

# Wskaźnik predykcji wypadków na podstawie liczby zdarzeń niebezpiecznych w polskim przedsiębiorstwie budowlanym

Accident prediction index based on the number of dangerous events in a Polish construction company

mgr inż. Zuzanna Woźniak (ORCID: 0000-0002-0168-5684), prof. dr hab. inż. Bożena Hoła (ORCID: 0000-0001-6630-8065), Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska, mgr inż. Jan Ciszewski (ORCID: 0000-0003-2644-9511), główny specjalista ds. BHP, mgr inż. Marcin Stelmaszczyk (ORCID: 0000-0002-7043-2947), menadżer zespołu BHP, Skanska S.A.

DOI: 10.5604/01.3001.0053.9396

**Streszczenie:** Przedmiotem artykułu jest analiza danych o wypadkach przy pracy i zdarzeniach potencjalnie wypadkowych, zarejestrowanych w polskim przedsiębiorstwie budowlanym w latach 2015–2020. Liczba zarejestrowanych zdarzeń niebezpiecznych wynosi 2197. Zbiór ten obejmuje 621 wypadków przy pracy i 1576 zdarzeń potencjalnie wypadkowych. Baza danych została utworzona w systemie rejestracji zdarzeń niebezpiecznych, na podstawie wywiadów przeprowadzanych po zaistnieniu zdarzeń. Celem artykułu jest zidentyfikowanie struktury jakościowej i ilościowej zdarzeń niebezpiecznych w budownictwie oraz opracowanie wskaźnika predykcji wypadków.

**Słowa kluczowe:** budownictwo, zdarzenia niebezpieczne, zdarzenia potencjalnie wypadkowe, wypadki przy pracy, wskaźnik predykcji wypadku.

**Abstract:** The subject of the article is the analysis of data on occupational accidents and near misses, registered Polish in a construction company in 2015–2020. The number of registered hazardous events is 2197. This collection includes 621 occupational accidents and 1576 near misses. The database was created in the hazardous event registration system, based on interviews conducted after the events occurred. The purpose of the article is to identify the qualitative and quantitative structure of hazardous events in the construction industry and to develop an accident prediction index.

**Keywords:** construction, dangerous events, near-miss events, accidents at work, accident prediction index.

## 1. Wprowadzenie

W celu ograniczenia liczby wypadków przy pracy należy badać ich przyczyny oraz źródła, a wyniki analiz wdrażać w praktyce inżynierskiej. Istnieją badania potwierdzające tezę, że można zapobiec znacznej liczbie wypadków przy pracy w budownictwie poprzez lepsze zarządzanie bezpieczeństwem na podstawie informacji zaczerpniętych ze zdarzeń potencjalnie wypadkowych zgromadzonych w systemach informatycznych przedsiębiorstw [1].

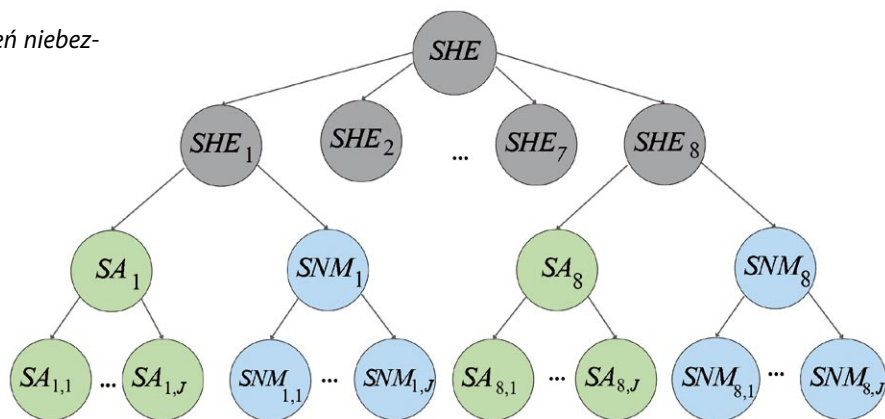
Celem artykułu jest zidentyfikowanie struktury jakościowej i ilościowej zdarzeń niebezpiecznych w przedsiębiorstwie budowlanym. Na podstawie informacji zawartych w bazie danych, zaimplementowanej w przedsiębiorstwie, wyszczególnione zostały zdarzenia potencjalnie wypadkowe i wypadki przy pracy. Każdy wypadek bądź zdarzenie potencjalnie wypadkowe spowodowane jest co najmniej

kilkoma przyczynami tworzącymi przyczynowo-skutkowy łańcuch zdarzeń. Strukturę jakościową zbioru analizowanych zdarzeń wyznaczają bezpośrednie przyczyny zdarzeń, jak np. uderzenie przedmiotami, najechanie/potrącenie, upadek itp. W każdym podzbiórze zdarzeń, zdefiniowanym przez konkretną przyczynę, określono liczbę zdarzeń podobnych, które zostały zarejestrowane w systemie. Liczba ta stanowi podstawę zdefiniowania wskaźnika predykcji wypadku służącego do oceny poziomu bezpieczeństwa w budownictwie.

