Politechnika Poznańska

Wydział Inżynierii Zarządzania

Rozprawa doktorska

(doktorat wdrożeniowy)

Metodyka kształtowania ergonomicznej jakości ewakuacji osób z niepełnosprawnościami z budynków z użyciem krzeseł ewakuacyjnych

Methodology for Shaping the Ergonomic Quality of Evacuating People with Disabilities from Buildings Using Evacuation Chairs

mgr inż. poż. Andrzej Migas

Promotor
dr hab. inż. Marcin Butlewski, prof. PP

Promotor pomocniczy
prof. dr hab. inż. Maciej Sydor

Poznań, 2025

Podziękowanie,

Serdecznie dziękuję moim Promotorom, Profesorom Marcinowi Butlewskiemu i Maciejowi Sydorowi, za ich życzliwość, profesjonalne wsparcie, merytoryczną opiekę i cenne wskazówki, które miały kluczowe znaczenie dla tej rozprawy.

Spis treści

Streszczenie **6**

Summary **7**

1 Wprowadzenie **8**
1.1 Uzasadnienie wyboru tematu pracy 8
1.2 Przedmiot badań 11
1.3 Problem badawczy 12
1.4 Pytania badawcze 13
1.5 Cel pracy 14
1.6 Problemy naukowe 15
1.7 Struktura pracy 15
1.8 Słownik pojęć stosowanych w rozprawie - uzupełnić 18

2 Przegląd literatury **19**
2.1 Analiza ilościowa publikacji naukowych 19
2.2 Analiza jakościowa publikacji naukowych 21
2.3 Analiza wymagań prawnych 26
2.4 Wnioski z przeglądu literatury 28

3 Analiza wiedzy decydentów w organizacji na temat krzeseł ewakuacyjnych **29**
3.1 Uzasadnienie celu analizy wiedzy decydentów 29
3.2 Metodyka badań preferencji użytkowników w zakresie krzeseł ewakuacyjnych 29
3.2.1 Założenia do metodyki badań preferencji 29
3.2.2 Charakterystyka próby badawczej 31
3.3 Wyniki badania dotyczącego percepcji użytkowników krzeseł ewakuacyjnych 32
3.3.1 Identyfikacja kluczowych elementów krzesła ewakuacyjnego 32
3.3.2 Identyfikacja obszarów wymagających zmian 34
3.4 Podsumowanie i wnioski z analizy wiedzy decydentów na temat krzeseł ewakuacyjnych 37

4 Metoda doboru sprzętu ewakuacyjnego w zależności od specyficznych uwarunkowań infrastrukturalnych **40**
4.1 Uzasadnienie celu badań 40
4.2 Metodyka badania dotyczącego infrastrukturalnych uwarunkowań doboru sprzętu ewakuacyjnego°w°obiektach użyteczności publicznej 42
4.3 Wyniki badania infrastrukturalnych uwarunkowań doboru sprzętu ewakuacyjnego . 46
4.3.1 Wyniki identyfikacji warunków przestrzennych dróg ewakuacyjnych 47
4.3.2 Autorski model klasyfikacji pionowych dróg ewakuacyjnych 47
4.3.3 Zastosowanie modelu do opracowania zaleceń sprzętowych 51
4.4 Wnioski z analizy wpływu uwarunkowań infrastrukturalnych na dobór sprzętu ewakuacyjnego 51

5 Ocena jakości ergonomicznej krzeseł ewakuacyjnych z wykorzystaniem technologii Motion Capture (MO-CAP) **54**
5.1 Uzasadnienie celu badań jakości ergonomicznej krzeseł ewakuacyjnych 54

5.2 Metodyka badań dotycząca oceny jakości ergonomicznej krzeseł ewakuacyjnych z wykorzystaniem technologii Motion Capture ... 55
5.2.1 Obiekty badań ... 55
5.2.2 Rejestracja ruchu i scenariusze badań ... 56
5.3 Wyniki badania dotyczącego oceny ergonomicznej jakości krzeseł ewakuacyjnych 61
5.4 Podsumowanie i wnioski z metody oceny ergonomicznej jakości krzeseł ewakuacyjnych ... 64

6 Badanie ankietowe użytkowników krzeseł ewakuacyjnych ... 66
6.1 Uzasadnienie celu badania ankietowego ... 66
6.2 Metodyka badania ankietowego ... 66
6.3 Wyniki badania ankietowego ... 69
6.3.1 Dane demograficzne respondentów ... 69
6.3.2 Percepcja kultury bezpieczeństwa organizacji według respondentów ... 71
6.3.3 Wpływ rodzaju krzesła ewakuacyjnego na odczucia respondentów ... 78
6.4 Podsumowanie i wnioski z badania ankietowego użytkowników krzeseł ewakuacyjnych ... 95

7 Opracowanie metody kształtującej jakość ergonomiczną systemu ewakuacji OZN z budynków ... 98
7.1 Założenia metody ... 98
7.2 Grupy docelowe i zakres zastosowania metody ... 98
7.3 Podstawy opracowania metody ... 99
7.4 Założenia metodologiczne ... 99
7.5 Etapy działań dla poszczególnych interesariuszy ... 100
7.5.1 Schemat postępowania dla projektanta/producenta ... 100
7.5.2 Schemat postępowania dla decydenta ... 103
7.5.3 Schemat postępowania dla użytkownika (operatora) ... 106
7.6 Metoda kształtująca jakość ergonomiczną systemu ewakuacji OZN z budynków ... 108

8 Opis wdrożenia ... 111

9 Podsumowanie i wnioski ... 124

Spis cytowanych źródeł ... 127

Spis tabel ... 133

Spis rysunków ... 134

Załączniki ... 139
Załącznik 1. Kwestionariusz ankiety wraz z informację wstępną ... 139
Załącznik 2. Uchwała Komisji ds. Etyki Badań Naukowych PP w sprawie badań z udziałem ludzi ... 150

Streszczenie

Metodyka kształtowania ergonomicznej jakości ewakuacji osób z niepełnosprawnościami z budynków z użyciem krzeseł ewakuacyjnych

Rozprawa dotyczy ewakuacji osób z niepełnosprawnościami z budynków wielokondygnacyjnych koncentrując się na ergonomicznej jakości systemów ewakuacyjnych wykorzystujących krzesła ewakuacyjne. Celem pracy było opracowanie kompleksowej metodyki oceny i doskonalenia ergonomii procesu ewakuacji, uwzględniającej interakcje między użytkownikami, sprzętem i środowiskiem architektonicznym. Badania przeprowadzono wieloetapowo, łącząc metody jakościowe i ilościowe. Dokonano systematycznego przeglądu literatury naukowej, przeprowadzono wywiady z decydentami organizacyjnymi odpowiedzialnymi za bezpieczeństwo ewakuacyjne oraz przeanalizowano uwarunkowania przestrzenne dróg ewakuacyjnych w rzeczywistych budynkach. Przeprowadzono również ocenę ergonomiczną krzeseł ewakuacyjnych z wykorzystaniem technologii *Motion Capture*, pozwalającą na pomiar obciążeń biomechanicznych operatorów oraz ankietyzację 102 użytkowników oceniających funkcjonalność i ergonomię dwóch typów krzeseł ewakuacyjnych. Wyniki badań wykazały, że krzesła z czterema stałymi kołami mają wyraźną przewagę ergonomiczną nad modelami ze składanymi kołami, co objawiało się mniejszym obciążeniem układu ruchu operatora (odchylenie tułowia 4-6° vs. 12°). Stwierdzono, że o skuteczności ewakuacji decyduje nie tylko konstrukcja sprzętu, ale także jego kompatybilność z otoczeniem architektonicznym oraz kompetencje użytkowników. Głównym rezultatem pracy jest kompleksowa metodyka kształtowania ergonomicznej jakości systemu ewakuacji, zawierająca szczegółowe schematy postępowania dla trzech grup interesariuszy: projektantów/producentów sprzętu ewakuacyjnego, decydentów organizacyjnych oraz operatorów krzeseł ewakuacyjnych. Metodyka integruje aspekty projektowe, organizacyjne i operacyjne w spójny system działań optymalizacyjnych. Rozprawa stanowi nowe podejście do ergonomii ewakuacyjnej, traktując ją jako dynamiczny parametr kształtowany przez synergię kompetencji użytkowników, właściwości technicznych urządzeń i organizacji procesów. Opracowana metodyka stanowi praktyczne narzędzie wspierające doskonalenie systemów ewakuacyjnych, zwiększając bezpieczeństwo osób z niepełnosprawnościami w sytuacjach zagrożenia.

Summary

Methodology for Shaping the Ergonomic Quality of Evacuating People with Disabilities from Buildings Using Evacuation Chairs

This dissertation examines the ergonomics of evacuation systems, specifically how evacuation chairs are used to evacuate people with disabilities from multi-story buildings. The aim of the study was to develop a comprehensive methodology for assessing and improving the ergonomics of the evacuation process, taking into account the interactions between users, equipment, and the architectural environment. The research was conducted in multiple stages, combining qualitative and quantitative methods. It included a systematic review of scientific literature, interviews with organizational decision-makers responsible for evacuation safety, and an analysis of the spatial conditions of evacuation routes. The research also assessed the ergonomic aspects of evacuation chairs using Motion Capture technology to measure the biomechanical loads on operators, as well as a survey of 102 users that assessed the functionality and ergonomics of two types of evacuation chairs. The research results indicated a clear ergonomic advantage of chairs with four fixed wheels over models with folding wheels, expressed in reduced strain on the operator's musculoskeletal system (torso tilt 4-6° vs. 12°). It was concluded that evacuation effectiveness is determined not only by the equipment's design but also by its compatibility with the architectural environment and the competence of users. The main outcome of the dissertation is a comprehensive methodology for shaping the ergonomic quality of evacuation systems, containing detailed procedures for three groups of stakeholders: equipment designers/manufacturers, organizational decision-makers, and operators. The methodology integrates design, organizational, and operational aspects into a coherent system of optimization activities. The dissertation introduces a new approach to evacuation ergonomics, treating it as a dynamic factor shaped by the synergy of user competence, technical properties of equipment, and process organization. The developed methodology is a practical tool supporting the improvement of evacuation systems, increasing the safety of people with disabilities in dangerous situations.

1 Wprowadzenie

1.1 Uzasadnienie wyboru tematu pracy

Ewakuacja osób z niepełnosprawnościami z budynków stanowi jedno ze współczesnych wyzwań w projektowaniu i modernizacji systemów ewakuacyjnych (Lyu i Wang 2025), a szerzej także kształtowania kultury bezpieczeństwa opartej na równości szans w dostępie do tak podstawowego dobra jak bezpieczeństwo (Jach 2019). W sytuacjach zagrożenia, takich jak pożary czy awarie techniczne, osoby o czasowo lub trwale ograniczonej mobilności stają przed szczególnymi trudnościami, zwłaszcza w budynkach wielokondygnacyjnych, gdzie bariery architektoniczne, w szczególności schody, znacząco utrudniają lub wręcz uniemożliwiają ewakuację (Levin 1980). W odpowiedzi na te wyzwania opracowano wiele urządzeń wspomagających ewakuację osób z niepełnosprawnościami, które stanowią istotną część łańcucha działań w systemach ewakuacyjnych. Wyróżnia się trzy główne kategorie takich urządzeń do ewakuacji po schodach (Branowski, Zabłocki, i Pohl 2011):

- Urządzenia typu noszowego (ang. *carry* lub *stretcher-type devices*) – wymagające niesienia osoby ewakuowanej; obejmują szerokie spektrum rozwiązań od prostych nosideł materiałowych po metalowe składane krzesła z uchwytami do przenoszenia. Wymagają one dźwigania sumarycznego ciężaru osoby ewakuowanej i urządzenia do ewakuacji przez dwóch do czterech ratowników (operatorów). Ich główną zaletą jest prostota konstrukcji i relatywnie niska cena, jednak ich użycie wiąże się z dużym obciążeniem fizycznym dla operatorów i z zaangażowaniem dużej ich liczby do uratowania jednej osoby.
- Materace ewakuacyjne (ang. *evacuation mattresses* lub *evacuation sleds*) – urządzenia ślizgowe, które umożliwiają kontrolowane transportowanie osoby w pozycji leżącej po schodach. Są one często wykorzystywane w placówkach medycznych, gdzie pacjenci nie są w stanie utrzymać pozycji siedzącej, czyli pozwalają na ewakuację osób o szczególnych potrzebach medycznych.
- Krzesła ewakuacyjne (z trakcją gąsienicową, ang. *track*), wyposażone w gumowe gąsienice umożliwiające jazdę po schodach z kontrolowaną prędkością. Ich główną zaletą jest możliwość użycia przez dwóch lub nawet jednego operatora, który nie musi dźwigać ciężaru osoby ewakuowanej, a jedynie kontrolować ruch urządzenia.

Skuteczność pojedynczego urządzenia, takiego jak krzesło ewakuacyjne, zależy nie tylko od jego parametrów technicznych, ale przede wszystkim od integracji z całym systemem zarządzania ewakuacją. Proces ten wykracza poza samą właściwości sprzętu – obejmuje on

usystematyzowanie i optymalizację procedur oraz opracowanie metod kształtowania jakości ergonomicznej systemów urządzeń, szczególnie w kontekście ewakuacji osób z niepełnosprawnościami (Quaill, Barker, i West 2018).

Kluczowym elementem jest proces projektowania, który uwzględnia zarówno potrzeby zarządcze, jak i praktyczne aspekty tworzenia systemów (Lewandowski 1999). Badania naukowe wskazują, że zachowanie człowieka w interakcjach międzyludzkich oraz w relacji człowiek–maszyna można opisać za pomocą narzędzi teorii sterowania. W tej perspektywie, człowiek jest traktowany jako obiekt reaktywny, którego zachowania są możliwe do modelowania (Wiśniewski et al. 2018, 2020).

