

# Analiza warunków klimatycznych podczas wypadków na rusztowaniach budowlanych na przykładzie temperatury powietrza

IWONA SZER<sup>1,\*</sup>, BOŻENA HOŁA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Politechnika Łódzka, Al. Politechniki 6, 93-590 Łódź

<sup>2</sup>Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

**Streszczenie:** Celem artykułu jest analiza warunków klimatycznych podczas wypadków na rusztowaniach. W artykule przeanalizowano wypadki na rusztowaniach, w których 47 osób zostało poszkodowanych. Wypadki miały miejsce w województwie łódzkim w latach 2011–2017. Ocenę warunków klimatycznych dokonano na podstawie temperatury powietrza zarejestrowanej na stacji synoptycznej znajdującej się najbliżej miejsca wypadku. Najmniej wypadków zarejestrowano jesienią (4 osoby zostały poszkodowane), a najwięcej latem (18 osób zostało poszkodowanych) i zimą (13 osób zostało poszkodowanych). Duży wysiłek fizyczny w połączeniu z wysoką temperaturą, nasłonecznieniem mogą powodować obniżenie koncentracji i w konsekwencji przyczynić się do powstania sytuacji w następstwie, których może dojść do wypadku. W ocenie ryzyka wypadków powinniśmy, więc zwracać uwagę na warunki środowiskowe.

**Słowa kluczowe:** wypadek, temperatura powietrza, rusztowania, place budów

## 1. Wprowadzenie

Na podstawie danych udostępnionych przez Główny Urząd Statystyczny w 2018 roku w Polsce w budownictwie 5247 osób zostało poszkodowanych w wypadkach. 48 osób poniosło śmierć, a 85 osób doznało ciężkich uszkodzeń ciała [1]. Temat badania przyczyn i zapobieganie wypadkom był wielokrotnie poruszany w literaturze zarówno w Polsce [2] jak i na świecie na przestrzeni ostatnich lat [3–5]. Zaostrzone przepisy bezpieczeństwa pracy spowodowały w Polsce zmniejszenie liczby wypadków, jednak liczba osób poszkodowanych w wypadkach jest wciąż wysoka. Wypadek przy pracy powstaje najczęściej w wyniku splotu niekorzystnych zdarzeń. Przyczynami wypadku wg GUS są niewłaściwy stan czynnika materialnego, niewłaściwa organizacja pracy i stanowiska pracy, brak lub niewłaściwe posługiwanie się czynnikiem materialnym przez pracownika, nieużywanie sprzętu ochronnego przez pracownika, niewłaściwe samowolne zachowanie się pracownika, niewłaściwy stan psychofizyczny pracownika, nieprawidłowe zachowanie się pracownika czy inne przyczyny. Z kolei analizując poszkodowanych w wypadkach w budownictwie według wydarzeń, będących odchyleniem od

---

\*Autor do korespondencji: iwona.szer@p.lodz.pl

stanu normalnego w 2018 roku w Polsce w budownictwie 1563 osób uległo wypadkowi w wyniku poślizgnięcia, potknięcia się czy upadku, w tym 989 osób na tym samym poziomie a 574 z wysokości [1]. W Japonii natomiast w 2016 roku w budownictwie około 40% wypadków było spowodowanych upadkami z wysokości [3]. W Hiszpanii również około 40% poważnych wypadków następuje w wyniku upadku z wysokości [6]. W większości przypadków prace na rusztowaniach budowlanych realizowane są na zewnątrz, często w dynamicznie zmieniającym się klimacie. Niekorzystne warunki środowiska – wysoka lub niska temperatura powietrza, opady atmosferyczne, silny wiatr znacznie utrudniają prowadzenie robót i mogą przyczynić się do powstania wypadków. Badania wykazały, że na wypadki mają wpływ temperatura powietrza i wilgotność [7]. Na budowach w Korei podczas dni, w których temperatura powietrza zawierała się w przedziale 25–27°C odnotowano największą liczbę wypadków [8].

Globalne ocieplenie się klimatu powoduje, że będziemy odnotowywać coraz wyższe temperatury powietrza, zwłaszcza latem, w związku z tym w oszacowaniu ryzyka wypadków powinniśmy zwracać coraz większą uwagę na warunki środowiskowe.

W większości protokołów powypadkowych brak jest informacji o pogodzie, na 47 przeanalizowanych protokołów w województwie łódzkim w jednym protokole była informacja o silnym wietrze i w jednym o opadach śniegu. Może to świadczyć o braku świadomości wpływu warunków środowiska zewnętrznego na powstanie wypadku.