## 2. Stosowane pojęcia

Zdarzenie niebezpieczne jest to zdarzenie powodujące zakłócenia w systemie produkcyjnym mogące być przyczyną powstania strat materialnych, urazu u pracownika, a także jego śmierci. Źródłem zdarzeń niebezpiecznych w budow-

**Rys. 1.** Schemat klasyfikacji zbioru zdarzeń niebezpiecznych (opracowanie własne)



nictwie są niebezpieczne warunki pracy i niebezpieczne zachowania pracowników. Niebezpieczne warunki pracy spowodowane są m.in. przez: złą organizację miejsca i procesu pracy, niesprawne maszyny, uszkodzone narzędzia, zdeformowane rusztowania. Natomiast niebezpieczne zachowania to m.in.: lekceważenie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, nieznanomość oraz niestosowanie się do przepisów i zasad bezpieczeństwa, brak szkoleń, nieskuteczny nadzór, brawura, pośpiech, rutyna, omijanie zabezpieczeń [2].

Zdarzenia niebezpieczne można podzielić na zdarzenia potencjalnie wypadkowe, tzw. zdarzenia wypadkowe bezurazowe oraz wypadki przy pracy [3]. Według Occupational Safety and Health (OSHA) zdarzenie potencjalnie wypadkowe to niebezpieczne zdarzenie związane z wykonywaną pracą, podczas którego pracownik mógłby doznać urazu, gdyby okoliczności były inne [4]. Według PN-ISO 45001:2018-06 [5] zdarzenie to jest definiowane jako incydent, który nie skutkuje uszczerbkiem na zdrowiu oraz dolegliwościami zdrowotnymi [3]. Z kolei wypadek przy pracy jest to nagłe zdarzenie wywołane przyczyną zewnętrzną, powodujące uraz lub śmierć, które nastąpiło w związku z pracą [6].

Zdarzenie potencjalnie wypadkowe określone zostało jako rodzaj prekursora wypadku [7]. Badania przeprowadzone przez Gnoni i in. [8] wykazały, że istnieje związek między zdarzeniami potencjalnie wypadkowymi a wypadkami. Wypadki przy pracy i zdarzenia potencjalnie wypadkowe mają często wspólne przyczyny. Skutecznym sposobem zapobiegania wypadkom jest identyfikacja zdarzeń potencjalnie wypadkowych i ich przyczyn oraz wdrażanie wniosków do praktyki budowlanej [9]. Weiwei i in. [10], twierdzą, że stosowanie działań prewencyjnych i informowanie w czasie rzeczywistym o zaistniałym zdarzeniu potencjalnie wypadkowym pozwoliłoby uniknąć 66% wypadków spowodowanych przez spadające przedmioty. Niestety w polskim prawie pracy nie ma zapisu dotyczącego obowiązkowego rejestrowania zdarzeń potencjalnie wypadkowych [11]. Rejestrowanie takich zdarzeń jest wymagane w firmach, które posiadają wdrożony system zarządzania bezpieczeństwem pracy. Również polscy naukowcy podkreślają ważność rejestrowania zdarzeń potencjalnie wypadkowych. I tak, Dudka [12] opracował zasady rejestracji i analizy zdarzeń potencjalnie wypadkowych. Błazik-Borowa i in. [13] opracowali model oceny ryzyka wystąpienia zdarzenia potencjalnie wypadkowego na rusztowaniu. Sawicki [14] wskazał, że jedna z przyczyn zaistnienia zdarzeń potencjalnie wypadkowych może być związana ze stosowaniem

waniem alkoholu bądź nikotyny. Ciszewski [15] na podstawie analizy zdarzeń potencjalnie wypadkowych na przestrzeni lat 2015–2021 wykazał, że ponad 8% zdarzeń potencjalnie wypadkowych miało związek z uszkodzeniami podziemnych sieci elektroenergetycznych.

### 3. Kategoryzacja zdarzeń niebezpiecznych

Badania przeprowadzono na podstawie danych o wypadkach przy pracy i zdarzeniach potencjalnie wypadkowych, zarejestrowanych w przedsiębiorstwie budowlanym w latach 2015–2020. Baza danych została utworzona w systemie rejestracji zdarzeń niebezpiecznych, na podstawie wywiadów przeprowadzanych po zaistnieniu zdarzeń. Liczebność zbioru obejmowała 2197 zdarzeń niebezpiecznych (SHE) w tym: 1576 zdarzeń potencjalnie wypadkowych (SNM) i 621 wypadków przy pracy (SA). Strukturę zdarzeń niebezpiecznych w budownictwie przedstawiono na rysunku 1. Wyszczególniono 8 kategorii zdarzeń niebezpiecznych:  $SHE_1$  – uderzenie przedmiotami,  $SHE_2$  – najechanie/potrącenie,  $SHE_3$  – środowisko człowieka,  $SHE_4$  – upadek człowieka,  $SHE_5$  – elektryczność,  $SHE_6$  – pożar/wybuch/odnalezienie niewybuchu,  $SHE_7$  – zawalenie/przysypanie/uwięzienie,  $SHE_8$  – kontakt z ruchomymi elementami maszyn.

