

# MODEL STRATEGII FUNKCJONALNEJ ZARZĄDZANIA BEZPIECZEŃSTWEM PRACY W PRZEDSIĘBIORSTWIE BUDOWLANYM

## PRACA DOKTORSKA

Marcin Kowalik

### STRESZCZENIE

Rzeczywistość na terenach budów pod względem skali zaniedbań, czynników i zjawisk nieporządných, prowadzących do wypadków przy pracy, wskazuje na niski poziom świadomości kierownictwa przedsiębiorstw budowlanych w obszarze możliwości przeciwdziałania i minimalizacji tego zjawiska. Zasadne jest zatem powiększanie zbioru wiedzy, w zakresie rozwoju naukowych metod oceny bezpieczeństwa pracy na budowach oraz w zakresie możliwości ich wykorzystania w praktyce przy budowie strategii funkcjonalnej zarządzania bezpieczeństwem pracy.

W obszarze badawczym praca obejmuje analizę polskich przedsiębiorstw budowlanych w kontekście bezpieczeństwa pracy. Badaniom została poddana działalność produkcyjna i związane z tym czynności, obejmujące teren budowy podczas prowadzenia prac budowlanych. Uwzględniono wzorce działań realizowane w zakresie bezpieczeństwa pracy, takie jak: poziom wdrożenia systemu bezpieczeństwa, metoda oceny systemu bezpieczeństwa, motywacja pracownika, rodzaj oddziaływania na pracownika, metoda szkolenia. Przeanalizowano przyczyny i skutki powstawania wypadków oraz czynności podejmowane w celu poprawy poziomu bezpieczeństwa pracy na badanym obszarze.

W pierwszym rozdziale pracy doktorskiej przedstawiono uzasadnienie podjęcia tematu pracy, sformułowano cele i tezę pracy oraz zaprezentowano syntetycznie zakres pracy.

W rozdziale drugim zdefiniowano podstawowe pojęcia, stosowane w ramach prowadzonych analiz, dokonano syntetycznego przeglądu literatury, publikacji oraz wybranych prac badawczych, traktujących o wypadkowości w budownictwie oraz omówiono dokumentację bhp występującą w przedsiębiorstwach budowlanych.

Rozdział trzeci obejmuje grupowanie zidentyfikowanych i wytypowanych czynników, pozyskanych z protokołów stwierdzenia okoliczności zaistnienia wypadku oraz protokołów kontroli doraźnych, gromadzonych przez Okręgowy Inspektorat Pracy w Krakowie. Dokonano analizy znaczeniowej i pojęciowej poszczególnych czynników, zgodnie z przyjętym schematem, opisującym obszary działalności przedsiębiorstwa budowlanego w kontekście

poprawy bezpieczeństwa pracy. Ostatecznie wytypowano 34 czynniki mające potencjalny wpływ na realizację celu badawczego pracy.

Kolejny, czwarty rozdział pracy obejmuje badania własne, podjęte w celu klasyfikacji zbioru danych, który obejmował podzbiór „wypadki”, zawierający analizę 92 przypadków oraz podzbiór „kontrole”, zawierający 339 przypadków. Dokonano analizy porównawczej częstotliwości występowania danych zjawisk w poszczególnych grupach. Wykazano również zbieżność procedur stosowanych w Okręgowym Inspektoracie Pracy w Krakowie, zarówno w podejściu do kontroli powypadkowych, jak i w podejściu do wyrwykowych kontroli doraźnych. Przeprowadzono oczyszczenie i zakodowanie danych, w rezultacie których otrzymano ostatecznie zbiór danych zawierający 37 zmiennych oraz 431 przypadków. Wykonano charakterystykę prób w podziale na zmienne ilościowe i zmienne jakościowe, które poddano obróbce statystycznej w programie Statistica. W końcowej części rozdziału zaprezentowano przeliczenie wybranych zmiennych jednoczynnikowych na iloraz szans wystąpienia zjawiska.

Rozdział piąty pracy obejmuje propozycję modelu strategii funkcjonalnej zarządzania bezpieczeństwem pracy, jaka może być wykorzystywana do minimalizowania wypadkowości w budownictwie i tym samym zyskania przewagi konkurencyjnej przez przedsiębiorstwo budowlane. W rozdziale opisano budowę takiego modelu przy pomocy zaawansowanych narzędzi matematycznych, w postaci regresji logistycznej i drzew decyzyjnych. Wskazano czynniki stymulujące i destymulujące zdarzenia niebezpieczne na terenie budowy, podczas prowadzenia prac budowlanych. Dokonano operacjonalizacji i oceny dopasowania zaproponowanego modelu strategii, w ujęciu równań regresji logistycznej oraz dokonano podsumowania tak zaproponowanego modelu. W dalszej części rozdziału, dokonano kalibracji modelu i pogłębionej analizy z zastosowaniem drzew decyzyjnych CART i techniki „zgłębiania danych” (*Data Mining*). W programie Statistica wygenerowano drzewo decyzyjne z uwzględnieniem zmiennych niezależnych, dla których stwierdzono, na wcześniejszym etapie prac, istnienie statystycznie istotnego związku z wystąpieniem wypadku. W efekcie stworzono kartę scoringową dla modelu strategii funkcjonalnej, opisującą statystycznie istotne zmienne, które należy wziąć pod uwagę dla konkretnej inwestycji budowlanej, uwzględniając jej specyfikę i charakter.