## 2. Materiały i metody

### 2.1. Opis danych statystycznych

Pracodawca zgodnie z kodeksem pracy w przypadku śmiertelnego, ciężkiego lub zbiorowego wypadku przy pracy ma obowiązek niezwłocznie zawiadomić właściwy okręgowy inspektorat pracy [9]. Pracodawca jest zobowiązany również do powołania zespołu powypadkowego, który ustala okoliczności i przyczyny wypadku oraz sporządza protokół powypadkowy [10]. Następnie Okręgowy Inspektorat Pracy przeprowadza kontrolę w miejscu wypadku i sporządza protokół kontroli. W protokołach zawarte są między innymi informacje o okolicznościach i przyczynach wypadku: dane o poszkodowanym, czasie i miejscu zdarzenia, biegu zdarzeń poprzedzających wypadek, przebiegu wypadku, przyczynach wypadku. Protokół może również zawierać ocenę przestrzegania przepisów oraz inne ustalenia (np. badania lekarskie, szkolenia w dziedzinie bhp, czy ocenę ryzyka zawodowego). Procedura badania wypadków wykonywana była zgodnie z założeniami Europejskiego Urzędu Statystycznego [11]. Celem uzyskania informacji o wypadkach podczas prac budowlanych na rusztowaniach zwrócono się do Państwowej Inspekcji Pracy w Polsce. W niniejszym artykule przeanalizowano 47 protokołów kontroli w latach 2011–2017 jakie miały miejsce w województwie łódzkim, które na potrzeby projektu badawczego [12] przekazała Państwowa Inspekcja Pracy usuwając dane wrażliwe (np. imię i nazwisko poszkodowanego, nazwa firmy, w której miał miejsce wypadek itp.). W tych wypadkach zostało poszkodowanych łącznie 51 osób. W przypadku wypadków, w których została poszkodowana więcej niż jedna osoba (4 wypadki), do obliczeń przyjmowano jakby to były oddzielne zdarzenia. Cztery osoby uległy wypadkom wewnątrz budynku, w związku z tym te wypadki zostały pominięte.

Oprócz liczby osób poszkodowanych w wypadkach analizowano również wskaźnik częstości wypadków określający liczbę osób poszkodowanych w wypadkach na rusztowaniach w badanym okresie przypadających na 1000 zatrudnionych osób w budownictwie.

Wskaźnik częstotliwości wypadków obliczono według wzoru:

$$w_w = \frac{n_w}{n_p} 1000 \quad (1)$$

gdzie:  $n_w$  – liczba osób poszkodowanych w wypadkach w badanym okresie czasu,  
 $n_p$  – średnia liczba pracujących w badanym okresie czasu (średnia arytmetyczna dwóch wartości: na koniec okresu poprzedniego i bieżącego).

Liczbę osób pracujących w budownictwie wyznaczono na podstawie danych udostępnionych przez Główny Urząd Statystyczny (GUS). Dane dotyczyły podmiotów gospodarki narodowej, bez podmiotów gospodarczych o liczbie pracujących do 9 osób, zatrudnionych w organizacjach społecznych, politycznych, związkach zawodowych i in. oraz zatrudnionych w działalności w zakresie obrony narodowej i bezpieczeństwa publicznego [13]. Ze względu na brak informacji na temat liczby osób pracujących na rusztowaniach w opracowaniach udostępnionych przez GUS, w celu obliczenia wskaźnika wzięto pod uwagę liczbę osób pracujących w budownictwie. Wykorzystane dane udostępnione były z dokładnością do jednego miesiąca kalendarzowego. W przeprowadzonych analizach przyjęto uproszczenie polegające na tym, że każda pora roku odpowiada pełnym miesiącom. Przyjęte uproszczenie nieznacznie odbiega od rzeczywistości i nie zmienia w sposób istotny wyników analizy. Przyjęto, że kolejne pory roku odpowiadają następującym miesiącom: zima – styczeń, luty, marzec; wiosna – kwiecień, maj, czerwiec; lato – lipiec, sierpień, wrzesień; jesień – październik, listopad, grudzień.