Zdarzenia niebezpieczne ( $SHE_i$ ) przynależne do danej kategorii  $i$ ;  $i = 1, \dots, 8$  zostały zakwalifikowane do dwóch grup rodzajowych, a mianowicie do wypadków przy pracy ( $SA_j$ ) i zdarzeń potencjalnie wypadkowych ( $SNM_l$ ). Zbiór wypadków przy pracy ( $SA_j$ ) jest sumą elementów  $A_{i,j,k}$  ( $i = 1, \dots, 8$ ;  $j = 1, \dots, J$ ;  $k = 1, \dots, K$ ). Zbiór zdarzeń potencjalnie wypadkowych ( $SNM_l$ ) jest sumą elementów  $NM_{i,j,l}$  ( $i = 1, \dots, 8$ ;  $j = 1, \dots, J$ ;  $l = 1, \dots, L$ ).

Na podstawie liczby wypadków przy pracy i zdarzeń potencjalnie wypadkowych zaproponowano wskaźnik predykcji wypadku według formuły:

$$WA_i = \frac{|SNM_l|}{|SA_j|}; i = 1, \dots, 8 \quad (1)$$

$$WA_i = \frac{|SNM_{l,j}|}{|SA_{i,j}|}; i = 1, \dots, 8; j = 1, \dots, J \quad (2)$$

gdzie:

$|SNM_i|$  – liczność zbioru  $SNM_i$ ; liczba zdarzeń potencjalnie wypadkowych w kategorii  $i$ ;

$|SA_i|$  – liczność zbioru  $SA_i$ ; liczba wypadków w kategorii  $i$ ;

$|SNM_{i,j}|$  – liczność zbioru  $SNM_{i,j}$ ; liczba zdarzeń potencjalnie wypadkowych w podkategorii  $i,j$ ;

$|SA_{i,j}|$  – liczność zbioru  $SA_{i,j}$ ; liczba wypadków w podkategorii  $i,j$ .

Wskaźnik predykcji wypadku ujawnia ile zdarzeń potencjalnie wypadkowych przypada na jeden wypadek przy pracy. Pozwala on prognozować, kiedy może dojść do wypadku na podstawie zaistnienia zdarzenia potencjalnie wypadkowego.

#### 4. Wyniki badań

Dane liczbowe dotyczące zdarzeń potencjalnie wypadkowych i wypadków przy pracy zaistniałych w latach 2015–2020 oraz wyliczone na podstawie formuł (1) i (2) wartości wskaźników predykcji wypadku zestawiono w tabeli 1.

Najwięcej zdarzeń niebezpiecznych (635) wystąpiło w kategorii uderzenie przedmiotami ( $SHE_1$ ), która obejmuje 447 zdarzeń potencjalnie wypadkowych oraz 188 wypadków. Najliczniejszą podkategorią jest uderzenie przez spadający przedmiot/materiał ( $A_{1,1}, NM_{1,1}$ ), w której łączna liczba zdarzeń wynosi 264. Przykładami zarejestrowanych zdarzeń w tej podkategorii są upadki: elementów konstrukcyjnych (zbrojenie, cegła), odpadowych (kawałki płyt styropianu, fragmenty gruzu), używanego sprzętu (młotek, deskowania) i innych (np. bryła lodu).

Kolejną kategorią, pod względem liczby zdarzeń niebezpiecznych jest najechanie/potrącenie ( $SHE_2$ ). Do tej kategorii zaliczona została podkategoria kolizja ( $A_{2,1}, NM_{2,1}$ ), która dotyczy m.in. zderzenia się dwóch pojazdów. Przykładami takiego zdarzenia były: kolizja dwóch walców podczas wykonywania robót bitumicznych, a także uderzenie samochodem służbowym w tył pojazdu osoby postronnej.

