wartość prognozy YP = 108 618 jest obciążona błędem względnym *ex ante* VA = 1,04%. W przypadku uwzględnienia wszystkich  $n = 16$  obserwacji najmniejszą wartość błędu względnego *ex ante*, wynoszącą 12,50%, uzyskano dla trendu potęgowego.

Zastosowanie metody minimum błędu *ex ante* pozwoliło zmniejszyć jego wartość dwunastokrotnie.

<sup>6</sup> Opis całej procedury budowy prognozy bazującej na minimum błędu *ex ante* można znaleźć, w: J. Purczyński, *Prognoza ruchu pasażerów w portach lotniczych w Polsce w 2008 roku, bazująca na minimum błędu ex ante*, Zeszyty Naukowe nr 528, Problemy Transportu i Logistyki nr 7, *Transport – historia i współczesność*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2009, s. 199–208.

<sup>7</sup> <http://www.rog.hekko.pl/>.

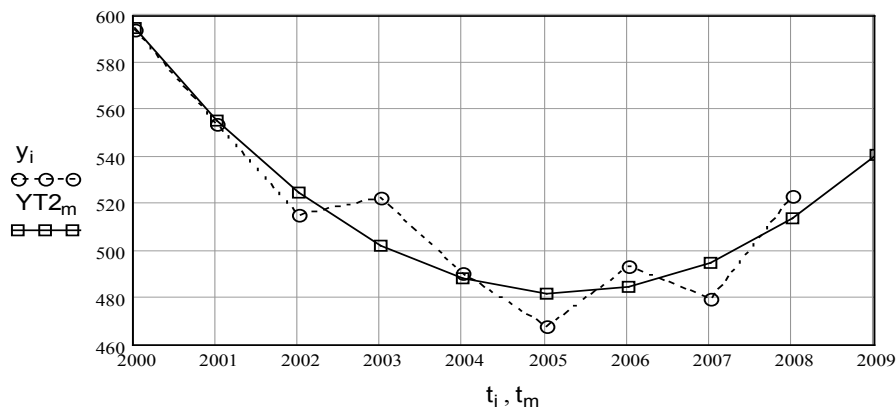


Rys. 4. Progniza liczby wypadków przy pracy na rok 2009 [YP = 108 618, VA = 1,04%,  $v = 0,62\%$ ,  $n = 3$ ]

Źródło: opracowanie własne.

#### 4. Wypadki śmiertelne

Na rysunku 5 zaprezentowane są wyniki predykcji liczby wypadków śmiertelnych przy pracy na podstawie  $n = 9$  lat. Linia kropkowaną z kółkami oznaczono obserwacje. Linia ciągła z prostokątami odpowiada trendowi parabolicznemu.

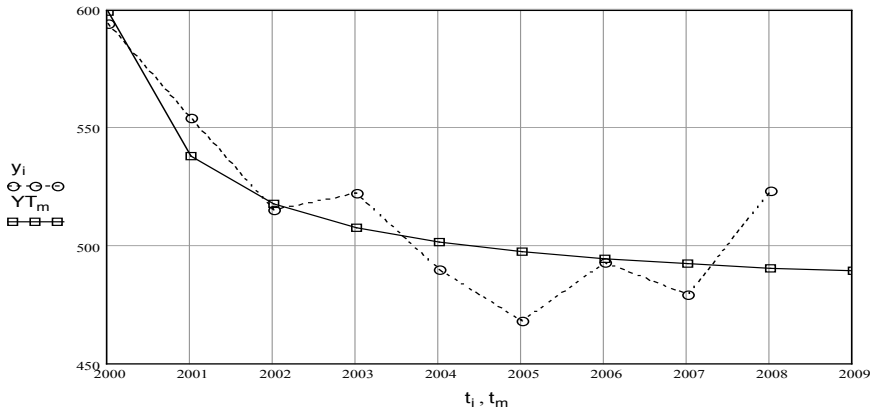


Rys. 5. Wyniki prognozy liczby wypadków śmiertelnych przy pracy w Polsce na rok 2009 [YP = 540, VA = 4,06%,  $v = 2,63\%$ ,  $n = 9$ ]

Źródło: opracowanie własne.



Na rysunku 6 również przedstawione są wyniki prognozy liczby wypadków śmiertelnych przy pracy dla 9 obserwacji, ale na podstawie trendu hiperbolicznego. Linia kropkowana z kółkami oznacza obserwacje, linia ciągła z prostokątami – wyniki prognozy.