Dzięki takiemu podejściu możliwe jest stworzenie kompleksowych modeli symulacyjnych, które analizują dynamikę zespołów odpowiedzialnych za ewakuację. Modele te pozwalają na głębsze zrozumienie, jak interakcje między operatorem, sprzętem i otoczeniem wpływają na efektywność całego procesu. Optymalne zarządzanie ewakuacją wymaga nie tylko dobrego sprzętu, ale także spójnego systemu, w którym każdy element – od procedur organizacyjnych po dynamikę zespołu – jest zintegrowany i zoptymalizowany.

Jakość ergonomiczna sprzętu ewakuacyjnego obejmująca połączenie (1) operator urządzenia, (2) urządzenie, (3) osoba ewakuowana i (4) otoczenie staje się niniejszym ważnym elementem systemu zarządzania bezpieczeństwem, warunkującym zarówno sprawność tegoż procesu jak i oddziaływanie na inne elementy całego systemu.

Krzesła ewakuacyjne, stanowiące istotny element ergonomicznej jakości systemu ewakuacji, zostały wynalezione w USA w latach 70 XX wieku (patent na wyrazek krzesła ewakuacyjnego US4136888A opracowany przez Bowie i Sampsona, zgłoszony w 1977 roku). Mają one kluczowe znaczenie we współczesnych systemach ewakuacji, umożliwiając bezpieczny i sprawny transport osób o ograniczonej mobilności w sytuacjach zagrożenia. Ich zastosowanie jest szczególnie korzystne w budynkach wielokondygnacyjnych, gdzie w warunkach zagrożenia zabrania się używania wind, jeżeli nie są przystosowane do takiego działania, a także w budynkach niskich, kilkukondygnacyjnych, w których windy nie występują (zgodnie z § 8 rozporządzenia w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki...(2022)).

Historia rozwoju krzeseł ewakuacyjnych jest wynikiem połączenia koncepcji zastosowania napędu gąsienicowego do transportu indywidualnego osób z niepełnosprawnościami ruchowymi po schodach (Hale i Kenneth 1966) z rosnącą świadomością potrzeby zapewnienia bezpiecznej ewakuacji osobom z niepełnosprawnościami (RESNA, 2014). Ze względu na swoją specyfikę, krzesła ewakuacyjne stanowią integralną część współczesnych systemów

ewakuacji z budynków, a ich funkcjonalność powinna być uwzględniona już na etapie planowania i wdrażania procedur ewakuacyjnych (RESNA ED-1:2019).

Kluczowym czynnikiem determinującym funkcjonalność krzeseł ewakuacyjnych jest podejście ukierunkowane na doskonalenia procesu ich projektowania i właściwej implementacji w systemie ewakuacji (Zając, Sydor, i Mrugalska 2023). Współczesne trendy w projektowaniu coraz częściej akcentują projektowanie partycypacyjne (Beyer i Holtzblatt 1998), angażujące wszystkich interesariuszy, w tym użytkowników i projektantów, w proces tworzenia i zarządzania systemem. W kontekście zarządzania ewakuacją osób ze szczególnymi potrzebami po schodach, takie podejście zakłada ścisłą współpracę między osobami potencjalnie ewakuowanymi, operatorami krzeseł (osoby przebywające w budynku, ratownicy), a decydentami odpowiedzialnymi za systemy ewakuacyjne (zarządcy nieruchomości, służby BHP, producenci urządzeń do ewakuacji). Taka interakcja umożliwia tworzenie bardziej ergonomicznych, intuicyjnych i dostosowanych do realnych potrzeb procedur sprzyjających ich efektywnemu wykorzystaniu w sytuacji zagrożenia (Bukowski 2016; Butler et al. 2016; Boyce et al. 2017) jak również urządzeń (Koo et al. 2013; Kielch i Gromek 2020).

Efektywność projektowanego systemu ewakuacji z wykorzystaniem krzeseł ewakuacyjnych zależy od różnych grup interesariuszy. Na potrzeby niniejszej rozprawy zidentyfikowano kilka takich kluczowych grup interesariuszy:

- Dostawcy i producenci krzeseł ewakuacyjnych – odpowiedzialni za projektowanie i wytwarzanie urządzeń spełniających wymagania ergonomiczne i bezpieczeństwa.
- Osoby podejmujące decyzje o zakupie urządzeń ewakuacyjnych – ich wiedza i świadomość ergonomicznych aspektów krzeseł ewakuacyjnych ma bezpośredni wpływ na jakość implementowanych rozwiązań w systemie ewakuacyjnym.
- Osoby odpowiedzialne za wdrożenie systemów ewakuacji w budynku – ich zadaniem jest integracja krzeseł ewakuacyjnych z całościowym systemem bezpieczeństwa budynku.
- Osoby przeprowadzające ewakuację – bezpośredni operatorzy krzeseł ewakuacyjnych, których efektywność działania zależy od ergonomicznych właściwości urządzeń, a także od umiejętności ich użycia, od zaimplementowanych procedur ewakuacyjnych, rodzaju i intensywności zagrożenia wywołanego pożarem i innych czynników. Warto w tym miejscu wskazać, że ewakuację przy użyciu sprzętu ewakuacyjnego będą przeprowadzać osoby znajdujące się w budynku a nie strażacy.

- Osoby ewakuowane - ich bezpieczeństwo i satysfakcja podczas ewakuacji stanowią ważny aspekt w systemach ewakuacyjnych.

Każda z wymienionych powyżej grup dąży do wspólnego celu – zapewnienia skutecznej i bezpiecznej ewakuacji osób z niepełnosprawnością. Paradoksalnie jednak, różnice w schematach decyzyjnych oraz w poziomie wiedzy na temat sprzętu mogą prowadzić do nieefektywności w doborze odpowiednich rozwiązań (Freeman 2010); dotyczy to również doboru krzeseł ewakuacyjnych w systemie ewakuacyjnych.

Od kilkudziesięciu lat podkreśla się konieczność uwzględnienia potrzeb osób z niepełnosprawnościami podczas planowania procedur ewakuacji po schodach. Wskazuje się, że w takiej sytuacji niezbędne są krzesła ewakuacyjne (Evacuation chair 1985). Formułuje się również wymagania wobec tego rodzaju asystującej techniki, takie jak niezawodność, bezpieczeństwo użytkowania, łatwość użytkowania, mobilność, prędkość, możliwość łatwego manewrowania, komfort dla osoby ewakuowanej oraz kompatybilność z różnymi typami schodów i użytkowników (Guylène i Joelle 1996). Pomimo wielu lat rozwoju literatura naukowa rekomenduje dalsze usprawnianie konstrukcji i sposobu użycia krzeseł ewakuacyjnych (Lyu i Wang 2025).

W kontekście opisanych wyzwań i uwarunkowań, niniejsza rozprawa doktorska koncentruje się na aspektach związanych z kształtowaniem jakości ergonomicznej w systemach ewakuacji uwzględniających osoby z niepełnosprawnością. Celem pracy jest identyfikacja i analiza kluczowych czynników ergonomicznych, które wpływają na bezpieczeństwo, komfort, dostępność, łatwość obsługi oraz wpływ na obciążenia psychofizyczne operatorów krzeseł ewakuacyjnych. Poprzez systematyczną analizę literatury, badania empiryczne oraz analizę opinii interesariuszy, praca ta ma na celu opracowanie kompleksowej metody kształtowania jakości ergonomicznej w systemach ewakuacyjnych przy uwzględnieniu dostępnych rozwiązań oraz sformułowanie rekomendacji dla projektantów, producentów i użytkowników krzeseł ewakuacyjnych, przyczyniając się do poprawy bezpieczeństwa i komfortu ewakuacji osób z niepełnosprawnościami.

1.2 Przedmiot badań

Na podstawie zidentyfikowanej luki poznawczej, dotyczącej braku spójnego modelu jakości ergonomicznej w systemach ewakuacyjnych uwzględniających osoby z niepełnosprawnościami (OzN), przedmiotem badań, opisanych w niniejszej rozprawie doktorskiej, był system ewakuacji OzN z budynków, rozumiany jako złożony układ wzajemnie powiązanych członów systemu tj.:

- **Człowiek** – obejmujący różnych użytkowników systemu ewakuacji, w tym operatorów krzeseł ewakuacyjnych oraz decydentów odpowiedzialnych za wybór rozwiązań i organizację procesu ewakuacji. Uwzględniono ich potrzeby, umiejętności psychofizyczne, a także percepcję bezpieczeństwa i ergonomii obsługi.
- **Sprzęt** – czyli krzesła ewakuacyjne przeznaczone do transportu osób z niepełnosprawnościami w chwili zagrożenia.
- **Otoczenie** – rozumiane jako infrastruktura środowiskowa, w tym parametry architektoniczne budynku (m.in. klatki schodowe, spoczniki, wąskie przejścia), które w sposób istotny warunkują efektywność działania systemu ewakuacyjnego.
- **Organizacja** – obejmująca instrukcje i procedury postępowania w sytuacjach zagrożenia oraz wypracowane praktyki w zakresie ewakuacji osób z niepełnosprawnościami z budynku.

Analiza tych elementów systemu umożliwiła wielowymiarowe spojrzenie na system ewakuacji OzN, co stanowi podstawę do kształtowania jakości ergonomicznej w perspektywie zarówno użytkowej, jak i projektowej podczas projektowania systemów ewakuacji z budynków.

1.3 Problem badawczy

Problem badawczy podejmowany w niniejszej rozprawie dotyczy braku jednoznacznie zdefiniowanego i kompleksowego modelu jakości ergonomicznej w systemach ewakuacji, ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb osób ze szczególnymi potrzebami. Pomimo rozwoju technologii oraz implementacji rozwiązań technicznych w obszarze ewakuacji, aktualne systemy nadal cechuje ograniczony poziom integracji ergonomicznych aspektów projektowych i organizacyjnych. Praktyka wskazuje, że rozwiązania stosowane w organizacjach są skoncentrowane głównie na podstawowej funkcjonalności sprzętu ewakuacyjnego, tj. możliwości przemieszczenia osoby z miejsca zagrożenia, z pominięciem krytycznych czynników jakości ergonomicznej, takich jak: komfort użytkowania, dostępność operacyjna, intuicyjność obsługi, obciążenia psychofizyczne operatorów, oraz dostosowanie do realnych warunków przestrzennych obiektów wielokondygnacyjnych.

Brak wyodrębnionego modelu ergonomicznej jakości systemu ewakuacji powoduje trudności w ocenie, projektowaniu oraz doskonaleniu tego rodzaju rozwiązań w sposób systemowy. Co istotne, niedostateczne uwzględnienie ergonomii może skutkować nie tylko pogorszeniem bezpieczeństwa osób ewakuowanych, ale również może prowadzić do błędów

proceduralnych, opóźnień operacyjnych i obniżenia skuteczności działań ratunkowych, szczególnie w sytuacjach stresowych.

Zidentyfikowany problem ma charakter interdyscyplinarny i osadzony jest na przecięciu ergonomii, inżynierii bezpieczeństwa, projektowania zorientowanego na użytkownika oraz zarządzania organizacyjnego. W jego ramach szczególne znaczenie nabiera analiza wpływu jakości ergonomicznej ewakuacji osób z niepełnosprawnościami na pozostałe obszary funkcjonowania organizacji. Sposób projektowania oraz wdrażania rozwiązań wspierających osoby ze szczególnymi potrzebami nie tylko wpływa na skuteczność ewakuacji, ale również stanowi ważny komponent kultury organizacyjnej i bezpieczeństwa.

W ramach zidentyfikowanego problemu szczególnego znaczenia nabiera wpływ jakości ergonomicznej ewakuacji osób z niepełnosprawnościami na pozostałe obszary funkcjonowania organizacji, w tym przede wszystkim na elementy jej kultury bezpieczeństwa (zdefiniowanej w 1990 roku przez Jamesa Reasona (Reason 2009). Ergonomicznie zoptymalizowane systemy ewakuacyjne nie tylko skracają czas ewakuacji osób w sytuacjach zagrożenia, lecz także kształtują pozytywne postawy pracowników, wzmacniają ich poczucie bezpieczeństwa i sprzyjają budowaniu proaktywnej kultury bezpieczeństwa w organizacji.

W świetle powyższych przesłanek, konieczne staje się opracowanie metody oceny i kształtowania jakości ergonomicznej systemów ewakuacyjnych, które uwzględniałyby zarówno perspektywę techniczno-funkcjonalną, jak i psychospołeczną oraz organizacyjną. Tylko takie holistyczne podejście może umożliwić tworzenie rozwiązań ewakuacyjnych nie tylko skutecznych operacyjnie, ale również akceptowalnych i bezpiecznych w perspektywie użytkownika oraz organizacji jako całości.

1.4 Pytania badawcze

Przeprowadzona analiza wstępna literatury oraz idąca za tym identyfikacja luki poznawczej przyczyniły się do sformułowania pytań badawczych pomocnych w realizacji niemniejszej rozprawy:

1. Jakie cechy infrastruktury środowiskowe mają wpływ na jakość ergonomiczną procesu ewakuacji OzN?
2. Jakie cechy z zakresu jakości ergonomicznej mają wpływ na wygodę operatora krzesła ewakuacyjnego?
3. W jaki sposób doskonalić ewakuację OzN?
4. Jakie znaczenie ma jakość ergonomiczna systemu ewakuacji OzN dla organizacji?

Zestaw pytań badawczych porządkuje logiczny rozwój procesu doskonalenia jakości ergonomicznej systemu ewakuacji do poziomu makro, dzięki czemu właściwości tego procesu kształtują system zarządzania bezpieczeństwem organizacji oraz orientację humanocentryczną podmiotu (pracodawcy lub zarządcy obiektu).