W kategorii środowisko pracy ( $SHE_3$ ) najliczniejszą podkategorią jest kontakt z przedmiotami ostrymi, szorstkimi, chropowatymi ( $A_{3,1}, NM_{3,1}$ ). Przedmiotami takimi są na przy-

**Tabela 1.** Dane liczbowe zdarzeń potencjalnie wypadkowych i wypadków przy pracy w poszczególnych kategoriach i podkategoriach oraz wskaźniki predykcji wypadku

Lp.	Numeracja kategorii i podkategorii	Nazewnictwo kategorii i podkategorii	Liczba			Wskaźnik predykcji wypadku ( $WA_i$ )
			Zdarzeń niebezpiecznych	Zdarzeń potencjalnie wypadkowych ( $SNM_i$ )	Wypadków ( $SA_i$ )	
1.	$A_1, NM_1$	<b>Uderzenie przedmiotami</b>	<b>635</b>	<b>447</b>	<b>188</b>	<b>2.38</b>
1.1.	$A_{1,1}, NM_{1,1}$	Uderzenie przez spadający przedmiot/materiał	264	218	46	4.74
1.2.	$A_{1,2}, NM_{1,2}$	Przedmiot/obiekt wprawiony w ruch	164	96	68	1.41
1.3.	$A_{1,3}, NM_{1,3}$	Przygniecenie/uderzenie przez transportowane elementy	160	115	45	2.56
1.4.	$A_{1,4}, NM_{1,4}$	Uderzenie o nieruchomy przedmiot	47	18	29	0.62
2.	$A_2, NM_2$	<b>Najechanie/potrącenie</b>	<b>364</b>	<b>330</b>	<b>34</b>	<b>9.71</b>
2.1.	$A_{2,1}, NM_{2,1}$	Kolizja	194	182	12	15.17
2.2.	$A_{2,2}, NM_{2,2}$	Najechanie przez maszynę, pojazd	102	90	12	7.50
2.3.	$A_{2,3}, NM_{2,3}$	Potrącenie przez maszynę, pojazd	55	46	9	5.11
2.4.	$A_{2,4}, NM_{2,4}$	Uderzenie pojazdem/maszyną budowlaną w obiekt	13	12	1	12.00
3.	$A_3, NM_3$	<b>Środowisko pracy</b>	<b>305</b>	<b>138</b>	<b>167</b>	<b>0.83</b>
3.1.	$A_{3,1}, NM_{3,1}$	Kontakt z przedmiotami ostrymi, szorstkimi, chropowatymi	170	54	116	0.47
3.2.	$A_{3,2}, NM_{3,2}$	Nadmierny wysiłek fizyczny	31	12	19	0.63
3.3.	$A_{3,3}, NM_{3,3}$	Zaproszenie oczu	27	19	8	2.38
3.4.	$A_{3,4}, NM_{3,4}$	Zasłabnięcie/omdlenie	12	6	6	1.00
3.5.	$A_{3,5}, NM_{3,5}$	Kontakt z substancją niebezpieczną/chemiczną	11	9	2	4.50
3.6.	$A_{3,6}, NM_{3,6}$	Oparzenie	11	6	5	1.20
3.7.	$A_{3,7}, NM_{3,7}$	Przyczyna wewnętrzna	10	6	4	1.50
3.8.	$A_{3,8}, NM_{3,8}$	Przejaw agresji ze strony ludzi lub zwierząt	10	8	2	4.00
3.9.	$A_{3,9}, NM_{3,9}$	Awaria/uszkodzenie sprzętu	9	9	0	-