## 2.2. Dane ze stacji meteorologicznych IMGW-PIB

Dane ze stacji meteorologicznych wykorzystane w artykule uzyskano z IMGW-PIB (Państwowy Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy). W artykule analizowano temperatury powietrza zewnętrznego uzyskane ze stacji synoptycznych. Dane pobrano ze stacji znajdującej się najbliżej miejsca wypadku. Na podstawie danych analizowano temperaturę powietrza w czasie, który odpowiada czasie wypadku. Ogólnodostępne dane zawarte są z krokiem godzinowym i odnoszą się do średnich 10-minutowych wartości z ostatnich 10 minut każdej godziny. W przypadku wypadku, który nastąpił o pełnej godzinie, temperaturę powietrza w czasie wypadku pobrano ze stacji meteorologicznej o tej samej godzinie. W przypadku wypadku, który nastąpił pomiędzy pełnymi godzinami obliczono temperaturę metodą interpolacji liniowej, np. o godz. 9:30 temperaturę podczas wypadku ustalono jako średnią z temperatur o godzinie 9:00 i 10:00. W przypadku braku danych o godzinie wypadku (pięć przypadków) przyjęto, że wypadek wystąpił o godzinie 12:00. Polska leży między 49°00'N a 54°50'N równoleżnikiem, a więc na szerokościach, które są charakterystyczne dla klimatu umiarkowanego ciepłego przejściowego. Charakteryzuje się on umiarkowanie mroźnymi zimami i ciepłymi latami. Województwo łódzkie położone jest w środkowej Polsce. Według klasyfikacji klimatycznej Köppen-Geiger – Cfb, co oznacza klimat umiarkowany ciepły, w pełni wilgotny, lato ciepłe. Według typowych lat meteorologicznych i statystycznych danych klimatycznych opracowanych na podstawie normy EN ISO 15927:4 i udostępnionych przez Ministerstwo Rozwoju, w Łodzi (stolicy województwa łódzkiego) minimalna średnia miesięczna temperatura wynosi  $-1,0^{\circ}\text{C}$ , maksymalna  $17,9^{\circ}\text{C}$ , a średnia roczna temperatura wynosi  $8,2^{\circ}\text{C}$ .

### 2.3. Ocena warunków termicznych

Ocenę warunków termicznych środowiska zewnętrznego można przeprowadzić opierając się na różnych wskaźnikach termicznych np. Outdoor Effective Temperature (OUT\_SET\*) [14], Physiologically Equivalent Temperature (PET) [15] czy Universal Thermal Climate Index (UTCI) [16]. Przybliżoną ocenę warunków termicznych w niniejszej pracy, określono w zależności od wartości temperatury powietrza, w dniu i o godzinie, w którym wystąpił wypadek przy pracy. Dla pracownika niekomfortowe są warunki pracy, kiedy występuje bardzo wysoka lub bardzo niska temperatura powietrza. Zakresy maksymalnej temperatury powietrza w danym dniu i odpowiadające im określenia dni przedstawiono w tablicy 1 [17].

Tablica 1. Zakresy temperatur powietrza i odpowiadające im rodzaje dni

Temperatura powietrza [°C]	Rodzaje dni
> +30	dzień upalny
+25,0 – +29,9	dzień gorący
+20,0 – +24,9	dzień bardzo ciepły
+15,0 – +19,9	dzień ciepły
+10,0 – +14,9	dzień chłodny
0,0 – +9,9	dzień zimny
-0,1 – -10,0	dzień mroźny
< -10,0	dzień bardzo mroźny

Oceniając warunki termiczne można obliczyć również liczbę dni, w których występuje temperatura powyżej podanego przedziału. Stopień uciążliwości warunków biotermicznych zwiększa się wraz z liczbą dni bardzo mroźnych i mroźnych oraz gorących i upalnych.

### 3. Rezultaty i dyskusja

Analizując otrzymane dane najniższą temperaturę powietrza  $-3,0^{\circ}\text{C}$  zarejestrowano na najbliższej stacji, podczas wypadku, który miał miejsce w Łodzi w lutym 2012 roku. Pracownik spadł z rusztowania na posadzkę z wysokości około 6 m w wyniku potknięcia się o leżącą na podeście rusztowania europaletę. Pracownik na skutek upadku doznał ciężkiego uszkodzenia ciała. W protokole wypadku nie było informacji o pogodzie podczas zdarzenia. Najwyższą temperaturę powietrza  $28,5^{\circ}\text{C}$  zarejestrowano podczas wypadku, który miał miejsce w Ostrowie w lipcu 2015 roku. Pracownik spadł z rusztowania na podłoże z wysokości około 3 m w wyniku utraty równowagi na niepełnym podeście roboczym. Pracownik na skutek upadku doznał lekkiego uszkodzenia ciała. W protokole wypadku nie było informacji o pogodzie podczas zdarzenia. Badania wykazały, że liczba wypadków zależy zarówno od pory roku jak również od skutków wypadku [18,19]. W celu analizy wpływu pory roku na liczbę wypadków, rok kalendarzowy podzielono na cztery kwartały pokrywające się w przybliżeniu z porami roku: I kwartał – zima, II kwartał – wiosna, III kwartał – lato i IV kwartał – jesień.