1.5 Cel pracy

Na podstawie pytań badawczych, sformułowano następujące cele badawcze, które podzielono na: cel główny, cele poznawcze oraz utylitarne.

Cel główny: Opracowanie metody kształtowania jakości ergonomicznej w systemach ewakuacji uwzględniających OzN.

Cele poznawcze:

1. Identyfikacja ważności kryteriów ergonomicznych procesu ewakuacji OzN przy użyciu krzeseł ewakuacyjnych.
2. Identyfikacja kluczowych cech infrastruktury środowiskowej, wpływających na możliwość i skuteczność wykorzystania w procesie ewakuacji przez operatora mobilnych rozwiązań do ewakuacji OzN.

Cele utylitarne:

1. Wyznaczenie metod poprawy jakości ergonomicznej dla różnych grup interesariuszy.
2. Doskonalenie systemów ewakuacji OzN.

1.6 Problemy naukowe

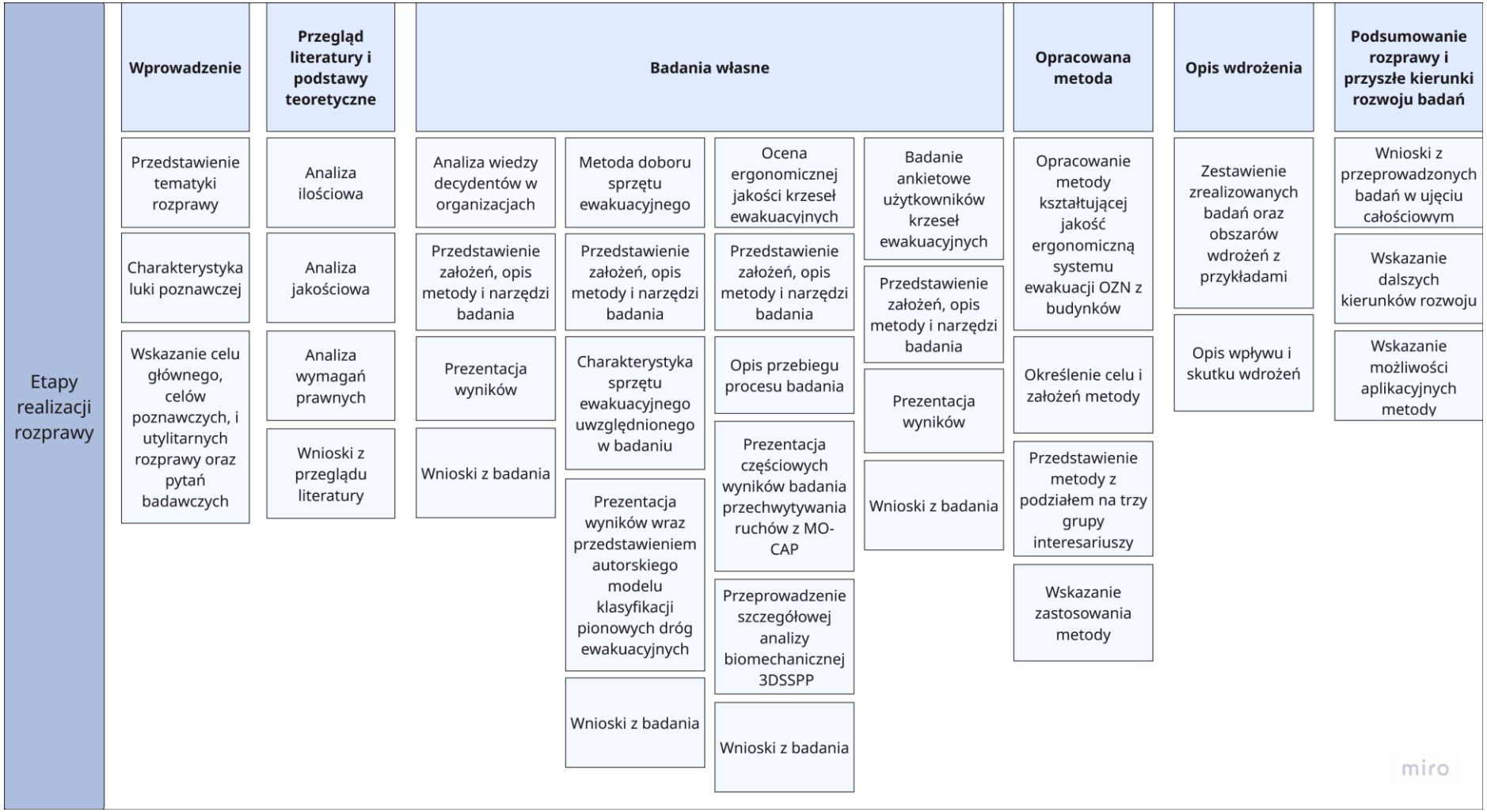
Problemy naukowe podejmowane w rozprawie dotyczą braku spójnego i metodycznie ugruntowanego modelu jakości ergonomicznej w systemach ewakuacyjnych, uwzględniających potrzeby osób z niepełnosprawnościami. Rozprawa odnosi się do wielowymiarowego charakteru tych systemów, w których człowiek, organizacja, otoczenie oraz sprzęt ewakuacyjny funkcjonują jako wzajemnie powiązane elementy warunkujące skuteczność i bezpieczeństwo ewakuacji.

Podstawowy problem naukowy polega na nieobjaśnionym wpływie jakości ergonomicznej na szybkość ewakuacji OzN oraz jej oddziaływaniu na szersze funkcjonowanie organizacji, w tym kształtowanie elementów kultury bezpieczeństwa. Istotnym zagadnieniem badawczym jest również ustalenie, w jakim zakresie poprawa jakości ergonomicznej systemów ewakuacyjnych może pełnić rolę czynnika wpływającego na zwiększanie poczucia bezpieczeństwa wśród pracowników i użytkowników organizacji.

W rozprawie podjęto próbę metodycznego opracowania modelu oceny i doskonalenia jakości ergonomicznej, który integruje perspektywę użytkową, organizacyjną i projektową. Odpowiedź na postawione pytania badawcze stanowi wkład w problematykę naukową dotyczącą bezpieczeństwa i ergonomii, a także w budowanie praktycznych podstaw dla doskonalenia systemów ewakuacyjnych zorientowanych na potrzeby osób z niepełnosprawnościami i kształtowanie proaktywnej kultury bezpieczeństwa w organizacjach.

1.7 Struktura pracy

Rozprawa składa się z części wprowadzającej oraz rozdziałów dotyczących przeglądu literatury, badań własnych, opisu opracowanej metody, opisu wdrożenia jak również części podsumowującej. Szczegółowo strukturę rozprawy przedstawiono na rysunek 1.



Rysunek 1. Struktura realizacji rozprawy

Źródło: opracowanie własne

W pierwszym etapie realizacji rozprawy dokonano wprowadzenia prezentując koncepcję jej realizacji. Autor przedstawił powody podjęcia tematu pracy oraz scharakteryzował lukę poznawczą, przedmiot badań, problem badawczy i naukowy pracy, a także pytania i cele badawcze.

W kolejnych rozdziałach rozprawy dokonano analizy niniejszej problematyki. W pierwszym rozdziale dysertacji przedstawiono przegląd literatury dotyczący ewakuacji osób ze szczególnymi potrzebami z budynków przy użyciu krzeseł ewakuacyjnych. Dokonano analizy ilościowej, jakościowej oraz obowiązujących wymagań prawnych. Wnioski wynikające z tego rozdziału były fundamentalne do realizacji kolejnych postępów badawczych.

W rozdziale drugim zaprezentowano wyniki badań własnych. W pierwszej kolejności przeprowadzono badanie dotyczące wiedzy decydentów w organizacjach na temat znajomość sprzętu do ewakuacji osób ze szczególnymi potrzebami w organizacji systemów ewakuacyjnych. Uzyskane informacje pozwoliły lepiej zrozumieć grupę badawczą i jej potrzeby w kontekście zarządzania systemem ewakuacji. W kolejnym etapie przedstawiono opracowany w ramach badania autorski model klasyfikacji pionowych dróg ewakuacyjnych uwzględniający w swym zakresie dobór sprzętu ewakuacyjnego. Analiza dowiodła, że skuteczność systemu ewakuacyjnego nie jest determinowana wyłącznie przez właściwości techniczne sprzętu ewakuacyjnego, lecz w decydującym stopniu przez jego kompatybilność z otoczeniem architektonicznym oraz koincydencją z użytkownikiem. W dalszym etapie przedstawiono badanie dotyczące oceny ergonomii użytkownika krzeseł ewakuacyjnych w warunkach zbliżonych do rzeczywistych systemów ewakuacyjnych. W trakcie badania użyto oprogramowanie do przechwytywania ruchów operatora krzeseł ewakuacyjnych. Otrzymane wyniki pozwoliły na identyfikację optymalnych rozwiązań konstrukcyjnych w krzesłach ewakuacyjnych, które minimalizują ryzyko nadmiernych biomechanicznych obciążeń ratownika używającego krzesła ewakuacyjnego i zwiększają efektywność ewakuacji.

Wyniki z przeprowadzonych badań własnych posłużyły autorowi do opracowania metody zaprezentowanej w rozdziale 3 kształtującej jakość ergonomiczną systemu ewakuacji osób z niepełnosprawnością z budynków. Metoda uwzględnia trzy grupy interesariuszy tj. producenta (projektanta), decydenta w organizacji oraz operatora krzeseł ewakuacyjnych (użytkownika).

W Rozdziale 4 zaprezentowany efekt prac wdrożeniowych wynikający z przeprowadzonych badań oraz opis wpływu i skutków wdrożeń na osoby z niepełnosprawnościami, na osoby zarządzające budynkami oraz na przedsiębiorstwo, które projektuje, produkuje i dostarcza krzesła ewakuacyjne na rynek polski oraz zagraniczny.

W ostatniej części dysertacji autor podsumowanie rozprawy oraz dalsze kierunki rozwoju zaproponowanej metody.

1.8 Słownik pojęć stosowanych w rozprawie - uzupełnić

W wyniku przeprowadzonej analizy literatury w niniejszej rozprawie przyjęto następujące definicje kluczowych pojęć związanych z tematyką dysertacji:

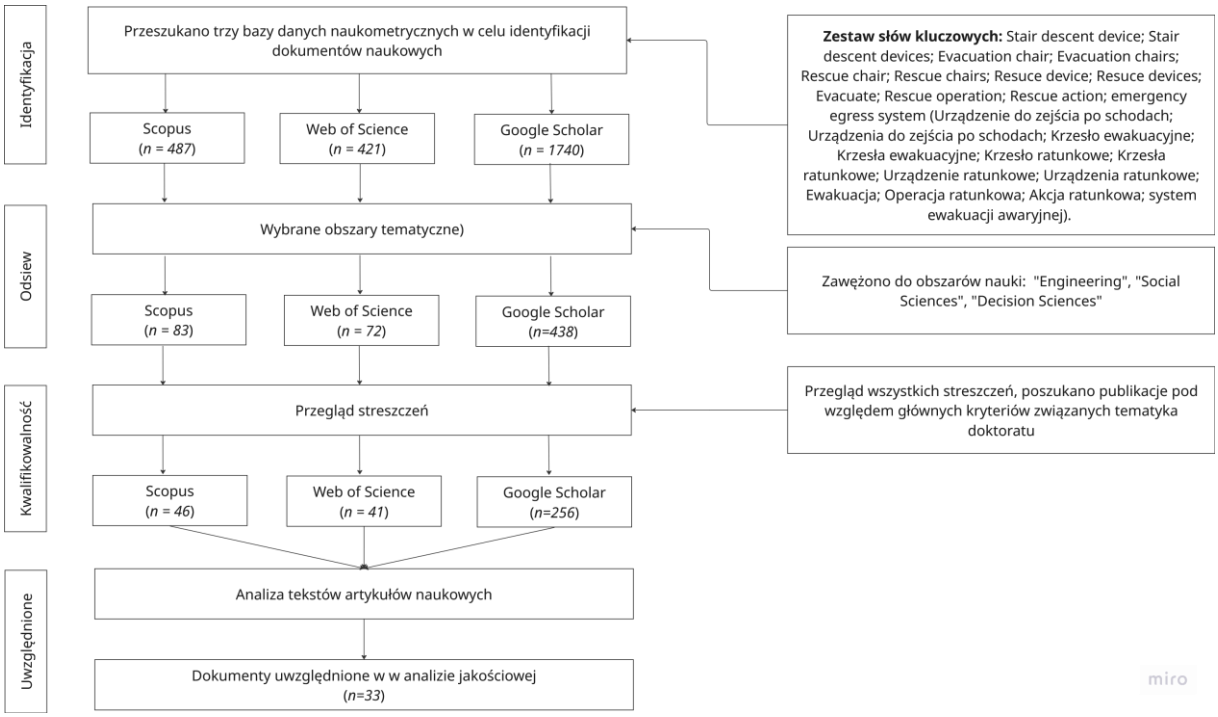
Projekt- jednorazowe przedsięwzięcie

- System ewakuacyjny to zintegrowany zespół środków organizacyjnych, proceduralnych i technicznych, mający na celu zapewnienie bezpiecznego, szybkiego opuszczenia zagrożonej strefy przez osoby znajdujące się w budynku, uwzględniający ich różnorodne potrzeby, zdolności oraz warunki otoczenia. (Kuligowski, 2011).
- Proces ewakuacji - to skoordynowany ciąg reakcji indywidualnych i zbiorowych w odpowiedzi na zaistniałe zagrożenie, z naciskiem na zależności czasowe, środowiskowe i percepcyjne (Ronchi, E., Nilsson, D. 2013).
- Osoba ze szczególnymi potrzebami – osoba, która ze względu na swoje cechy zewnętrzne lub wewnętrzne, albo ze względu na okoliczności, w których się znajduje, musi podjąć dodatkowe działania lub zastosować dodatkowe środki w celu przezwyciężenia bariery, aby uczestniczyć w różnych sferach życia na zasadzie równości z innymi osobami (Ustawa o dostępności 2024). Do osób ze szczególnymi potrzebami zaliczają się osoby z niepełnosprawnościami. W rozprawie użyto obu pojęć - osoba ze szczególnymi potrzebami (jako szersze pojęcie) oraz osoba z niepełnosprawnościami (jako węższe pojęcie). Z punktu widzenia podjętej problematyki są to synonimiczne pojęcia, ponieważ zapewnienie możliwości ewakuacji dla tej grupy osób i kształtowanie jakości ergonomicznej ma tożsamą zasadność do obu pojęć.
- Osoba z niepełnosprawnością (OzN) – to taka osoba, u której uszkodzenie i obniżony poziom sprawności organizmu spowodował utrudnienie, ograniczenie lub uniemożliwienie wykonywania zadań życiowych i zawodowych oraz wypełnianie ról społecznych, biorąc pod uwagę jej wiek, płeć, stan, czynniki środowiskowe, społeczne i kulturowe (Borowiecki, 2015).
- Funkcjonalność – właściwość usługi / urządzenia lub jej części umożliwiającą użycie przez użytkownika wszystkich oferowanych przez nie funkcji (Ustawa o dostępności 2024).
    - Jakość ergonomiczna – stopień dopasowania systemu ewakuacji do cech psychofizycznych operatora krzesła ewakuacyjnego.