Lp.	Numeracja kategorii i podkategorii	Nazewnictwo kategorii i podkategorii	Liczba			Wskaźnik predykcji wypadku (WA <sub>i</sub> )
			Zdarzeń niebezpiecznych	Zdarzeń potencjalnie wypadkowych (SNM <sub>i</sub> )	Wypadków (SA <sub>i</sub> )	
3.10.	A <sub>3,10</sub> NM <sub>3,10</sub>	Epilepsja	6	4	2	2.00
3.11.	A <sub>3,11</sub> NM <sub>3,11</sub>	Nadmierny hałas, ciśnienie	5	4	1	4.00
3.12.	A <sub>3,12</sub> NM <sub>3,12</sub>	Zawał mięśnia sercowego	2	1	1	1.00
3.13.	A <sub>3,13</sub> NM <sub>3,13</sub>	Rozkojarzenie	1	0	1	0.00
<b>4.</b>	<b>A<sub>4</sub> NM<sub>4</sub></b>	<b>Upadek człowieka</b>	<b>257</b>	<b>97</b>	<b>160</b>	<b>0.61</b>
4.1.	A <sub>4,1</sub> NM <sub>4,1</sub>	Upadek, potknięcie, poślizgnięcie na tym samym poziomie	169	64	105	0.61
4.2.	A <sub>4,2</sub> NM <sub>4,2</sub>	Upadek człowieka z wysokości	46	18	28	0.64
4.3.	A <sub>4,3</sub> NM <sub>4,3</sub>	Upadek człowieka na niższy poziom, np. do wykopu, zagłębienia, kanału itp.	42	15	27	0.56
<b>5.</b>	<b>A<sub>5</sub> NM<sub>5</sub></b>	<b>Elektryczność</b>	<b>245</b>	<b>242</b>	<b>3</b>	<b>80.67</b>
5.1.	A <sub>5,1</sub> NM <sub>5,1</sub>	Zerwanie/awaria podziemnej linii energetycznej	72	72	0	-
5.2.	A <sub>5,2</sub> NM <sub>5,2</sub>	Uszkodzenie pozostałych instalacji	42	42	0	-
5.3.	A <sub>5,3</sub> NM <sub>5,3</sub>	Zerwanie/awaria napowietrznej linii energetycznej	30	30	0	-
5.4.	A <sub>5,4</sub> NM <sub>5,4</sub>	Uszkodzenie izolacji/rury osłonowej	24	24	0	-
5.5.	A <sub>5,5</sub> NM <sub>5,5</sub>	Przebiecie elektryczne	23	23	0	-
5.6.	A <sub>5,6</sub> NM <sub>5,6</sub>	Kontakt z podziemną linią energetyczną	19	19	0	-
5.7.	A <sub>5,7</sub> NM <sub>5,7</sub>	Porażenie prądem elektrycznym, kontakt z elektrycznością/wyładowanie elektryczne, poparzenie łukiem elektrycznym	13	10	3	3.33
5.8.	A <sub>5,8</sub> NM <sub>5,8</sub>	Kontakt z napowietrzną linią energetyczną	11	11	0	-
5.9.	A <sub>5,9</sub> NM <sub>5,9</sub>	Uszkodzenie kabla	11	11	0	-
<b>6.</b>	<b>A<sub>6</sub> NM<sub>6</sub></b>	<b>Pożar/wybuch/odnalezienie niewybuchu</b>	<b>184</b>	<b>183</b>	<b>1</b>	<b>183.00</b>
6.1.	A <sub>6,1</sub> NM <sub>6,1</sub>	Odnalezienie niewybuchu/niewypału	59	59	0	-
6.2.	A <sub>6,2</sub> NM <sub>6,2</sub>	Uszkodzenie gazociągu	56	56	0	-
6.3.	A <sub>6,3</sub> NM <sub>6,3</sub>	Pożar/wybuch	41	40	1	40.00 -
6.4.	A <sub>6,4</sub> NM <sub>6,4</sub>	Tlenie, żarzenie	20	20	0	-
6.5.	A <sub>6,5</sub> NM <sub>6,5</sub>	Uszkodzenie rury osłonowej/uszkodzenie odwadniacza	8	8	0	-
<b>7.</b>	<b>A<sub>7</sub> NM<sub>7</sub></b>	<b>Zawalenie/przysypanie/uwięzienie</b>	<b>115</b>	<b>101</b>	<b>14</b>	<b>7.21</b>
7.1.	A <sub>7,1</sub> NM <sub>7,1</sub>	Uderzenie, przygniecenie przez przewracający się czynnik materialny (upadający szalunek, zawalona konstrukcja, składowany materiał itp.)	55	49	6	8.17
7.2.	A <sub>7,2</sub> NM <sub>7,2</sub>	Przewrócenie się maszyn i pojazdów	40	37	3	12.33
7.3.	A <sub>7,3</sub> NM <sub>7,3</sub>	Osunięcie ścian wykopów/nasypów	20	15	5	3.00
<b>8.</b>	<b>A<sub>8</sub> NM<sub>8</sub></b>	<b>Kontakt z ruchomymi elementami maszyn</b>	<b>92</b>	<b>38</b>	<b>54</b>	<b>0.70</b>
8.1.	A <sub>8,1</sub> NM <sub>8,1</sub>	Kontakt z ruchomym elementem maszyn, urządzeń, elektronarzędzi	46	16	30	0.53
8.2.	A <sub>8,2</sub> NM <sub>8,2</sub>	Uderzenie przez maszynę, urządzenie, elektronarzędzie podczas pracy	30	13	17	0.76
8.3.	A <sub>8,3</sub> NM <sub>8,3</sub>	Pochwycenie przez części ruchome maszyn, urządzeń, elektronarzędzi	16	9	7	1.29

kład drut wiązałkowy, gwóźdź, zbrojenie, stłuczona szyba. W kategorii tej odnotowano najwięcej wypadków.

W kategorii upadek człowieka ( $SHE_4$ ) najliczniejszą podkategorią pod względem liczby wypadków jest upadek, potknięcie lub poślizgnięcie na tym samym poziomie ( $A_{4,1}$ ,  $NM_{4,1}$ ).

Z kolei w kategorii elektryczność ( $SHE_5$ ) zarejestrowano tylko 3 wypadki, natomiast liczba zdarzeń potencjalnie wypadkowych jest ponad 80 razy większa. W ośmiu podkategoriach zdarzeń potencjalnie wypadkowych w kategorii elektryczność nie zarejestrowano wypadków. Jak twierdzą autorzy pracy [16], w kategorii porażenie prądem, różnica między wypadkiem a zdarzeniem potencjalnie wypadkowym wynika głównie z ilości uwolnionej energii. W analizowanych zdarzeniach, w wielu przypadkach, pracownicy nie odnieśli urazu ze względu na zbyt małe wyładowanie elektryczne. Analiza zdarzeń wykazała, że większość z kategorii  $SHE_5$  spowodowana jest niewłaściwym działaniem ludzkim. Najliczniejszą podkategorią w tej kategorii jest zerwanie podziemnej linii energetycznej ( $A_{5,1}$ ,  $NM_{5,1}$ ).