W tablicy 2 przedstawiono liczbę osób poszkodowanych w wypadkach z podziałem na pory roku i na skutki wypadku.

Najmniej osób poszkodowanych w wypadkach zarejestrowano jesienią (4 wypadki) a najwięcej latem (18 wypadków) i zimą (13 wypadków). Może to sugerować, że temperatura powietrza mogła również przyczynić się do zaistnienia zdarzenia w wyniku, którego nastąpił wypadek. Zarówno wysokie temperatury jak i niskie wpływają niekorzystnie na komfort pracy, przyczyniając się do sytuacji mogących spowodować wypadek. Lekkie uszkodzenie

ciała najczęściej zdarzało się podczas wypadku w okresie wiosennym i letnim, ciężkie uszkodzenie ciała w okresie letnim, natomiast śmierć pracownika w okresie zimowym i jesiennym. W tabeli 3 przedstawiono minimalne i maksymalne temperatury powietrza zarejestrowane na stacji meteorologicznej podczas wypadku z podziałem na pory roku, a w tabelicy 4 z podziałem na wypadki ze skutkiem lekkiego uszkodzenia ciała, ciężkiego uszkodzenia ciała oraz śmierci pracownika.

Tablica 2. Liczba osób poszkodowanych w wypadkach z podziałem na pory roku i skutki wypadku

Pory roku	Skutek wypadku	Liczba poszkodowanych osób
zima	lekkie uszkodzenie ciała	2
	ciężkie uszkodzenie ciała	9
	śmierć pracownika	2
wiosna	lekkie uszkodzenie ciała	5
	ciężkie uszkodzenie ciała	6
	śmierć pracownika	1
lato	lekkie uszkodzenie ciała	6
	ciężkie uszkodzenie ciała	12
	śmierć pracownika	0
jesień	lekkie uszkodzenie ciała	2
	ciężkie uszkodzenie ciała	0
	śmierć pracownika	2

Tablica 3. Temperatury powietrza na stacji meteorologicznej podczas wypadku

Pory roku	Temperatura powietrza [°C]		
	minimalna	średnia	maksymalna
zima	-3,0	3,3	9,0
wiosna	8,9	17,2	24,3
lato	11,1	19,7	28,5
jesień	-0,6	4,1	9,2

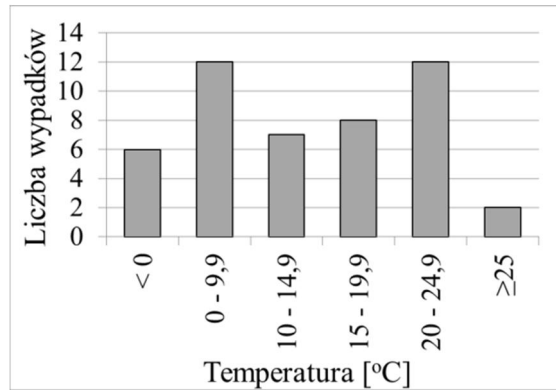
Średnie temperatury powietrza wiosną na poziomie 17,2°C i latem 19,7°C, mogą świadczyć, że większa liczba wypadków wydarzyła się podczas wyższych temperatur.

Tablica 4. Temperatury powietrza na stacji meteorologicznej podczas wypadku

Skutek wypadku	Temperatura powietrza [°C]		
	minimalna	średnia	maksymalna
lekkie uszkodzenie ciała	-2,7	15,7	28,5
ciężkie uszkodzenie ciała	-3,0	12,8	24,0
śmierć	-0,6	7,6	18,9