2 Przegląd literatury

2.1 Analiza ilościowa publikacji naukowych

W ramach przeglądu literatury wyszukano i przeanalizowano publikacje naukowe w bazach Scopus oraz Google Scholar. Przeanalizowano następujące kategorie prac: artykuły oryginalne, artykuły przeglądowe, prace konferencyjne oraz rozdziały w monografiach. Ilościowe rezultaty procesu przeszukiwania oraz ewaluacji źródeł literaturowych przedstawiono na rysunku 2.



Rysunek 2. Metodyka identyfikacji literatury dotyczącej ewakuacji z użyciem krzeseł ewakuacyjnych

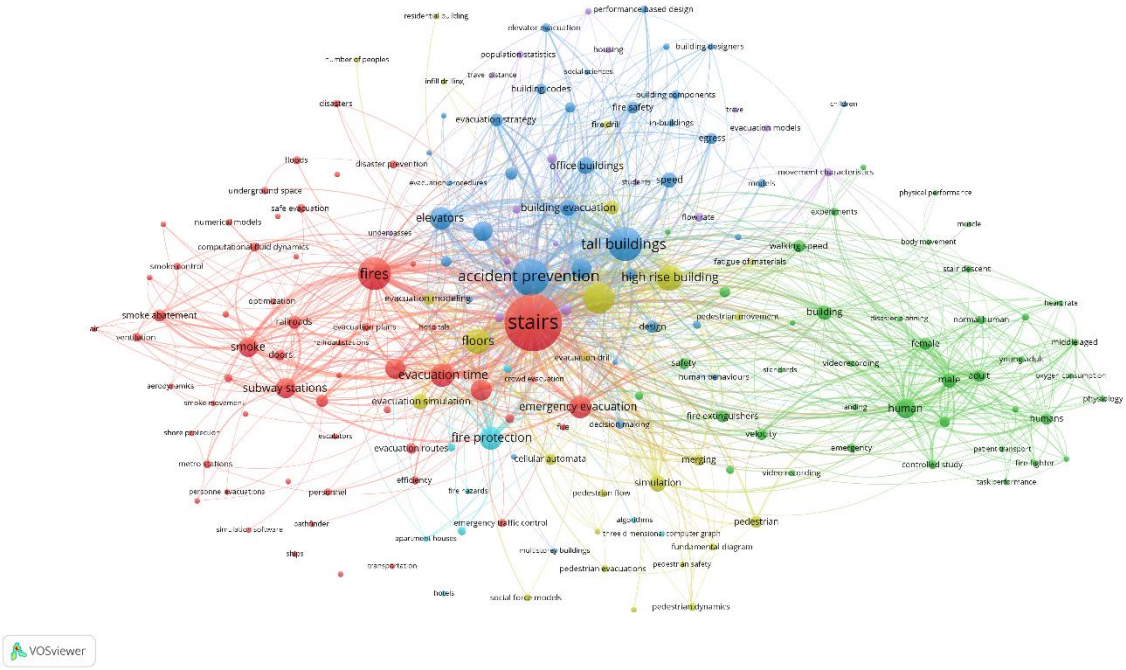
Źródło: opracowanie własne

Przeszukiwanie i ewaluację źródeł naukowych wykonano zgodnie ze standardem PRISMA[1] (Page et al. 2021).Przygotowano listę słów kluczowych w języku angielskim: Stair descent device; Stair descent devices; Evacuation chair; Evacuation chairs; Rescue chair; Rescue chairs; Resuce device; Resuce devices; Evacuate; Rescue operation; Rescue action; emergency egress system (Urządzenie do zejścia po schodach; Urządzenia do zejścia po schodach; Krzesło ewakuacyjne; Krzesła ewakuacyjne; Krzesło ratunkowe; Krzesła ratunkowe; Urządzenie

[1] Zasady PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) to wytyczne mające na celu poprawę przejrzystości i kompletności raportowania procesu wyszukiwania literatury w pracach naukowych. Metodyka PRISMA kładzie nacisk na kompletne udokumentowanie wszystkich kroków podjętych w celu zidentyfikowania badań naukowych w analizowanym obszarze. Chodzi o to, aby proces wyszukiwania był reprodukowalny i możliwy do oceny pod kątem potencjalnych błędów lub braków.

ratunkowe; Urządzenia ratunkowe; Ewakuacja; Operacja ratunkowa; Akcja ratunkowa; system ewakuacji awaryjnej).

Zapytanie w Scopus na podstawie dwóch słów kluczowych „stair and evacuation" (schody i ewakuacja) zwraca 487 publikacji. Mapę słów kluczowych z tych publikacji pokazano na rysunku 3 wykonanej z wykorzystaniem oprogramowania VosViewer (wer. 1.6.19, Centre for Science and Technology Studies, Leiden University, Holandia).



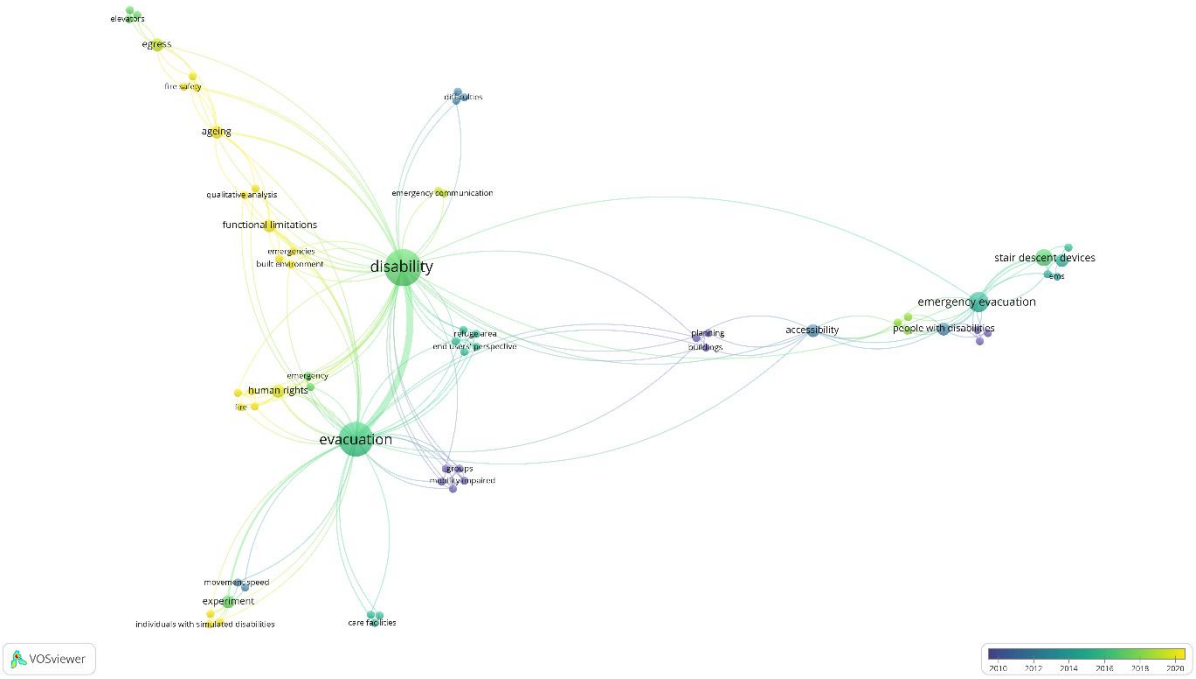
Rysunek 3. Mapa słów kluczowych na podstawie 487 publikacji indeksowanych w Scopus, dotyczących ewakuacji osób o specjalnych potrzebach

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 3 wskazuje klastry tematyczne, zaznaczono je różnymi kolorami. Spośród tych klastrów szczególnie wyróżniają się trzy obszary tematyczne. Klaster oznaczony czerwonym kolorem, obejmuje publikacje związane z gaszeniem i przeciwdziałaniem ryzyku powstania pożarów, klaster oznaczony na niebiesko obejmujący publikacje architektoniczne oraz klaster oznaczony na zielono który zbiera publikacje socjologiczne, dotyczące czynnika ludzkiego.

Zapytanie w Scopus na podstawie dwóch słów kluczowych (drugie słowo wariantowe): "Evacuation" and "People with disabilities" or Disability" zwraca 92 publikacji. Jednak oprócz ewakuacji z budynków, publikacje te dotyczą innych problematyk ewakuacji, np. ewakuacji z obszarów lub obiektów sportowych. Bardziej szczegółowe zapytanie w Scopus na podstawie trzech słów kluczowych (trzecie słowo wariantowe): „stair and evacuation and (disability or disabilities)", zwraca 46 publikacji. Biorąc pod uwagę wyłącznie publikacje traktujące

o ewakuacji osób z niepełnosprawnościami (OzN) z budynków, lista ta zawęża się do 33 publikacji. Mapę słów kluczowych z tych publikacji pokazano na rysunku 4.



Rysunek 4. Zawężona problematyka ewakuacji osób z niepełnosprawnościami (na podstawie 33 publikacji)

Źródło: opracowanie własne

Z rysunku 4 wynika, że w grupie 33 publikacji najczęściej łączone są pary słów „evacuation" i „disability". Natomiast „stair descent devices" mają największą łączliwość z „emergency evacuation". Kolorami zaznaczono aktualność słów kluczowych. Ciekawym słowem jest „human rights" (prawa człowieka). Wskazuje ono na, jak się wydaje, główną motywację działań naukowych zmierzających do zapewnienia możliwości ewakuacji OzN (Hollis III 2002). Badacze wskazują jednak na powszechne nieprzestrzeganie praw osób niepełnosprawnych w polityce ewakuacyjnej (Steen i Bergeron 2017; Hostetter i Naser 2022).

2.2 Analiza jakościowa publikacji naukowych

Jak wspomniano, zidentyfikowano 33 publikacje naukowe obejmujące problematykę ewakuacji po schodach osób z dysfunkcjami ruchowymi za pomocą asystującej techniki. Stanowią one dobrą podstawę do planowania i ulepszania systemów ewakuacji z budynków, które to systemy uwzględniają także ewakuację osób z niepełnosprawnością. Powszechne wyobrażenie o „masowej panice" jako dominującej reakcji w sytuacjach zagrożenia, takich jak pożar, okazuje się być w dużej mierze mitem, który nie znajduje potwierdzenia w badaniach

naukowych. Analizy doświadczeń ocalałych z różnych katastrof konsekwentnie pokazują, że ludzie w tłumie w obliczu wspólnego zagrożenia wykazują skłonność do zachowań kooperacyjnych i altruistycznych, pomagając sobie nawzajem, nawet jeśli są sobie obcy. Takie zachowanie wynika z założenia, że zagrożenie dla innej osoby jest postrzegane jako zagrożenie dla siebie samego (Cocking, Drury, i Reicher 2009). Wskazuje to, że ustrukturyzowane informacje oraz skuteczny sprzęt do wspomaganej ewakuacji są w rzeczywistości najsilniejszymi narzędziami do zapewnienia bezpiecznej ewakuacji dla osób o specjalnych potrzebach.

Wybór odpowiedniego sprzętu do ewakuacji osób z niepełnosprawnością ruchową ma kluczowe znaczenie nie tylko dla bezpieczeństwa ewakuowanej osoby, ale również dla zdrowia i wydajności operatorów. W badaniach biomechanicznych wykonanych przez zespół Lavender, Mehta i Hedman analizowano obciążenia fizyczne strażaków i innych ratowników. Wykorzystano techniki takie jak elektromiografia (EMG), pomiar tętna i skalę odczuwanego wysiłku wykorzystując skalę Borga (Borg 1982). Wykazano, że krzesło ewakuacyjne z wydłużonymi uchwytami, które pozwala operatorowi z przodu schodzić twarzą do kierunku jazdy, redukuje obciążenie mięśni pleców o 50% i jest 1.8 razy szybsze niż inne urządzenia ręczne (Lavender et al. 2014).