Rys. 6. Predykcja liczby wypadków śmiertelnych przy pracy na 2009 rok [YP = 489, VA = 4,38%, v = 3,82%, n = 9]

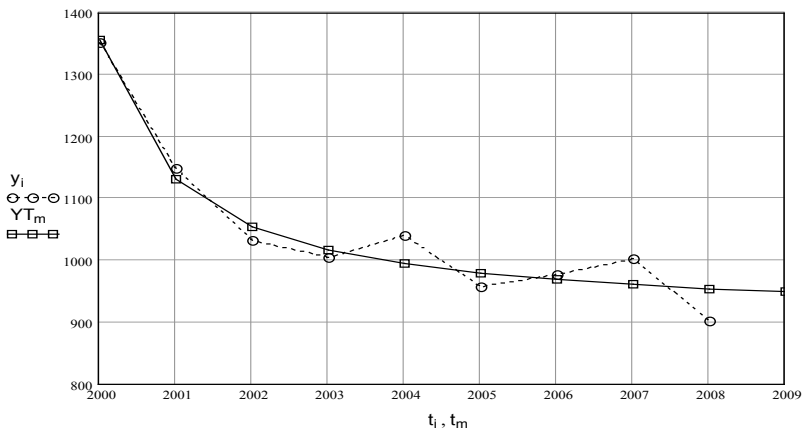
Źródło: opracowanie własne.

W przypadku prognozy liczby wypadków śmiertelnych najmniejszą wartość błędu względnego *ex ante*, wynoszącą VA = 4,06%, uzyskano dla trendu parabolicznego, dla danych uwzględniających n = 9 ostatnich lat (rysunek 5). Nieznacznie (VA = 4,38%) ustępuje prognoza uzyskana dla trendu hiperbolicznego (rysunek 6) – pozostałe trendy prowadzą do wartości VA > 5%. Przyjęcie wyniku prognozy wynikającego z danych przedstawionych na rysunku 5 oznacza, że w 2009 roku wystąpi dalszy wzrost liczby wypadków śmiertelnych. Natomiast z danych przedstawionych na rysunku 6 wynika, że w 2009 roku wystąpi minimalne zmniejszenie liczby wypadków śmiertelnych. Dokonując wyboru wariantu prognozy, należy wziąć pod uwagę inne czynniki, np. podjęte środki przeciwdziałające temu zdarzeniu.

Uwzględnienie wszystkich n = 16 obserwacji prowadzi do najmniejszej wartości błędu względnego *ex ante*, wynoszącej 7,74%, uzyskanej dla trendu wykładniczego.

## 5. Wypadki ciężkie

Na rysunku 7 przedstawiono wyniki prognozy liczby wypadków ciężkich wykonanej z wykorzystaniem trendu hiperbolicznego na podstawie  $n = 9$  lat. Linią kropkowaną z kółkami oznaczono uwzględnione obserwacje. Linią ciągłą z prostokątami zaznaczono wyniki prognozy uzyskanej dla trendu hiperbolicznego.



Rys. 7. Prognoza liczby wypadków ciężkich w Polsce na 2009 rok [YP = 949, VA = 3,93%,  $v = 3,38\%$ ,  $n = 9$ ]

Źródło: opracowanie własne.

Jak widać na rysunku 7, wartość prognozy  $YP = 949$  jest obarczona błędem względnym *ex ante*  $VA = 3,9\%$ . W przypadku uwzględnienia wszystkich  $n = 16$  obserwacji najmniejszą wartość błędu względnego *ex ante*, wynoszącą  $13,04\%$ , uzyskano dla trendu potęgowego. Zastosowanie metody minimum błędu *ex ante* pozwoliło zmniejszyć jego wartość ponad trzykrotnie.

### Podsumowanie

Każdego roku w Polsce na skutek wypadków przy pracy traci życie średnio ponad 500 osób, a blisko 1520 ulega ciężkim wypadkom. Duża liczba poszkodowanych w wypadkach powoduje, że bezpieczeństwo w pracy powinno się stać zagadnieniem priorytetowym. I nie chodzi tu tylko o koszty finansowe. Koszty pośrednie tych wypadków to między innymi szkody fizyczne i psychiczne poniesione przez ofiary i ich rodziny, które są o wiele

większe. Prognoza liczby wypadków ma na celu przedstawienie kształtowania się liczby poszkodowanych w wypadkach w przyszłym okresie, co daje możliwość podjęcia odpowiednich działań prewencyjnych zmierzających do ograniczenia ich liczby.

## **SELECTED ASPECTS OF DESCRIPTION OF ACCIDENTS AT WORK – THE STATISTICAL ANALYSIS AND A PROGNOSIS**

### **Summary**

Safety becomes much more frequently analyzed issue connected with the concept of work. Big number of accidents at work is the reason for that situation. The aim of the article is the statistical analysis describing accidents at work in Poland in years 1993–2008. Additionally the article has been enriched by the prognosis of number of accidents at work in Poland for year 2009 set method minimum of mistake ex ante.

*Translated by Kamila Bednarz*