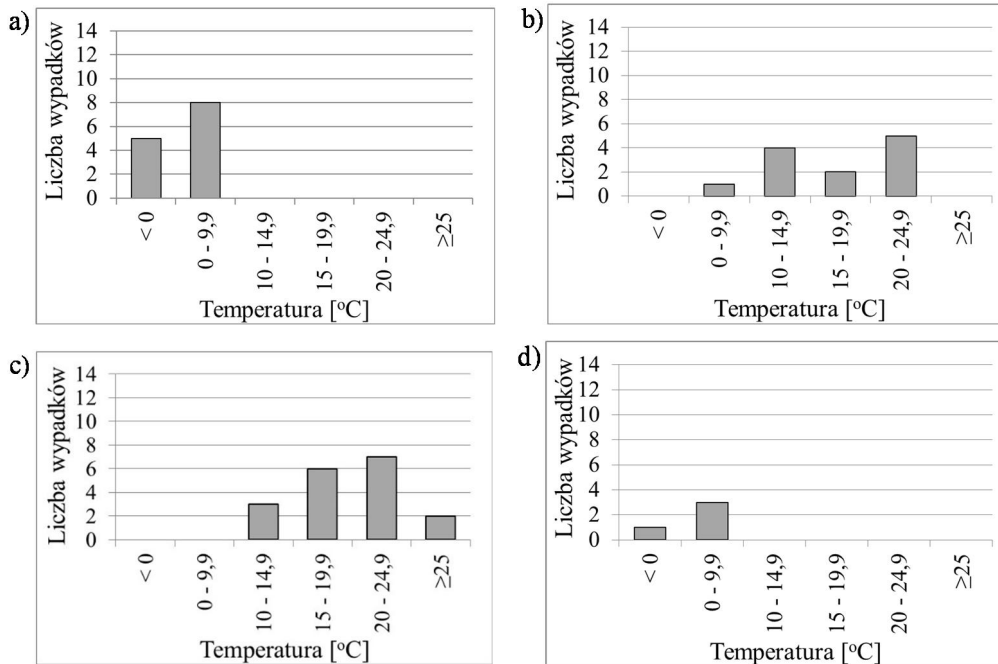
Celem dokładniejszej analizy wpływu temperatury powietrza na liczbę i ciężkość wypadku na rysunku 1 przedstawiono histogramy liczebności danej temperatury powietrza dla wszystkich 47 zdarzeń z podziałem na zakresy temperatur odpowiadające dniom zawartym w tabelicy 1.

Analizując otrzymane histogramy, można zauważyć różnice w liczbie wypadków w zależności od temperatury powietrza. Najwięcej wypadków występuje w zakresie temperatur od 0–9,9°C, co odpowiada dniu zimnemu i w zakresie od 20–24,9°C co odpowiada dniu bardzo ciepłemu.



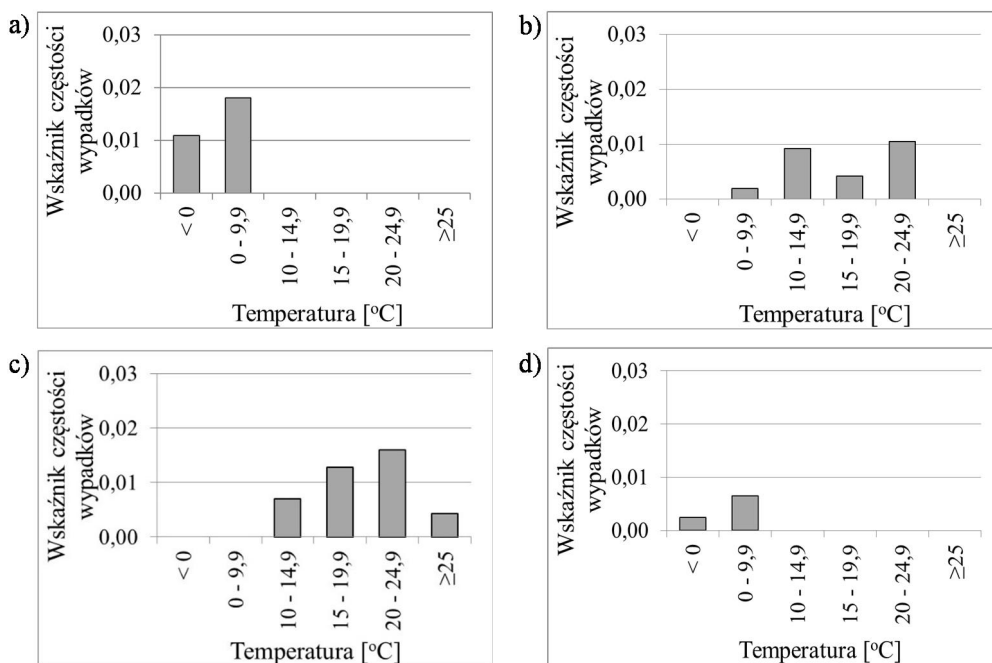
Rys. 1. Histogram rozkładu temperatury powietrza dla wypadków z podziałem na zakresy temperatur odpowiadające rodzajom dni.