W badaniach opisanych przez Laurę Rice i współautorów (Rice et al. 1996) uczestnicy nosili nosze o masie 6,8 kg z manekinem o masie 81,6 kg z prędkością 4,8 km/h przez maksymalnie 30 minut. W rezultacie stwierdzono, że mężczyźni mogli przenosić nosze znacznie dłużej niż kobiety, jednak ze znacznymi różnicami w wydajności. Wykorzystanie uprzęży znacznie wydłużyło czas przenoszenia w porównaniu z metodami przenoszenia ręcznego. Czteroosobowe zespoły wykazywały lepsze wyniki i mniejsze zmęczenie niż zespoły dwuosobowe. W konkluzjach przeprowadzonych badań zaakcentowano istotną rolę dostosowania zdolności fizycznych personelu do specyfiki zadań ewakuacyjnych, mającego na celu minimalizację ryzyka urazów podczas ewakuacji osób z niepełnosprawnościami. Badania wykazały, iż siła fizyczna stanowi kluczowy czynnik efektywnej ewakuacji. Jednocześnie, na podstawie analizy wyników, można wysnuć niewyrażony wprost przez autorów cytowanych badań, lecz oczywisty wniosek, iż transport osób na noszach przez ratowników nieposiadających profesjonalnego przygotowania oraz niewystarczającej kondycji fizycznej charakteryzuje się niską efektywnością i potencjalnie dużą zawodnością. Ponadto, czynność ta implikuje konieczność zaangażowania znacznej liczby osób (optymalnie czterech) do ewakuacji pojedynczej osoby.

Badania biomechaniczne nad obciążeniem operatorów podczas ewakuacji po schodach są rzadkie, ale kluczowe dla oceny rzeczywistej ergonomii sprzętu i minimalizacji ryzyka urazów osób ratujących (Trench et al. 2020). Fredericks i współpracownicy (2002a, 2002b) oraz Butt i współpracownicy (2002b) naukowo udokumentowali przewagę krzeseł ewakuacyjnych z gąsienicowym układem transportowym nad urządzeniami do ewakuacji typu noszowego pod względem obciążeń biomechanicznych ratowników (operatorów urządzeń). Ich badania wykazały znacząco niższe siły kompresyjne w odcinku lędźwiowym kręgosłupa (L5/S1) przy użyciu krzeseł ewakuacyjnych. Fredericks i współpracownicy (2006) kontynuowali te badania, porównując wpływ konstrukcji dwóch typów krzeseł ewakuacyjnych na obciążenia operatorów. W badaniach nie stwierdzono istotnego wpływu kąta gąsienic układu jezdnego, i innych wymiarów charakterystycznych krzeseł ewakuacyjnych, jednak autorzy badań wskazali, że operator krzesła znajdujący się z przodu jest o wiele bardziej obciążony od operatora znajdującego się z tyłu. Prawdopodobnym wytłumaczeniem tej obserwacji jest okoliczność, że przedni operator musi schodzić tyłem w dół po schodach, co powoduje, że nie ma dobrej widoczności i instynktownie bardziej przeciwdziała sile grawitacji, zapobiegając zbyt szybkiemu zjeżdżaniu krzesła.

Adams i Galea (2011) porównywali działanie czterech urządzeń wspomagających ewakuację osób o ograniczonej sprawności ruchowej z budynków wielopiętrowych. Testowane urządzenia obejmowały krzesło ewakuacyjne Evac+, krzesełko do przenoszenia, nosze i materac ewakuacyjny. Seria 32 prób ewakuacyjnych pozwoliła ocenić prędkość przemieszczania się, liczbę operatorów badanych urządzeń ewakuacyjnych i łatwość obsługi. Cytowani autorzy stwierdzili, że krzesło ewakuacyjne wymaga najmniejszego wysiłku i jest najbardziej wydajne dla ratowników. Nosze wymagały najwięcej operatorów do ewakuacji i były jednym z najwolniejszych urządzeń.

Hedman (2011) kompleksowo przeanalizował wszystkie dostępne urządzenia umożliwiające osobom z niepełnosprawnościami poruszanie się po schodach, w tym windy, wyciągi krzesełkowe i krzesła ewakuacyjne pod względem dopuszczalnego rozmiaru i masy ciała osoby ewakuowanej oraz prędkości jazdy. W analizie uwzględniono również podsumowanie międzynarodowych norm i metod testowania tych urządzeń. Autor w konkluzji uzasadnia konieczność prowadzenia dalszych prac nad zwiększaniem jakości ergonomicznej i wydajności transportowej urządzeń do ewakuacji OzN po schodach, podkreśla również rolę doskonalenia procedur ewakuacyjnych.

Lavender i współautorzy (2012) badali pięć krzeseł ewakuacyjnych przeznaczonych do transportu OzN po schodach w nagłych wypadkach. Zaobserwowano znaczące różnice

w koniecznym wysiłku w różnych konstrukcjach krzeseł ewakuacyjnych. Czas trwania ewakuacji był zróżnicowany, przy czym najszybsze było krzesło 2-kołowe, a następnie krzesła Standard i Narrow. Obciążenie fizyczne operatorów były najmniejsze krzeseł w których osoba ewakuowana była skierowana twarzą do kierunku ewakuacji, a największe dla krzesła ewakuacyjnego, w którym osoba ewakuowana była skierowana do tyłu. Kontynuując te badania Lavender i współpracownicy (2013, 2014) przeprowadzili kompleksowe badania z udziałem strażaków używających różnych typów urządzeń ewakuacyjnych. Badacze mierzyli obciążenia biomechaniczne i fizjologiczne podczas ewakuacji po schodach. Ich badania potwierdziły spostrzeżenia Adamsa i Galei (2011), że krzesła ewakuacyjne powodują mniejsze obciążenie fizyczne operatorów od materacy ewakuacyjnych. Wskazano również, że projektowanie uchwytów i systemu hamowania ma istotny wpływ na obciążenie operatorów, podobnie jak szerokość schodów i wymiary podestów.

Do oceny ergonomii krzeseł ewakuacyjnych coraz częściej wykorzystuje się zaawansowane technologie, takie jak Motion Capture (Mocap). Technologia ta pozwala na obiektywny pomiar obciążeń biomechanicznych i ruchów ciała operatora w trakcie zjazdu po schodach, bez polegania na jego subiektywnych odczuciach. Mechta i współpracownicy (2015), badali odczyty EMG operatorów używających różnych urządzeń do ewakuacji. Stwierdzili oni, że krzesła ewakuacyjne zmniejszają fizyczne wymagania operatorów w porównaniu z urządzeniami przenoszonymi ręcznie podczas ewakuacji. Zalecili oni zastosowanie w krzesłach krótszych urządzeń gąsienicowych (płozy) w celu ułatwienia manewrowania na spocznikach, jednak jednocześnie podkreślili, że zbyt krótkie płozy mogą zwiększać ryzyko upadku na schodach.

Kluczowe dla efektywnej ewakuacji osoby znajdującej się w krześle ewakuacyjnym jest efektywność przemieszczania się operatorów tego krzesła. Agyemang i Kinateder (2022) scharakteryzowali czynniki kluczowe dla bezpiecznego poruszania się po schodach, które często są pomijane w tradycyjnych modelach ewakuacji. Należą do nich: ułożenie stopy, użycie poręczy oraz równowaga. Cytowani autorzy stwierdzają, że włączenie tych czynników do analizy jest ważne w zidentyfikowaniu konkretnych obszarów ryzyka wynikających z perspektywy fizjologicznej, środowiskowej, projektowej i inżynieryjnej.

Hedman i współpracownicy (2021) przeprowadzili badania konsumenckie różnego rodzaju asystującej techniki do ewakuacji. W badaniu wzięło udział 14 konsumentów z zaburzeniami ruchowymi oceniających 14 urządzeń należących do trzech klas: typu noszowego, krzeseł ewakuacyjnych zjeżdżających po schodach i materacy ewakuacyjnych. Uczestnicy badania przekazali informacje zwrotne na temat cech użytkowych, poczucia bezpieczeństwa

i akceptowalności urządzeń po użyciu każdego z badanych urządzeń. Przenośne urządzenie z przedłużonym uchwytem zostało ocenione najwyżej pod względem akceptowalności dla konsumentów. Krzesła ewakuacyjne były ogólnie bardzo dobrze akceptowane jako urządzenia do ewakuacji (cztery na pięć badanych oceniono pozytywnie). Liczne funkcje zabezpieczające zaimplementowane w urządzenia, takie jak więcej pasków i zapięć na rzep, były oceniane jako zwiększające poczucie bezpieczeństwa konsumentów. Ograniczenia tego badania to niewielka wielkość próby badawczej.

Cytowane badania Adamsa i Galei (2011) oraz cytowane badania Lavendera i współpracowników (2013, 2014) zgodnie wskazują, że krzesła ewakuacyjne mogą być użytkowane przez jedną osobę, podczas gdy urządzenia typu noszowego wymagają 3-4 operatorów. Ma to istotne implikacje dla służb ratunkowych, które mogą efektywniej alokować personel podczas akcji ewakuacyjnych. Raport RESNA (2014) podkreśla, że możliwość użytkowania przez jednego operatora pozwala służbom ratunkowym na szybsze dotarcie do większej liczby osób wymagających pomocy w sytuacji zagrożenia. Podsumowano to w tabeli.

Tabela 1. Zestawienie cech różnych urządzeń ewakuacyjnych

Rodzaj urządzenia	**Obsługa (personel)**	**Szybkość ewakuacji**	**Wysiłek fizyczny operatora**	**Zalety**	**Wady**
Ręczne (Hand-carried)	2+ osoby	Zmienna, potencjalnie najwolniejsza	Bardzo wysoki (siły kompresyjne i ścinające L5/S1)	Mniejszy koszt, łatwe użycie dla nieprofesjonalistów	Duże ryzyko urazów, niska stabilność, najmniej preferowane przez użytkowników
Gąsienicowe (Track-type)	1-2 osoby	Najszybsza i najbardziej kontrolowana	Mały (znaczne zmniejszenie obciążeń kręgosłupa)	Bezpieczeństwo i mniejszy wysiłek dla operatora, możliwość uratowania osób z nadwagą	Wyższy koszt, wymaga regularnego szkolenia
Sanie / maty (Sled-type)	2+ osoby	Mała do średniej na schodach	Mały na schodach, może być większy na spocznikach i drogach poziomych	Skuteczne dla osób leżących, wszechstronne	Trudne manewrowanie na płaskich powierzchniach, niska prędkość

Źródło: opracowanie własne

Istnieje rozdźwięk między precyzyjną wiedzą naukową a jej praktycznym zastosowaniem. Chociaż badania biomechaniczne dostarczają dowodów na wyższość ergonomiczną niektórych rozwiązań (np. krzeseł ewakuacyjnych) , a producenci aktywnie promują te cechy, to badanie Migasa i współpracowników pokazuje, że decydenci odpowiedzialni za zakup sprzętu często mają "deficyt praktycznej wiedzy" (Migas, Butlewski, i Sydor 2023). W rezultacie, wybory sprzętu mogą być podyktowane czynnikami innymi niż udowodniona naukowo skuteczność.

Taka sytuacja stwarza ryzyko, że mimo istnienia lepszych rozwiązań, z powodu braku edukacji, w budynkach znajdzie się sprzęt mniej wydajny i bardziej niebezpieczny dla operatorów. Te czynniki sprawiają, że istnieje potencjał do dalszej poprawy jakości systemów ewakuacji.

2.3 Analiza wymagań prawnych

Wyniki badań naukowych wdrażane są do dokumentów normatywno-prawnych. Norma ISO 21542 (2021) zawiera wytyczne dotyczące ewakuacji osób z niepełnosprawnościami. *National Fire Protection Association* (NFPA), czyli Krajowe Stowarzyszenie Ochrony Przeciwpożarowej, to amerykańska organizacja, która opracowuje standardy w zakresie bezpieczeństwa pożarowego i projektowania systemów ewakuacji. Jednym z jej najważniejszych dokumentów jest NFPA 101 (2024): *Life Safety Code* (*Kodeks bezpieczeństwa życia*), publikowany i regularnie aktualizowany od 1924 roku. Ten kodeks opisuje zasady ewakuacji wszystkich użytkowników z budynków, w tym osób z niepełnosprawnościami. Podkreśla on konieczność zapewnienia bezpiecznej ewakuacji dla każdego, niezależnie od sprawności fizycznej. Dokument zawiera wymagania dotyczące: dróg ewakuacyjnych, oznakowania, dostępności, procedur ewakuacyjnych. Aby sprostać tym wymogom, NFPA 101 zaleca stosowanie specjalistycznych rozwiązań, takich jak krzesła ewakuacyjne, windy ewakuacyjne oraz miejsca schronienia (ang. *areas of refuge*).

W Polsce rozporządzenie ministra ds. infrastruktury pt. *Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* (WT) (2024) oraz rozporządzenia ministra MSWiA pt. *Rozporządzenie w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów* (2023) podają wymagania dotyczące ochrony przeciwpożarowej, w tym ewakuacji osób z niepełnosprawnościami. Chociaż te akty prawne wspierają przemieszczanie się osób na wózkach inwalidzkich, to nie zapewniają kompleksowego rozwiązania dla ewakuacji pionowej. Luki w przepisach są widoczne w braku szczegółowych wytycznych dotyczących ewakuacji schodami za pomocą specjalistycznego sprzętu, co stwarza potrzebę dodatkowego planowania i wyposażenia. Podkreśla to konieczność badania naukowego i tworzenia wiedzy w tym zakresie.