Pracownicy robót ziemnych, podczas wykonywania wykopów, bardzo często napotykają niewybuchy bądź niewypały ( $A_{6,1}$ ,  $NM_{6,1}$ ). Niewybuchy i niewypały oznaczają odpowiednio pocisk, który po uderzeniu w cel nie eksplodował, a także wszelkie środki wybuchowe będące bez odpowiedniego nadzoru i kontroli [17]. W przypadku znalezienia niewybuchu/niewypału sposób postępowania podlega bardzo restrykcyjnym szczególnym procedurom, dlatego też bardzo rzadko dochodzi do wypadków w tej kategorii. W ciągu 5 lat napotkano 59 niewybuchów, co oznacza, że na 1 miesiąc przypada w przybliżeniu odnalezienie jednego niewybuchu bądź niewypału. Obszar znalezisk dotyczył głównie miast takich jak Wrocław, Opole, Gdańsk, Warszawa. Jest to najliczniejsza podgrupa z kategorii pożar/wybuch/odnalezienie niewybuchu ( $SHE_6$ ).

## 5. Analiza wskaźnika predykcji wypadku

Dla wielu podkategorii nie było możliwości oszacowania wartości wskaźnika predykcji wypadku, ponieważ w systemie zarejestrowano tylko zdarzenia potencjalnie wypadkowe, natomiast nie zarejestrowano wypadków. Do tych podkategorii należą:

- w kategorii środowisko pracy: awaria/uszkodzenie sprzętu ( $WA_{3,9}$ );
- w kategorii elektryczność: zerwanie/awaria podziemnej linii energetycznej ( $WA_{5,1}$ ), uszkodzenie pozostałych instalacji ( $WA_{5,2}$ ), zerwanie/awaria napowietrznej linii energetycznej ( $WA_{5,3}$ ), uszkodzenie izolacji/rury osłonowej ( $WA_{5,4}$ ), przebiecie elektryczne ( $WA_{5,5}$ ), kontakt z podziemną linią energetyczną ( $WA_{5,6}$ ), kontakt z napowietrzną linią energetyczną ( $WA_{5,8}$ ), uszkodzenie kabla ( $WA_{5,9}$ );

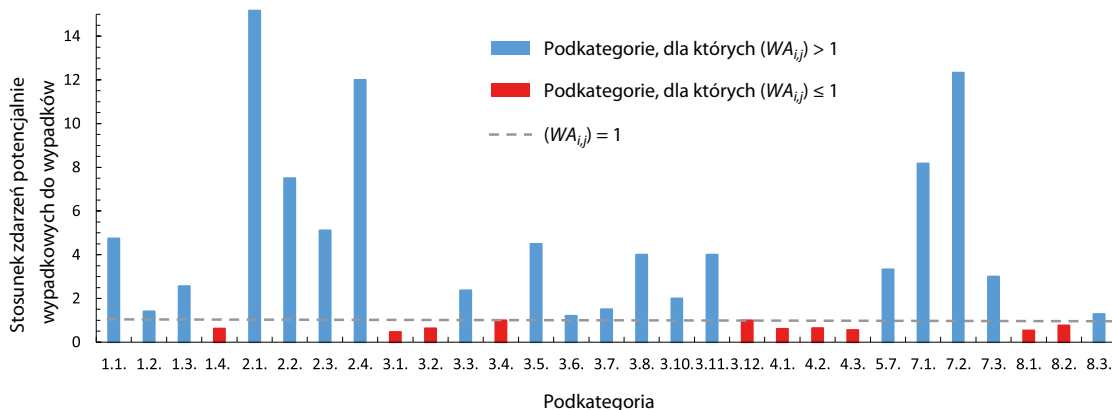
- w kategorii pożar/wybuch/odnalezienie niewybuchu: odnalezienie niewybuchu/niewypału ( $WA_{6,1}$ ), uszkodzenie gazociągu ( $WA_{6,2}$ ), tlenie, żarzenie ( $WA_{6,4}$ ), uszkodzenie rury osłonowej/uszkodzenie odwadniacza ( $WA_{6,5}$ ).