Na rysunku 2 przedstawiono histogramy rozkładu temperatury z podziałem na zakresy temperatur odpowiadające rodzajom dni, dla wypadków, które miały miejsce zimą, wiosną, latem i jesienią. Prace na placach budowy trwają cały rok, jednak ze względu na charakter klimatu Polski można zauważyć pewną sezonowość. W okresie zimy, z uwagi na warunki atmosferyczne niesprzyjające robotom budowlanym przeprowadzanym na zewnątrz, ich intensywność jest znacznie mniejsza. Zamiarem zminimalizowania wpływu wielkości robót budowlanych w poszczególnych porach roku posłużono się wskaźnikiem częstości wypadków. Na rysunku 3 przedstawiono histogramy rozkładu temperatury dla wskaźnika częstości wypadków z podziałem na zakresy temperatur odpowiadające rodzajom dni dla wypadków, które miały miejsce w poszczególnych kwartałach odpowiadające zimie, wiosnie, lecie i jesieni.



Rys. 2. Histogram rozkładu temperatury powietrza dla wypadków: a) zimą b) wiosną, c) latem, d) jesienią.

Analizując otrzymane histogramy temperatury powietrza z podziałem na rodzaje dni, liczba wypadków wiosną i latem jest większa przy wyższych zakresach temperatur od 20–25°C, co odpowiada dnu bardzo ciepłemu. Z kolei jesienią i zimą więcej wypadków występuje przy niższych temperaturach w zakresach od 0–9,9°C, co odpowiada dnu zimnemu.

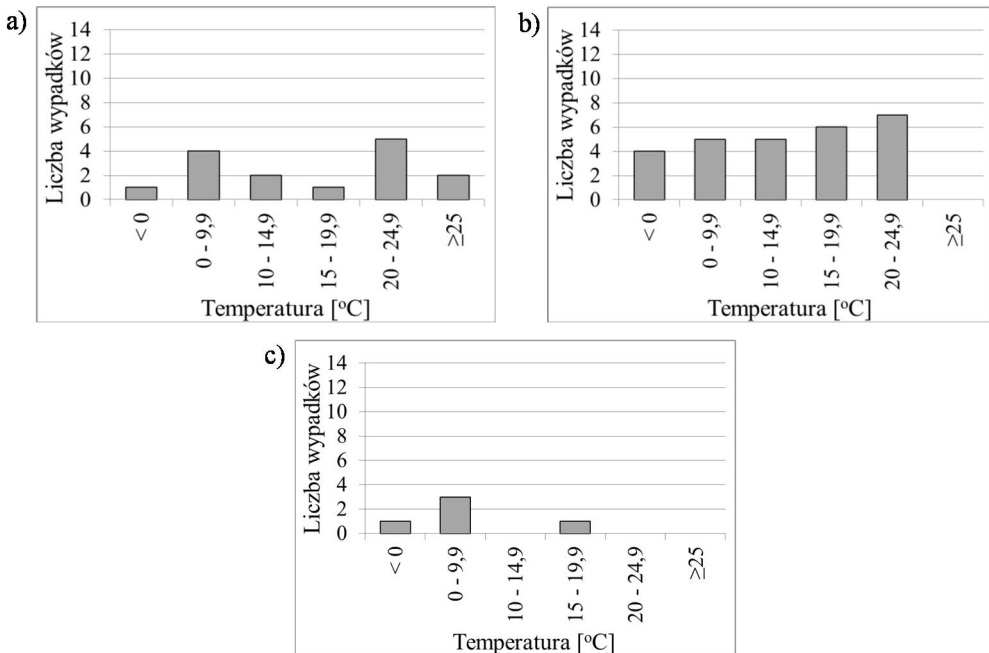


Rys. 3. Histogram rozkładu temperatury powietrza dla wskaźnika częstości wypadków: a) zimą b) wiosną, c) latem, d) jesienią.

Analizując otrzymane histogramy temperatury powietrza dla wskaźnika częstości wypadków nie ma dużych różnic w porównaniu do histogramów dla liczby wypadków. Tutaj również wskaźnik częstości wypadków wiosną i latem jest większy dla zakresów temperatur od 20–25°C, co odpowiada dnu bardzo ciepłemu. Jesienią i zimą wskaźnik częstości wypadków jest większy dla zakresu temperatur od 0–9,9°C, co odpowiada dnu zimnemu.

Na rysunku 4 przedstawiono histogramy temperatury powietrza dla zdarzeń w podziale na skutki wypadku: lekkie uszkodzenie ciała, ciężkie uszkodzenie ciała i śmierć osoby poszkodowanej.