Międzynarodowe i europejskie normy, takie jak International Building Code (International Code Council. (2024)) czy europejskie standardy dotyczące dostępności (np. norma EN 81-70:2020), koncentrują się głównie na projektowaniu budynków w celu ułatwienia dostępu w normalnych warunkach (np. poprzez zapewnienie wind przystosowanych dla osób na wózkach inwalidzkich). Jednakże, windy ewakuacyjne mogą być używane wyłącznie w specjalnych warunkach i pod kontrolą straży pożarnej. W związku z tym, w sytuacjach

awaryjnych, gdzie windy są niedostępne, ewakuacja pionowa schodami za pomocą krzeseł staje się jedyną możliwością. Ważniejsze wymagania prawe wobec dróg ewakuacyjnych w budynkach zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Zestawienie ważniejszych wymagań dla dróg ewakuacyjnych

Parametr	Polskie wymagania prawne	Implikacje dla ewakuacji osób niepełnosprawnych ruchowo
Szerokość korytarza	Min. 1,4 m (1,2 m dla do 20 osób)	Umożliwia manewrowanie krzesłem ewakuacyjnym i wózkiem, pozwala na wymijanie przez służby ratownicze.
Szerokość drzwi	Min. 0,9 m (0,8 m dla do 3 osób)	Umożliwia swobodne przejechanie krzesłem ewakuacyjnym.
Wymagania dla schodów	Materiały niepalne, odporność ogniowa min. R 30/60	Zapewnia stabilność i bezpieczeństwo podczas operowania krzesłem, ale nie eliminuje konieczności asysty.
Dostępność wind	Windy ewakuacyjne dla ekip ratowniczych (norma EN 81-72)	Windy nie mogą być używane do ewakuacji w sytuacjach pożarowych, co czyni schody jedyną drogą ewakuacji pionowej.

Źródło: opracowanie własne

Cytowane przepisy prawa stanowią dobrą podstawę dla ewakuacji poziomej, jednak brakuje w nich konkretnych wytycznych dotyczących ewakuacji pionowej osób, które nie mogą korzystać ze schodów lub wind w sytuacji awaryjnej. O ile regulacje wspominają o „miejscach bezpiecznego oczekiwania" (*areas of refuge*), oraz wskazują w podstawowym zakresie sugerowany sprzęt do ewakuacji w normie PN-EN 17210 (2021), to w brak jest szczegółowych wymagań dotyczących sprzętu i procedur, które umożliwiłyby skuteczne opuszczenie budynku z tych miejsc. Tę lukę próbuje wypełnić niniejsza rozprawa, dostarczając metodykę, która pozwoli na usystematyzowanie tego procesu.

Najbardziej zaawansowaną formą planowania jest stworzenie Indywidualnego Planu Ewakuacji w Sytuacji Zagrożenia (ang. PEEP, *Personal Emergency Evacuation Plan*). PEEP to spersonalizowany dokument, który określa unikalne potrzeby ewakuacji dla konkretnej grupy osób przebywających w budynku, uwzględniając:

- Liczba osób o specjalnych potrzebach oraz rodzaj i stopień niepełnosprawności.
- Lokalizację w budynku.
- Typ używanego sprzętu (np. wózek inwalidzki, inny wyrób z zakresu asystującej techniki).
- Dostępność przeszkolonych asystentów, którzy pomogą w ewakuacji (Hashemi 2018).

Taki plan powinien być opracowany w bezpośredniej konsultacji z osobą z niepełnosprawnością, ponieważ to umożliwi udzielenie pomocy w sposób efektywny w podczas ewakuacji (Guidance on evacuation chairs, (2011)).

2.4 Wnioski z przeglądu literatury

Przegląd literatury naukowej dotyczącej ewakuacji osób niepełnosprawnych z budynków, ze szczególnym uwzględnieniem krzeseł ewakuacyjnych, pozwala na sformułowanie następujących wniosków i rekomendacji:

- Przewaga krzeseł ewakuacyjnych nad urządzeniami wymagającymi przenoszenia osoby ratowanej. Badania empiryczne (Fredericks i współpracownicy (2002a, 2002b); Adams i Galea, 2011; Lavender i współpracownicy, 2013) zgodnie wskazują na przewagę krzeseł ewakuacyjnych. Do tych przewag należą: możliwości używania przez jedną osobę, mniejszych obciążenia fizyczne operatorów oraz efektywności przemierzania schodów i podestów na długich dystansach.
- Duże jest znaczenie standardów technicznych. Standard ANSI/RESNA ED-1 (2019) stanowi istotny punkt odniesienia przy wyborze krzeseł ewakuacyjnych, zapewniając spełnienie minimalnych wymagań dotyczących nośności, manewrowości i stabilności. W standardach rekomenduje się umieszczenie co najmniej jednego urządzenia ewakuacyjnego na każdym piętrze każdej klatki schodowej w budynkach dostępnych dla publiczności (ANSI/RESNA ED-1 (2019)). Skuteczna ewakuacja wymaga nie tylko odpowiedniego sprzętu, ale również kompleksowych planów ewakuacyjnych, szkoleń i ćwiczeń (Steinfeld 2006; National Fire Protection Association (NFPA) 2024).
- Wymagane jest kontekstowe podejście przy planowaniu rodzaju urządzeń ewakuacyjnych. Wybór urządzeń ewakuacyjnych powinien uwzględniać specyfikę budynku (wysokość, układ) oraz potrzeby użytkowników (rodzaj niepełnosprawności, kontekst medyczny) (Adams Galea, 2011; RESNA Position Paper on the Use of Evacuation Chairs, 2014).

Przegląd literatury wskazuje na potrzebę dalszych badań w następujących obszarach:

- Wpływ wiedzy osób decydujących o zakupie i o wdrożeniu krzeseł ewakuacyjnych na ich skuteczność i niezawodność różnych typów krzeseł ewakuacyjnych.
- Optymalne i metodycznie uzasadnione strategie rozmieszczenia urządzeń ewakuacyjnych w różnych typach budynków. Integracja urządzeń ewakuacyjnych z nowoczesnymi systemami zarządzania bezpieczeństwem budynków.
- Opracowanie metody obiektywnej oceny ergonomicznej jakości krzeseł ewakuacyjnych.

3 Analiza wiedzy decydentów w organizacji na temat krzeseł ewakuacyjnych

3.1 Uzasadnienie celu analizy wiedzy decydentów

Organizacja systemów ewakuacyjnych to kompleksowy proces planowania potencjalnych scenariuszy ewakuacji oraz wdrażania i utrzymania środków technicznych, które umożliwiają bezpieczne i sprawne opuszczenie budynku w sytuacji zagrożenia, takiego jak pożar, wybuch, awaria techniczna lub inne zdarzenie wymagające ewakuacji. Zapewnienie bezpiecznej i skutecznej ewakuacji osób, w tym osób z czasowym lub trwałym ograniczeniem mobilności, stanowi wyzwanie w organizacji systemów ewakuacyjnych z budynków.

Problematyka dotyczące ewakuacji osób z niepełnosprawnościami, a szczególnie ewakuacji z użyciem krzeseł ewakuacyjnych, jest stosunkowo nowym obszarem badań. Ten obszar wymaga dalszych analiz w kontekście zarówno technologicznym, jak i organizacyjnym. W Polsce zainteresowanie tym tematem wzrosło po wejściu w życie ustawy o zapewnieniu dostępności osobom ze szczególnymi potrzebami w 2019 roku (Dz.U. 2024 poz. 1411 2024).

W literaturze naukowej brakuje badań dotyczących oczekiwań decydentów oraz organizatorów procesów ewakuacyjnych wobec funkcjonalności krzeseł ewakuacyjnych. Zrozumienie tych oczekiwań może przyczynić się do sformułowania wytycznych badawczych mających na celu poprawę konstrukcji i użytkowania tych urządzeń (Migas et al. 2023).

3.2 Metodyka badań preferencji użytkowników w zakresie krzeseł ewakuacyjnych

3.2.1 Założenia do metodyki badań preferencji

W celu pozyskania rzetelnych i kompleksowych danych dotyczących oczekiwań użytkowników względem krzeseł ewakuacyjnych przeprowadzono wywiady z użytkownikami. Metodologia badań została starannie przygotowana, aby zapewnić rzetelność wyników, co jest kluczowe do dalszych analiz i opracowania wniosków dotyczących projektowania ergonomicznych i funkcjonalnych rozwiązań w zakresie ewakuacji osób ze szczególnymi potrzebami.

Kwestionariusz wywiadu został opracowany w sposób umożliwiający zarówno eksplorację indywidualnych opinii respondentów, jak i uzyskanie danych ilościowych pozwalających na przeprowadzenie analiz statystycznych. Pytania zostały przygotowane w taki sposób, aby ankieta zawierała dwa typy pytań:

- Pytania otwarte – pozwalały respondentom swobodnie wyrażać swoją opinię oraz wskazywać pożądane cechy i funkcjonalności krzeseł ewakuacyjnych, co umożliwiło uzyskanie jakościowych danych o wysokiej wartości poznawczej do badania.
- Pytania zamknięte – ograniczały liczbę możliwych odpowiedzi, co pozwoliło na standaryzację odpowiedzi oraz ich późniejszą analizę statystyczną w szerokim procesie badawczym.

Poprzez zastosowanie obu typów pytań można było w sposób szerszy poznać preferencje użytkowników zarówno indywidualnych, jak i ogólnych trendów oraz powtarzających się schematów w zakresie potrzeb związanych z ewakuacją osób z niepełnosprawnościami.

Kwestionariusz ankiety został opracowany w sposób ekspercki przez interdyscyplinarny zespół, składający się z osób posiadających wieloletnie doświadczenie zarówno w zakresie ewakuacji osób z niepełnosprawnościami, jak i w badaniach naukowych nad ergonomią oraz technologiami wspomagającymi. W skład zespołu wchodzili:

1. Zawodowy strażak – osoba posiadająca teoretyczne i praktyczne doświadczenie w akcjach ewakuacyjnych, w tym w ewakuacji osób z niepełnosprawnościami. Jego wiedza wynika z wielokrotnego uczestnictwa w rzeczywistych sytuacjach zagrożenia, co pozwoliło na identyfikację kluczowych problemów związanych z użytkowaniem sprzętu ewakuacyjnego w systemach ewakuacyjnych (np. (Zając et al. 2020).
2. Producent krzeseł i materacy ewakuacyjnych – osoba posiadająca doświadczenie i unikalną wiedzę na temat rozwiązań do ewakuacji osób ze szczególnymi potrzebami. Jego obecność w badaniu wpłynęła na uzupełnienie wiedzy w kwestii związanych z projektowaniem i wdrażaniem technologii wspomagających ewakuację, co umożliwiło uwzględnienie w ankiecie kwestii technicznych oraz produkcyjnych związanych z rozwojem i implementacją krzeseł ewakuacyjnych na rynku.
3. Badacz ergonomii – osoba ze środowiska naukowego zajmujący się analizą ergonomicznych aspektów użytkowania różnorakiego sprzętu w tym również przez osoby z niepełnosprawnościami oraz osoby starsze, co pozwoliło na uwzględnienie w badaniach kryteriów komfortu i bezpieczeństwa użytkowania.
4. Ekspert w zakresie technologii wspomagających – specjalista zajmujący się projektowaniem oraz oceną efektywności urządzeń asystujących dla osób z niepełnosprawnością.

Interdyscyplinarne podejście do opracowania kwestionariusza pozwoliło na stworzenie narzędzia badawczego o wysokiej jakości metodologicznej, uwzględniającego zarówno perspektywę praktyczną, jak i naukową.

3.2.2 Charakterystyka próby badawczej

Badania zostały przeprowadzone wśród instytucjonalnych decydentów odpowiedzialnych za kwestie związane z dostępnością i ewakuacja osób ze szczególnymi potrzebami w organizacji. W badaniu uczestniczyli przedstawiciele 41 różnych podmiotów, w tym:

- Uniwersytety i szkoły wyższe – placówki edukacyjne, które powinny zapewnić dostępność dla studentów i pracowników z niepełnosprawnościami.
- Szpitale i placówki medyczne – instytucje, w których obecność rozwiązań ewakuacyjnych dla osób ze szczególnymi potrzebami jest istotna ze względu na dużą liczbę pacjentów o ograniczonej mobilności.
- Inne instytucje publiczne – urzędy oraz organizacje publiczne, które również powinny wdrażać politykę dostępności.

W wywiadach wzięli udział głównie koordynatorzy ds. dostępności oraz przedstawiciele osób ze specjalnymi potrzebami, czyli osoby, które na co dzień zajmują się wdrażaniem i nadzorowaniem dostępności w organizacji. Wybór takiej grupy respondentów był uzasadniony faktem, że właśnie te osoby powinny posiadać wiedzę teoretyczną, jak i praktyczne doświadczenie związane z użytkowaniem oraz zakupem sprzętu ewakuacyjnego do systemu ewakuacyjnego przyjętego w organizacji.

Z uwagi na specyfikę grupy badawczej oraz ograniczenia logistyczne, zbieranie danych odbywało się w formie:

- Rozmów telefonicznych – które umożliwiły uzyskanie odpowiedzi w sposób bezpośredni oraz wyjaśnienie ewentualnych wątpliwości respondentów.
- Wideokonferencji – pozwoliły na bardziej interaktywne zrealizowanie wywiadu, w tym na dodatkowe omówienie aspektów ewakuacji w przedmiotowej instytucji.

Taka forma pozyskania danych umożliwiła uzyskanie wysokojakościowych danych oraz uzupełnienie odpowiedzi respondentów badania co w znaczący sposób wzbogaciło analizę wyników.

Po zakończeniu zbierania danych z przygotowanych ankiet przeprowadzono statystyczną analizę odpowiedzi na zadane pytania zamknięte oraz analizę jakościową odpowiedzi na pytania otwarte. Pozyskane dane zostały pogrupowane według głównych tematów, a następnie poddane dalszej interpretacji w celu identyfikacji kluczowych problemów oraz potrzeb użytkowników krzeseł ewakuacyjnych.