W podkategorii pożar/wybuch ( $A_{6,3}$ ,  $NM_{6,3}$ ) na 1 wypadek przypada 40 zdarzeń potencjalnie wypadkowych. Wskaźnik predykcji wypadku wynosi dla tej kategorii 40. Natomiast dla podkategorii rozkojarzenie wartość współczynnika  $WA_{3,13}$  wynosi 0, ponieważ do tej podkategorii przypisano 0 zdarzeń potencjalnie wypadkowych i 1 wypadek. W pozostałych podkategoriach wartość tego wskaźnika zmienia się w przedziale od 0,47 dla podkategorii-kontakt z przedmiotami ostrymi, szorstkimi, chropowatymi ( $WA_{3,1}$ ) do 15,17 w podkategorii-kolizja ( $WA_{2,1}$ ).

Wykres wartości wskaźnika predykcji wypadku dla poszczególnych podkategorii z wyjątkiem  $WA_{6,3}$  i  $WA_{3,13}$  zamieszczono na rysunku 3. Uznano, że 1 zdarzenie w danej grupie SA bądź SNM to zbyt mała liczba, aby budować charakterystykę oceny wypadkowości.

W przedziale wartości wskaźnika od 0,47 do 1 włącznie, mieszczą się następujące podkategorie: uderzenie o nieruchomy przedmiot ( $WA_{1,4}$ ), kontakt z przedmiotami ostrymi, szorstkimi, chropowatymi ( $WA_{3,1}$ ), nadmierny wysiłek fizyczny ( $WA_{3,2}$ ), zasłabnięcie/omdlenie ( $WA_{3,4}$ ), zawał mięśnia sercowego ( $WA_{3,12}$ ), upadek, potknięcie, poślizgnięcie na tym samym poziomie ( $WA_{4,1}$ ), upadek człowieka z wysokości ( $WA_{4,2}$ ), upadek człowieka na niższy poziom, np. do wykopu, zagłębienia, kanału itp., ( $WA_{4,3}$ ), kontakt z ruchomym elementem maszyn, urządzeń, elektronarzędzi ( $WA_{8,1}$ ), uderzenie przez maszynę, urządzenie, elektronarzędzie podczas pracy ( $WA_{8,2}$ ). W tych podkategoriach na każdy wypadek przy pracy przypada mniej niż jedno zdarzenie potencjalnie wypadkowe. Oznacza to, że po wy-

Rys. 2. Wykres wskaźnika predykcji wypadku (opracowanie własne)





stąpieniu zdarzenia potencjalnie wypadkowego można się spodziewać, że następne zdarzenie będzie miało cechy wypadku, a więc, że dojdzie do urazu pracownika.

Wartości większe od 1 oznaczają, że w danej podkategorii każdy wypadek poprzedzony jest więcej niż jednym zdarzeniem potencjalnie wypadkowym. W przedziale powyżej 1 do 3 znajduje się 6 podkategorii. Są to zaproszenie oczu ( $WA_{3,3}$ ), oparzenie ( $WA_{3,6}$ ), przyczyna wewnętrzna ( $WA_{3,7}$ ), epilepsja ( $WA_{3,10}$ ), osunięcie ścian wykopów/nasyków ( $WA_{7,3}$ ), pochwylenie przez części ruchome maszyn, urządzeń, elektronarzędzi ( $WA_{8,3}$ ).

Natomiast w przedziale powyżej 3 do 6 znajdują się następujące podkategorie: uderzenie przez spadający przedmiot/materiał ( $WA_{1,1}$ ), potrącenie przez maszynę lub pojazd ( $WA_{2,3}$ ), kontakt z substancją niebezpieczną/chemiczną ( $WA_{3,5}$ ), przejaw agresji ze strony ludzi lub zwierząt ( $WA_{3,8}$ ), nadmierny hałas, ciśnienie ( $WA_{3,11}$ ), porażenie prądem elektrycznym, kontakt z elektrycznością/wyładowanie elektryczne, poparzenie łukiem elektrycznym ( $WA_{5,7}$ ).

## 6. Podsumowanie

W artykule sklasyfikowano zarejestrowane zdarzenia niebezpieczne, które miały miejsce na przestrzeni 5 lat w jednej z polskich firm budowlanych. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że pod względem liczby zdarzeń niebezpiecznych, obejmujących zdarzenia potencjalnie wypadkowe i wypadki przy pracy, poszczególne kategorie plasują się w następującej kolejności: uderzenie przedmiotami, a następnie: najechanie/potrącenie, środowisko pracy, upadek człowieka, elektryczność, pożar/wybuch/odnalezienie niewybuchu, zawalenie/przysypanie/ uwięzienie, kontakt z ruchomymi elementami maszyn.