Analizując otrzymane histogramy temperatury powietrza, liczba wypadków lekkich jest największa przy zakresie temperatur od 20–24,4°C, co odpowiada dnu bardzo ciepłemu. Również wysoka liczba wypadków występuje przy niższych temperaturach w zakresie od 0–9,9°C, co odpowiada dnu zimnemu. W przypadku wypadków ciężkich największą liczbę wypadków zaobserwowano przy zakresie temperatur od 20–24,4°C, co odpowiada dnu bardzo ciepłemu. Wypadki śmiertelne częściej występują raczej przy niższych temperaturach. W niniejszym artykule w analizowanym okresie 5 osób poniosło śmierć w wyniku wypadku, do dokładniejszej analizy należałoby wziąć również pod uwagę wypadki, które wydarzyły się w innych rejonach Polski. W badaniach dotyczących wszystkich wypadków w budownictwie w latach 2010–2018, 1,49% wszystkich wypadków stanowiły wypadki ciężkie, a 1,06% wypadki śmiertelne [18]. Natomiast analizując wypadki na rusztowaniach aż 57,4% wszystkich wypadków to wypadki ciężkie, a 10,6% to wypadki śmiertelne.



Rys. 4. Histogram rozkładu temperatury powietrza dla wypadków a) z lekkim obrażeniem ciała, b) z ciężkim obrażeniem ciała, c) ze śmiercią pracownika.

Badania pokazały, że temperatura powietrza na rusztowaniach, które najczęściej ustawione są przy fasadzie budynku może być wyższa niż na stacji meteorologicznej [20]. W zabudowanych obszarach miast obserwuje się „wyspy ciepła”, gdzie temperatura powietrza jest często wyższa zwłaszcza w okresie letnim. Stacje meteorologiczne znajdują się na skraju miast poza terenem gęsto zabudowanym najczęściej na lotniskach. Zależność obliczona na podstawie badań pomiędzy temperaturą powietrza na stacji meteorologicznej w Łodzi a rusztowaniami badanymi w województwie łódzkim określona jest równaniem  $y = 0,8706x - 1,6749$  [20]. W oparciu o to równanie temperatura powietrza na stacji meteorologicznej równa 20°C będzie odpowiadała temperaturze na rusztowaniu 24,9°C. W związku z tym odczucia ciepłe pracownika na rusztowaniu będą przesunięte o jeden poziom do góry.

#### 4. Wnioski

Analiza 47 wypadków na rusztowaniach wykazała, że temperatura powietrza może przyczynić się do wystąpienia wypadku. Najmniej wypadków zanotowano jesienią a najwięcej latem – 18 osób zostało poszkodowanych. Liczba wypadków latem jest 4,5 razy większa niż liczba wypadków, które wydarzyły się jesienią. Duży wysiłek fizyczny w połączeniu z wysoką temperaturą, nasłonecznieniem mogą powodować obniżenie koncentracji i w konsekwencji przyczyniać się do powstania sytuacji w następstwie, których może dojść do wypadku. Dodatkowo praca na wysokości powoduje, że częściej przy wyższych temperaturach skutkiem wypadku jest ciężkie obrażenie ciała.

Dużą liczbę wypadków zaobserwowano również zimą, ponad trzy razy więcej niż jesienią. Niskie temperatury powietrza mogą w skrajnych przypadkach powodować oblodzenie podestów rusztowań, przyczyniając się do powstania wypadków.



Ocieplanie się klimatu powoduje, że będziemy odnotowywać szczególnie w miesiącach letnich zarówno wyższe temperatury powietrza jak również coraz więcej dni z wysoką temperaturą.

W ocenie ryzyka wypadków powinniśmy, więc zwracać uwagę na warunki środowiskowe. Wypadki na rusztowaniach to w większości wypadki ciężkie, należy kłaść nacisk aby je ograniczyć. W artykule przeanalizowano temperaturę powietrza. Inne parametry środowiskowe również mogą w negatywny sposób oddziaływać na człowieka, dlatego badania wypadków na rusztowaniach należy kontynuować. Aby poddać dogłębszej analizie dane zdarzenie, w protokole wypadku powinny znajdować się informacje dotyczące warunków środowiska, w których nastąpił wypadek takie jak np. temperatura powietrza, wilgotność, ciśnienie atmosferyczne, prędkość wiatru czy rodzaj opadów, jeżeli takie wystąpiły.

Artykuł jest wynikiem realizacji przez autora projektu badawczego „Model oceny ryzyka wystąpienia katastrof budowlanych, wypadków i zdarzeń niebezpiecznych na stanowiskach pracy z wykorzystaniem rusztowań” finansowanego przez NCBiR w ramach PBS3 na podstawie umowy nr PBS3/A2/19/2015.