W rozdziale szóstym przedstawiono statystyki opisowe wypadków w kontekście skutku wypadku: śmiertelny, ciężki, lekki oraz absencji powypadkowej.

Dysertacja została zakończona rozdziałem siódmym, podsumowującym dokonania autora. Przedstawiono wkład własny oraz dokonano podsumowania pracy (w szczególności

wykorzystanie metod matematycznych: regresji logistycznej, drzew decyzyjnych do budowy modelu strategii funkcjonalnej). Oryginalne elementy pracy to propozycja usystematyzowania dostępnych predyktorów w 5 obszarach BHP działalności przedsiębiorstwa budowlanego oraz propozycja karty scoringowej, umożliwiającej wyznaczenie ryzyka wypadku dla badanej inwestycji, przy pomocy statystycznie istotnych czynników.

## ABSTRACT

The reality on construction sites in terms of the scale of neglect, factors and disorderly phenomena leading to accidents at work indicates a low level of awareness among construction companies' management in the area of preventing and minimizing this phenomenon. Therefore, it is justified to increase the knowledge base in the field of the development of scientific methods of work safety assessment on construction sites and the possibility of using them in practice in the construction of a functional strategy for occupational safety management.

In the research area, the work covers the analysis of Polish construction companies in the context of occupational safety. The production activity and related activities covering the construction site during construction works were tested. Patterns of activities implemented in the field of occupational safety were taken into account, such as: the level of implementation of the safety system, the safety system assessment method, employee motivation, type of impact on the employee, training method. The causes and effects of accidents and the activities undertaken were analyzed in order to improve the level of work safety in the studied area.

In the first chapter of the doctoral dissertation, the justification for taking up the topic of the thesis is presented, the goals and thesis of the thesis are formulated and the scope of the work is presented synthetically.

Chapter 2 defines the basic concepts used in the conducted analyzes, provides a synthetic review of the literature, publications and selected research works on accidents in construction, and discusses the occupational health and safety documentation in construction companies.

The third chapter covers the grouping of the identified and selected factors obtained from the protocols confirming the circumstances of the accident and from the protocols of ad hoc inspections, collected by the District Labor Inspectorate in Krakow. The semantic and conceptual analysis of individual factors was performed in accordance with the adopted scheme, describing the areas of activity of a construction company in the context of improving

work safety. Finally, 34 factors potentially influencing the achievement of the research goal were selected.

The next chapter of the work covers own research, undertaken in order to classify the data set which included the subset of "accidents" containing the analysis of 92 cases and the subset of "inspections" containing 339 cases. A comparative analysis of the frequency of occurrence of given phenomena in particular groups was performed. The similarity of the procedures applied in the District Labor Inspectorate in Krakow was also demonstrated in the approach to post-accident inspections and in the approach to random ad hoc inspections. Data cleansing and coding was carried out, as a result of which a dataset containing 37 variables and 431 cases was finally obtained. The samples were characterized with division into quantitative and qualitative variables, which were statistically processed in the Statistica program. The final part of the chapter presents the conversion of selected univariate variables into the odds ratio of the occurrence of the phenomenon.

Chapter 5 of the thesis includes a proposal of a functional strategy for occupational safety management, which can be used to minimize the accident rate in construction and thus gain a competitive advantage by a construction company. The chapter describes the construction of such a model using advanced mathematical tools in the form of logistic regression and decision trees. The factors stimulating and destimulating hazardous events on the construction site during construction works were indicated. The operationalization and assessment of the fit of the proposed strategy model in terms of logistic regression equations was performed and the proposed model was summarized. Later in the chapter, the model was calibrated and an in-depth analysis was performed using CART decision trees and Data Mining techniques. As a result, a scoring card for the functional strategy model was created, describing statistically significant variables that should be taken into account for a specific construction investment, taking into account its specificity and nature.

Chapter 6 presents descriptive statistics of accidents in the context of the result of the accident: fatal, heavy, light and post-accident absenteeism.

The dissertation ended with the seventh chapter summarizing the author's achievements. The author presents his own contribution and summarizes the work (in particular, the use of mathematical methods: logistic regression, decision trees to build a functional strategy model). The original elements of the work include a proposal to systematize the available predictors in 5 health and safety areas of a construction company, and a proposal for a Scoring card that allows the determination of the risk of an accident for the analyzed investment, using statistically significant factors.