W ośmiu podkategoriach, na każdy wypadek przy pracy przypada mniej niż jedno zdarzenie potencjalnie wypadkowe. Oznacza to, że po każdym wystąpieniu zdarzenia potencjalnie wypadkowego może wystąpić zdarzenie, które będzie miało cechy wypadku, a więc dojdzie do urazu pracownika. Są to następujące podkategorie: uderzenie o nieruchomy przedmiot; kontakt z przedmiotami ostrymi, szorstkimi, chropowatymi; nadmierny wysiłek fizyczny; upadek, potknięcie, poślizgnięcie na tym samym poziomie; upadek człowieka z wysokości; upadek człowieka na niższy poziom, np. do wykopu, zagłębienia, kanału itp.; kontakt z ruchomym elementem maszyn, urządzeń, elektronarzędzi; uderzenie przez maszynę, urządzenie, elektronarzędzie podczas pracy. Są to podkategorie, z którymi związane jest szczególnie wysokie prawdopodobieństwo wypadku.

W celu poprawy bezpieczeństwa niezbędne jest rzetelne rejestrowanie wszystkich zdarzeń potencjalnie wypadkowych i wypadków przy pracy oraz ich stała analiza. Wnioski sformułowane na podstawie analizy wskażą kierunki działań prewencyjnych i z pewnością przyczynią się do poprawy stanu bezpieczeństwa w przedsiębiorstwie.

Braki i niedokładności w rejestrowaniu zdarzeń niebezpiecznych skutkują zafałszowanymi wynikami prowadzonych analiz, a w konsekwencji niepoprawnie sformułowanymi wnioskami. Przeprowadzone badania nie wyjaśniają wszystkich aspektów związanych z koniecznością redukcji wypadków w budownictwie. Konieczne są dalsze badania i analizy.

## Finansowanie

**Artykuł jest wynikiem realizacji przez autorów projektu badawczego nr 536828 „Modelowanie wpływu zdarzeń potencjalnie wypadkowych na wypadki przy pracy w budownictwie (SAFCON)” finansowanego przez NCN na podstawie umowy nr 2021/43/O/ST8/00724.**

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Sawacha E., Naoum S., Fong D., Factors affecting safety performance on construction sites, *International Journal of Project Management* 10/1999, str. 309–315
- [2] Woźniak Z., Hoła B., Ciszewski J., Stelmaszczuk M., Znaczenie zdarzeń potencjalnie wypadkowych dla bezpieczeństwa pracy w budownictwie, *Przegląd Budowlany* 9–10/2022
- [3] PN-N-18001:2004: Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Wymagania
- [4] Near Miss Definition Per OSHA – What Is A Near Miss? <https://safetystage.com/incident-reporting/near-miss-definition-osh>
- [5] PN-ISO 45001:2018-06: Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Wymagania i wytyczne stosowania
- [6] Ustawa z dnia 30 października 2002 r. o ubezpieczeniu społecznym z tytułu wypadków przy pracy i chorób zawodowych (Dz.U. 2002, Nr 199, poz. 1673 ze zm. n.d.)
- [7] Weiwei W., Alistair G. F. Gibb, Qiming L., Accident precursors and near misses on construction sites: An investigative tool to derive information from accident databases, *Safety Science* 48(7)2010, str. 845–858
- [8] Gnoni M. G., Gianni L., Near-miss management systems: A methodological comparison. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 25(3)2012, str. 609–616
- [9] Chengqian L., Lieyun D., Falling Objects Detection for near Miss Incidents Identification on Construction Site, *Computing in Civil Engineering 2019: Data, Sensing, and Analytics – Selected Papers from the ASCE International Conference on Computing in Civil Engineering 2019*, str. 138–145
- [10] Weiwei W., Huanjia Y., Qiming L., Chew D., An integrated information management model for proactive prevention of struck-by-falling-object accidents on construction sites, *Automation in Construction* 34, 2013, str. 67–74
- [11] Ziętek M., Zdarzenia potencjalnie wypadkowe w budownictwie, *Konferencja Bezpieczna budowa-profilaktyka wypadkowa*, Kielce, 2017
- [12] Dudka G., Rejestrowanie zdarzeń potencjalnie wypadkowych. *Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka*, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, tom 3, 2005, str. 12–15
- [13] Błazik-Borowa E., Czarnocki K., Czarnigowska A., Szer I., Szer J., Hoła B., Metoda oceny ryzyka wystąpienia sytuacji potencjalnie wypadkowej na rusztowaniu, *Przegląd Budowlany* 7–8/2022
- [14] Sawicki H., Wybrane aspekty stosowania używek przez pracujących na wysokości, *Przegląd Budowlany* 9–10/2022
- [15] Ciszewski J., Bezpieczeństwo prac budowlanych w pobliżu podziemnych sieci elektroenergetycznych, *Przegląd Budowlany* 9–10/2022, str. 94–97
- [16] Borges C. F., Saurin T. A., Formoso C. T., Identification, Analysis and Dissemination of Information on near Misses: A Case Study in the Construction Industry, *Safety Science* 48(1)2010, str. 91–99
- [17] Niewypały, Niewybuchy – Powiatowe Centrum Zarządzania Kryzysowego w Oświęcimiu, <http://pczk.powiat.oswiecim.pl/warto-wiedziec-5/niewypaly-niewybuchy/> (February 4, 2023)