W taki sposób przyjęta metodyka badań pozwoliła na uzyskanie szczegółowych informacji na temat satysfakcji użytkowników w zakresie funkcjonalności, ergonomii oraz bezpieczeństwa krzeseł ewakuacyjnych. Uzyskane wyniki stanowią istotną podstawę

do dalszych analiz jak również projektowania rozwiązań ułatwiających ewakuację osób z niepełnosprawnościami.

3.3 Wyniki badania dotyczącego percepcji użytkowników krzeseł ewakuacyjnych

3.3.1 Identyfikacja kluczowych elementów krzesła ewakuacyjnego

Proces ewakuacji osób ze szczególnymi potrzebami stanowi ważny aspekt wyzwań w przygotowaniu i organizacji procedur ewakuacji w budynkach użyteczności publicznej oraz w obiektach, w których mogą znajdować się takie osoby. W szczególności istotną rolę w systemach ewakuacyjnych odgrywają krzesła ewakuacyjne, które są elementem ergonomicznej jakości i umożliwiają szybkie i bezpieczne przemieszczanie osób z niepełnosprawnościami (OzN) lub innymi szczególnymi potrzebami w sytuacjach zagrożenia.

Szczegółowe podejście do badania umożliwiło uzyskanie wielowymiarowej analizy percepcji użytkowników, uwzględniającej zarówno ich osobiste doświadczenia, jak i subiektywne odczucia związane z użytkowaniem tych krzeseł ewakuacyjnych w systemie ewakuacyjnym w organizacji.

Pytania zawarte w ankiecie dotyczyły szerokiego spektrum zagadnień, w tym:

- Określenia kluczowych elementów konstrukcyjnych krzesła ewakuacyjnego, które są uznawane za najistotniejsze z punktu widzenia użytkownika, w trakcie procesu ewakuacji.
- Identyfikacji obszarów wymagających modyfikacji, w tym możliwości poprawy funkcjonalności krzeseł poprzez wprowadzenie zmian konstrukcyjnych i będzie miało wpływ na ulepszenie procesu ewakuacji.
- Oceny standardów jakości i potrzeby certyfikacji, mająca wpływ na określenie poziomu satysfakcji i zaufania użytkowników do certyfikowanych i standaryzowanych rozwiązań technologicznych.

Wyniki badania pozwoliły na dokonanie szczegółowej analizy opinii użytkowników oraz ich preferencji, co stanowi cenną wskazówkę w procesie doskonalenia konstrukcji i ergonomii krzeseł ewakuacyjnych. Ponadto, uzyskane informacje mogą posłużyć jako podstawa do formułowania przyszłych rekomendacji dotyczących projektowania krzeseł ewakuacyjnych, z uwzględnieniem aspektów bezpieczeństwa, komfortu użytkowania oraz dostosowania do różnych grup osób z niepełnosprawnościami.

Podjęta analiza wpisuje się w nurt badań dotyczących technologii wspomagających ewakuację osób o specjalnych potrzebach, uwzględniając dotychczasowe wyniki badań nad efektywnością urządzeń do transportu po schodach (Hashemi 2018; Hedman 2011; Szulc, Cisek, i Król 2022). Otrzymane wyniki badania pozwoliły na sformułowanie wniosków na temat praktycznych aspektów użytkowania krzeseł ewakuacyjnych, a także na identyfikację potencjalnych ograniczeń utrudniających ich skuteczne zastosowanie w systemie ewakuacyjnym podczas rzeczywistych warunkach zagrożenia.

Jednym z kluczowych aspektów badania było określenie, które elementy konstrukcyjne krzeseł ewakuacyjnych są uznawane przez użytkowników za najważniejsze. Wyniki ankiety przedstawiono na rysunku 5.

Rysunek 5. Rozkład odpowiedzi respondentów na pytanie: „Jaki element krzesła ewakuacyjnego jest najważniejszy?”

Źródło: opracowanie własne

Najczęściej wskazywanym elementem przez użytkowników były płozy ślizgowe, które uzyskały 30% wskazań. Wynik ten potwierdza, że użytkownicy zdają sobie sprawę z kluczowej roli tego elementu w bezpiecznym i sprawnym zjeździe krzesłem ewakuacyjnym po schodach. Drugą najczęściej wybieraną odpowiedzią z wynikiem 24% było całe krzesło jako jeden element, co sugeruje, że część respondentów nie posiada szczegółowej wiedzy na temat budowy krzesła ewakuacyjnego oraz poszczególnych jego elementów. Pas bezpieczeństwa oraz siedzisko uzyskały 19% wskazań, natomiast zagłówek i hamulec odpowiednio 6% i 2%.

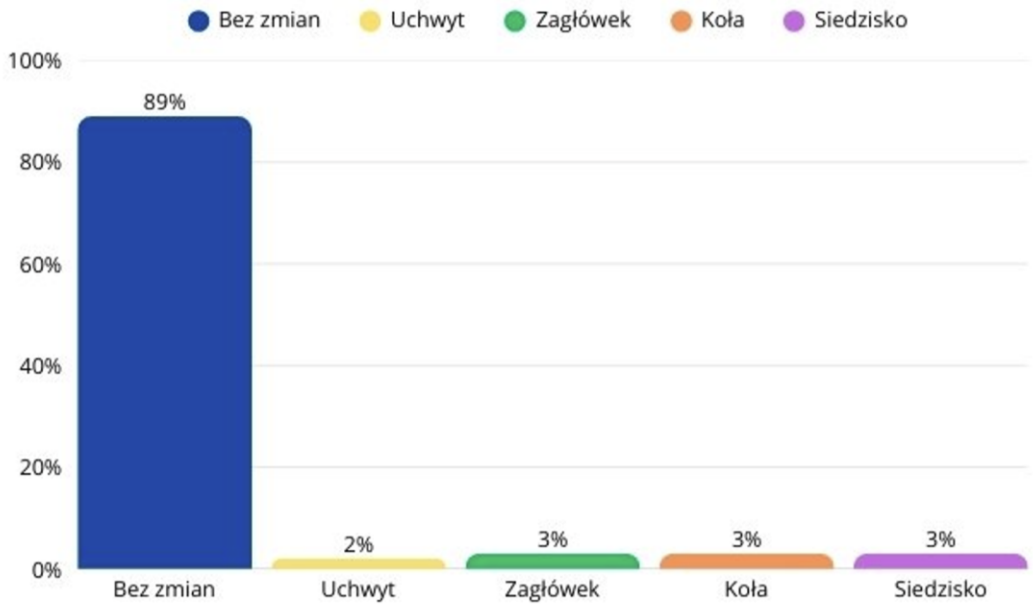
Niska ocena znaczenia hamulca może świadczyć o niewielkim doświadczeniu użytkowników w używaniu krzeseł ewakuacyjnych. Uzyskane wyniki są zbieżne z wcześniejszymi badaniami dotyczącymi percepcji ergonomii i funkcjonalności urządzeń ewakuacyjnych (Hedman, 2011; Hashemi, 2018; Szulc et al., 2022).

3.3.2 Identyfikacja obszarów wymagających zmian

Respondenci badania zostali poproszeni o wskazanie elementów konstrukcji krzesła, które według nich wymagają zmian. Dotyczyło to potencjalnych modyfikacji, zwiększenia, zmniejszenia, dodania lub usunięcia konkretnych elementów. Wyniki przedstawiają rysunki od 6 do10.

Rysunek 6. Rozkład odpowiedzi respondentów na pytanie: „Co należy zmienić w konstrukcji krzesła ewakuacyjnego?”

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 7. Rozkład odpowiedzi respondentów na pytanie: „Co należy zwiększyć w konstrukcji krzesła ewakuacyjnego?”

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 8. Rozkład odpowiedzi respondentów na pytanie: „Co należy zmniejszyć w konstrukcji krzesła ewakuacyjnego?”

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 9. Rozkład odpowiedzi respondentów na pytanie: „Co należy dodać do konstrukcji krzesła ewakuacyjnego?”

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 10. Rozkład odpowiedzi respondentów na pytanie: „Co należy usunąć z konstrukcji krzesła ewakuacyjnego?”

Źródło: opracowanie własne

Większość respondentów badania (69–97%) uznała, że nie ma potrzeby wprowadzania żadnych zmian w konstrukcji krzeseł ewakuacyjnych. Może to sugerować, że użytkownicy uważają, że krzesła ewakuacyjne użyte w badaniu są dopracowane i nie wymagają zmian. Jednak, biorąc pod uwagę ich złożoność, wydaje się mało prawdopodobne, aby produkt był całkowicie doskonały. Wpływ na postrzeganą jakość mogą mieć m.in.:

- Zróżnicowane potrzeby użytkowników – różne stopnie niepełnosprawności mogą wymagać odmiennych rozwiązań konstrukcyjnych,
- Indywidualne preferencje i wymiary użytkowników – komfort i bezpieczeństwo mogą zależeć od cech fizycznych osób ewakuowanych oraz osób przeprowadzających ewakuację,
- Możliwości operatorów krzesła ewakuacyjnego – i wynikająca z nich sprawność ewakuacji może zależeć od ich kondycji i doświadczenia jak również cech morfologicznych.

Wysoki odsetek odpowiedzi sugerujących brak konieczności zmian może wynikać z braku wiedzy technicznej użytkowników lub małego doświadczenia w korzystaniu z tych urządzeń. Respondenci mogą nie być w pełni świadomi wpływu poszczególnych elementów konstrukcyjnych na funkcjonalność krzesła ewakuacyjnego w systemie ewakuacyjnym.

Możliwe jest również, że respondenci przyjęli założenie, iż producent jako podmiot posiadający doświadczenie w projektowaniu i produkcji krzeseł już zoptymalizował konstrukcję pod kątem ergonomii i bezpieczeństwa.

Wyniki wywiadów z użytkownikami ujawniły tendencję respondentów do formułowania wzajemnie sprzecznych wymagań wobec krzesła ewakuacyjnego. Wskazuje to na brak spójnych kryteriów oceny funkcjonalności krzesła ewakuacyjnego w systemie ewakuacyjnym.

3.4 Podsumowanie i wnioski z analizy wiedzy decydentów na temat krzeseł ewakuacyjnych

Krzesło ewakuacyjne jako jeden z elementów ergonomicznej jakości będące na wyposażeniu budynku stanowi ważny element systemu ewakuacji, umożliwiający bezpieczną i efektywną ewakuację osób ze szczególnymi potrzebami z budynków w sytuacji zagrożenia. Jako istotna część procesu ewakuacji w organizacji, krzesło ewakuacyjne powinno zapewniać uwzględniać aspekty ergonomii, w tym obejmując komfort użytkownika, dostępność krzesła, łatwość jego obsługi oraz redukcję niekorzystnego wpływu na obciążenia psychofizyczne operatorów, a także powinno być objęte odpowiednim szkoleniem personelu. Skuteczność całego systemu ewakuacji pozostaje więc w ścisłej korelacji z jakością ergonomiczną krzesła ewakuacyjnego, jego dopasowaniem do warunków infrastrukturalnych, a także przygotowania użytkowników do ich obsługi.

W przeprowadzonym badaniu skupiono się na analizie wiedzy oraz pozyskaniu opinii przedstawicieli różnych grup decyzyjnych (zarządcy, administratorzy budynków, specjaliści ds. BHP) odpowiedzialnych za wybór i wdrażanie krzeseł ewakuacyjnych w budynkach. Celem było określenie ich oczekiwań względem funkcjonalności urządzenia oraz wskazanie potencjalnych kierunków zmian odnoszących się do ulepszenia krzesła ewakuacyjnego, które mogłyby zwiększyć ergonomię i efektywność działania. W ramach przyjętej metodologii badawczej zastosowano podejście zorientowane na użytkownika (ang. *User-Centered Design*) oraz elementy projektowania partycypacyjnego (ang. *Participatory Design*), zakładającego aktywne włączenie użytkowników końcowych w proces projektowania produktu.

Na podstawie analizy uzyskanych wyników sformułowano następujące wnioski:

1. Znacząca przewaga odpowiedzi typu „nie ma potrzeby zmian” w konstrukcji krzesła ewakuacyjnego sugeruje, że osoby badane wykazują raczej powierzchowną wiedzę zakresie ewakuacji osób ze szczególnymi potrzebami. Brak doświadczenia użytkowego prowadzi do stosowania tego rodzaju odpowiedzi zachowawczych. Respondenci nie byli w stanie precyzyjnie zidentyfikować swoich oczekiwań wobec krzesła

ewakuacyjnego, co wskazuje na konieczność pogłębionych szkoleń teoretycznych i ćwiczeń praktycznych w tym zakresie.

W analizie odpowiedzi wyróżniono trzy kluczowe elementy, które powinny zostać bezwzględnie uwzględnione w instruktażu i szkoleniu z obsługi krzeseł ewakuacyjnych w celu poprawy procesu szkoleniowego:

- Praktyczne ćwiczenia użycia hamulca wraz z demonstracją scenariuszy, w których prezentacja jego działania znacząco poprawia bezpieczeństwo użytkownika.
- Prezentacja funkcji pasa stabilizującego głowę osoby ewakuowanej.
- Wskazanie zasadności zastosowania dodatkowego pasa służącego do unieruchomienia kończyn dolnych.