## Literatura

1. Główny Urząd Statystyczny, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rynek-pracy/warunki-pracy-wypadki-przy-pracy/wypadki-przy-pracy-w-2018-roku,3,34.html>.
2. Nowobilski T., Hoła B.: The qualitative and quantitative structure of the causes of occupational accidents on construction scaffolding, *Archives of Civil Engineering* 65 (2), 2019, pp 121-131, DOI: 10.2478/ace-2019-0023.
3. Ohdo K.: The Effect of Fall Prevention Methods for Construction Scaffolds in Accident Prevention. In: Arezes P. (eds) *Advances in Safety Management and Human Factors. AHFE 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing* 791, 2019, Springer, Cham. [https://doi-10.100015es02e7.han.p.lodz.pl/10.1007/978-3-319-94589-7\\_30](https://doi-10.100015es02e7.han.p.lodz.pl/10.1007/978-3-319-94589-7_30).
4. XU N., MA L., Liu Q., WANG L., Deng Y.: An improved text mining approach to extract safety risk factors from construction accident reports, *Safety Science* 138, 2021, 105216, ISSN 0925-7535, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105216>.
5. Hosseini M.R., Maghrebi M., Rameezdeen R., Waller S.T.: Statistically reviewing construction accidents within South Australia during 2002-2013, 32nd International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining: Connected to the Future, *Proceedings*.
6. Fortezaa F.J., Carretero-Gómez J. M. Seséc A.: Occupational risks, accidents on sites and economic performance of construction firms, *Safety Science* 94, 2017, 61–76.
7. E. Koehn, G. Brown G.: Climatic effects on construction, *Journal of Construction Engineering and Management* 111(2), 1985, 129–137, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1985\)111:2\(129\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1985)111:2(129)).
8. K. Kang, Ryu H.: Predicting types of occupational accidents at construction sites in Korea using random forest model, *Safety Science* 120, 2019, 226–236, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.06.034>.
9. Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy (tekst jedn. Dz. U. z 2016 r. poz. 1666 ze zm.).
10. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 1 lipca 2009 r. w sprawie ustalania okoliczności i przyczyn wypadków przy pracy (Dz. U. z 2009 r. Nr 105, poz. 870).
11. European Statistics on Accident at Work ESAW, Summary Methodology Publications Office of the European Union, Luxembourg (2013), ISBN: 978-92-79-28419-9.
12. Błazik-Borowa E, Szer J.: Podstawowe elementy modelu oceny ryzyka wystąpienia zdarzeń niebezpiecznych na rusztowaniach, *Przegląd Budowlany* 10, 2016, 24–9.
13. Główny Urząd Statystyczny, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rynek-pracy/pracujacy-zatrudnieni-wynagrodzenia-koszty-pracy/>.
14. Pickup J., De Daer R.: An outdoor thermal comfort index (OUT\_SET\*) – part I – the model and his assumptions, *Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the Millennium* 99, 1999, 279–283.
15. Höppe P.: The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment, *International Journal of Climatology* 43, 1999, 71–75.
16. Bröde P, Fiala D, Błażejczyk K. et al.: Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI), *International Journal of Biometeorology* 56, 2012, 481–494.

17. Błażejczyk K., Kunert A.: Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce, PAN, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, 2011.
18. Szer I., Szer J., Kaszubska M. i inni: Influence of the seasons on construction site accidents, *Archives of Civil Engineering* 67, 2021, 489–504, <https://doi.org/10.24425/ace.2021.138067>.
19. Hoła B., Topolski M., Szer I., Szer J., Blazik-Borowa E.: Prediction model of seasonality in the construction industry based on the accidentality phenomenon, *Archives of Civil and Mechanical Engineering* 22(1), 2022, DOI:10.1007/s43452-021-00348-7.
20. Szer I., Lipecki T., Szer J., Czarnocki K.: Using meteorological data to estimate heat stress of construction workers on scaffolds for improved safety standards, *Automation in Construction* 134, 2022, <https://doi.org/10.1007/s43452-021-00348-7>.

### **Analysis of climate conditions during accidents on construction scaffoldings on the example of air temperature**

**Abstract:** The aim of the article is to analyze the climatic conditions during accidents on scaffoldings. The article analyzes accidents on scaffolding in which 47 people were injured. The accidents took place in the Lodz Voivodship in the years 2011–2017. The assessment of the climatic conditions was based on the air temperature recorded at the synoptic station closest to the accident site. The fewest accidents were registered in autumn (4 people were injured), the most in summer (18 people were injured) and in winter (13 people were injured). Strenuous physical activity in combination with high temperature and insolation may cause a reduction in concentration and, consequently, contribute to the emergence of situations that may result in an accident. Therefore, when assessing the risk of accidents, we should pay attention to environmental conditions.

**Key words:** accidents, air temperature, scaffolding, construction sites