2. Maksymalizacja wymagań wobec krzesła ewakuacyjnego obserwowana w wypowiedziach respondentów badania wskazywać może na zjawisko myślenia życzeniowego, niepopartego żadnym systemem walidacji kryteriów. Uczestnicy badania formułowali często sprzeczne oczekiwania, co stanowi kolejną przesłankę sugerującą konieczność ich uprzedniego zaznajomienia się z realnymi zasadami działania oraz ograniczeniami krzesła ewakuacyjnego.
3. Brak konkretnych wskazań dotyczących potrzebnych zmian oraz wyposażenia w akcesoria może sugerować konieczność przeprowadzenia szczegółowej analizy modeli decyzyjnych osób odpowiedzialnych za zakup sprzętu ewakuacyjnego. Warto się zastanowić, w jakim stopniu podejmowane decyzje zakupowe są oparte na rzeczywistym rozpoznaniu potrzeb użytkowników końcowych, a w jakim na ogólnych założeniach formalnych lub estetycznych.
4. Istotne jest rozpoznanie potrzeb trzech kluczowych grup użytkowników – osób ewakuowanych, operatorów krzeseł (osób przeprowadzających ewakuację) oraz decydentów – a następnie zbadanie potencjalnych sprzeczności (antynomii) pomiędzy ich wymaganiami. Na przykład: potrzeba zapewnienia łatwego dostępu do krzesła ewakuacyjnego może pozostawać w konflikcie z koniecznością zabezpieczenia urządzenia przed niewłaściwym użyciem lub potrzeba widoczności urządzenia w sytuacjach kryzysowych może kolidować z wymaganiami estetycznymi przestrzeni architektonicznej. Takie napięcia projektowe wymagają świadomego zarządzania już na etapie projektowania.

Podsumowując, przeprowadzone badanie wykazało istotne braki w praktycznej wiedzy użytkowników końcowych oraz decydentów w zakresie użytkowania krzeseł ewakuacyjnych.

Jednocześnie ujawniło obszary wymagające dalszych prac rozwojowych i badawczych, które powinny koncentrować się na użytkownikach, którzy są użytkownikami krzeseł ewakuacyjnych w procesie ewakuacji, usystematyzowaniu i poprawie jakości szkoleń oraz eliminacji sprzeczności pomiędzy wymaganiami funkcjonalnymi a warunkami użytkowania. Wnioski te stanowią istotny wkład w rozwój wiedzy z zakresu ergonomii, bezpieczeństwa oraz projektowania zorientowanego na użytkownika w obszarze systemów ewakuacyjnych.

W oparciu o przeprowadzoną analizę sformułowano również postulaty badawcze, które mogą stanowić podstawę dla dalszych badań naukowych i praktycznych w zakresie optymalizacji systemów ewakuacyjnych:

1. Poziom przeszkolenia użytkowników jako kluczowy czynnik wpływający na skuteczność ewakuacji. Należy położyć nacisk na praktyczne przygotowanie osób odpowiedzialnych za planowanie i przeprowadzanie ewakuacji.
2. Badania uzupełniające powinny obejmować ocenę działania poszczególnych komponentów krzesła ewakuacyjnego bezpośrednio po jego użyciu. Taka analiza dostarczy cennych informacji na temat realnego wpływu konkretnych rozwiązań konstrukcyjnych na efektywność oraz bezpieczeństwo ewakuacji w warunkach zbliżonych do rzeczywistych.

4 Metoda doboru sprzętu ewakuacyjnego w zależności od specyficznych uwarunkowań infrastrukturalnych

4.1 Uzasadnienie celu badań

Planowanie i optymalizacja procedur ewakuacyjnych w budynkach użyteczności publicznej musi uwzględniać potrzeby szerokiego grona użytkowników, w tym przede wszystkim osób ze szczególnymi potrzebami, czyli osób z trwałymi lub czasowymi ograniczeniami w zakresie mobilności. Z punktu widzenia bezpieczeństwa, to właśnie te osoby są najbardziej narażone na zagrożenie utraty zdrowia lub życia w chwili zagrożenia, ponieważ mogą mieć problem z opuszczeniem strefy zagrożonej w budynku. Taka sytuacja szczególnie ma znaczenie gdy odbywa się ona w warunkach ograniczonego dostępu do urządzeń transportowych, takich jak windy lub gdy konieczne jest pokonanie barier architektonicznych – przede wszystkim schodów (Migas, Sydor, i Butlewski 2024).

Proces ewakuacji, który obejmuje koordynacje łańcucha poszczególnych działań rozpoczyna się bezpośrednio po ogłoszeniu alarmu i przebiega w warunkach wzmożonego stresu oraz ograniczonego czasu, co dodatkowo komplikuje działania ratownicze. W związku z tym, sprzęt wspomagający ewakuację osób ze szczególnymi potrzebami musi być nie tylko funkcjonalny i bezpieczny, lecz przede wszystkim ergonomicznie dostosowany do użytkownika oraz kompatybilny z otaczającą infrastrukturą architektoniczną budynku.

Wymaganie ergonomiczności w odniesieniu do sprzętu ewakuacyjnego ma charakter wielokryterialny i wieloaspektowy – wynika z konieczności uwzględnienia wzajemnych relacji pomiędzy trzema głównymi czynnikami:

- cechami osoby ewakuowanej,
- fizycznymi możliwościami operatora sprzętu ewakuacyjnego (ewakuującego) oraz
- właściwościami techniczno-funkcjonalnymi urządzenia i środowiska,

w którym jest ono wykorzystywane. Szczególnie istotnym aspektem jest różnorodność uwarunkowań przestrzennych wewnątrz budynków: szerokość i nachylenie biegów klatki schodowej, wielkość spoczników, obecność barier architektonicznych czy ograniczenia konstrukcyjne wynikające z historycznego charakteru obiektu (np. w budynkach zabytkowych).

Uzasadnieniem dla podjęcia niniejszych badań jest zatem konieczność systemowego podejścia do kwestii doboru sprzętu wspomagającego ewakuację w celu poprawy i usystematyzowania procesu – tak, aby rozwiązania techniczne były optymalnie dopasowane do specyfiki danego obiektu. W ramach pracy dokonano identyfikacji i klasyfikacji ogólnych

uwarunkowań środowiskowych występujących w budynkach oraz zaproponowano wytyczne doboru urządzeń ewakuacyjnych uwzględniające analizę parametrów infrastrukturalnych.

Obowiązujące regulacje prawne zarówno na poziomie Unii Europejskiej, jak i w ustawodawstwie krajowym, wskazują jednoznacznie na konieczność zapewnienia dostępności do budynków osobom z niepełnosprawnościami. Artykuł 4 ust. 4 dyrektywy 2019/882 Parlamentu Europejskiego i Rady (tzw. Europejski Akt o Dostępności) stanowi, iż państwa członkowskie mogą wprowadzić wymogi w zakresie dostępności środowiska zbudowanego, tak aby maksymalizować możliwość jego wykorzystania przez osoby z ograniczeniami funkcjonalnymi (Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/882 z dnia 17 kwietnia 2019 r. w sprawie wymogów dostępności produktów i usług 2019).

W Polsce wymóg ten znajduje odzwierciedlenie m.in. w:

- art. 4 ust. 1 Ustawy z 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. 2025 poz. 188 1991),
- art. 6 ust. 1 Ustawy z 19 lipca 2019 r. o zapewnieniu dostępności osobom ze szczególnymi potrzebami (Dz.U. 2024 poz. 1411 2024),
- § 15 ust. 1 Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (MSWiA 2023).

Z uwagi na zakaz korzystania z wind podczas ewakuacji w sytuacjach zagrożenia życia, stosowanie rozwiązań wspomagających ewakuację po schodach staje się koniecznością. Możliwości te obejmują:

1. Ewakuację poziomą – przemieszczanie osoby do innej strefy pożarowej na tej samej kondygnacji, co jednak możliwe jest wyłącznie w specyficznych przypadkach i nie stanowi rozwiązania uniwersalnego.
2. Zastosowanie wind ewakuacyjnych lub dźwigów dla ekip ratowniczych – rozwiązania jest wysoce kosztowne i ograniczone do wybranych typów obiektów.
3. Wyposażenie klatek schodowych w sprzęt do ewakuacji OzN – najbardziej uniwersalne rozwiązanie, obejmujące:
    - Nosze ewakuacyjne i siedziska transportowe – wymagające od 3 do 4 ratowników,
    - Materace ewakuacyjne – wymagające 2 operatorów (lub 1 operatora w skrajnych przypadkach),
    - Krzesła ewakuacyjne – możliwe do użycia przez 1 lub 2 ratowników, w tym modele z napędem umożliwiające ewakuację zarówno w dół, jak i w górę.

Wszystkie rozwiązania wymienione powyżej muszą być dostosowane do uwarunkowań środowiskowych budynku, w którym się znajdują.

W trakcie przedmiotowej analizy sformułowano pomocnicze pytania badawcze:

1 Jakie cechy infrastrukturalne budynków mają kluczowe znaczenie przy doborze urządzeń ewakuacyjnych dla osób z niepełnosprawnością?
2 Czy istnieje możliwość jednoznacznej klasyfikacji pionowych dróg ewakuacyjnych pod kątem trudności ewakuacji osób z niepełnosprawnością?
3 Jaką rolę odgrywa jakość ergonomiczna oraz dostosowanie sprzętu do użytkowników i operatorów w procesie ewakuacji?

Celem niniejszego badania było określenie znaczenia środowiskowych uwarunkowań infrastrukturalnych dla racjonalnego doboru urządzeń wspomagających ewakuację osób ze szczególnymi potrzebami w procesie ewakuacji. Efektem końcowym badania było opracowanie zestawu zaleceń dotyczących doboru sprzętu w zależności od klasyfikacji.

Wytyczne te zostały opracowane na podstawie doświadczeń badawczych i wdrożeniowych związanych z implementacja rozwiązań ewakuacyjnych na rynku krajowym.

4.2 Metodyka badania dotyczącego infrastrukturalnych uwarunkowań doboru sprzętu ewakuacyjnego w obiektach użyteczności publicznej

Metodyka badawcza przyjęta w niniejszym etapie pracy miała na celu identyfikację i analizę infrastrukturalnych uwarunkowań wpływających na możliwość zastosowania mobilnych urządzeń do ewakuacji osób z niepełnosprawnościami, ewakuowanych korytarzem oraz po schodach. W ramach badań skoncentrowano się na analizie przepisów techniczno-budowlanych, norm inżynierskich oraz danych empirycznych z dokumentacji technicznej urządzeń i wytycznych producentów.

W szczególności podjęto próbę systematyzacji warunków infrastrukturalnych występujących w obiektach użyteczności publicznej oraz przyporządkowania im zalecanych typów urządzeń ewakuacyjnych na podstawie ich funkcjonalności i kompatybilności z danym środowiskiem infrastrukturalnym.

Struktura metodyki badawczej

Badania prowadzono w trzech równoległych obszarach:

- Analiza przepisów i norm budowlanych – uwzględniająca w szczególności: minimalne szerokości drzwi i schodów, maksymalne wysokości stopni, wielkość spoczników, dopuszczalną liczbę stopni w biegu, wymagania dla budynków zabytkowych oraz ograniczenia architektoniczne;

- Przegląd techniczny urządzeń ewakuacyjnych – w ramach którego dokonano kategoryzacji urządzeń oraz analizy ich wymagań przestrzennych i funkcjonalnych (np. potrzeby udziału operatorów, łatwość użycia, potrzeby przestrzenne w obszarze drzwi i spoczników);
- Klasyfikacja schodów jako pionowych dróg ewakuacyjnych – w oparciu o obserwacje terenowe i analizę danych architektonicznych wybranych obiektów.

Dane jakościowe zostały ustandaryzowane w formie tabelarycznej oraz zilustrowane graficznie (rysunki, schematy, fotografie urządzeń i układów komunikacyjnych), a następnie poddane analizie komparatywnej.

Charakterystyka analizowanych urządzeń ewakuacyjnych

W ramach metodyki badania przeanalizowano właściwości techniczne trzech grup urządzeń:

- Maty ratownicze, siedziska transportowe – lekkie i kompaktowe, wymagają obsługi przez 3–4 operatorów; umożliwiają transport osoby w pozycji leżącej lub siedzącej po bardzo stromych schodach, często wąskich (Rysunki 11 i 12).
- Materace ewakuacyjne – przeznaczone do ewakuacji w pozycji leżącej, zapewniają dobrą ochronę ciała, wymagają obsługi przez dwóch operatorów (w skrajnych sytuacjach może być jednego operator) i odpowiednio szerokich spoczników (Rysunek 13).
- Krzesła ewakuacyjne – umożliwiają transport osoby w pozycji siedzącej, w dół lub w górę schodów (w wersjach z napędem elektrycznym oraz możliwością przenoszenia). Obsługa krzesła ewakuacyjnego odbywa się przez 1 operatora lub 2 operatorów, przy czym drugi operator pełni funkcje asekuracyjną (Rysunki 14 i 15).

Rysunek 11. Mata do ewakuacji (po prawej: w trakcie użycia)

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 12. Siedzisko transportowe (po prawej: w trakcie użycia)

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 13. Materac do ewakuacji (po prawej: w trakcie użycia)

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 14. Krzesło ewakuacyjne ze składanymi tylnymi kołami (po prawej: w trakcie użycia)

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 15. Krzesło ewakuacyjne na czterech stałych kołach (po prawej: w trakcie użycia)

Źródło: opracowanie własne

W badaniu dokonano porównania urządzeń pod względem:

- wymagań przestrzennych (szerokość biegu, spocznik, drzwi),
- liczby potrzebnych operatorów,
- wagi i gabarytów sprzętu,
- rodzaju transportu (leżący/siedzący),
- ergonomii i bezpieczeństwa użytkowania.

Przegląd przepisów i norm techniczno-budowlanych

Dla potrzeb badania dokonano analizy aktów prawnych i norm, w tym m.in.:

- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (2022), w którym wskazano:
    - minimalną szerokość drzwi ewakuacyjnych (0,8–0,9 m lub 1,2 m),
    - minimalną szerokość biegów schodowych (1,2–1,5 m),
    - maksymalną liczbę stopni (14–17),
    - wymóg braku podcięć w stopniach w obiektach dostępnych publicznie.
- PN-EN 179:(2009) dotyczącej wymagań dla drzwi z samozamykaczami – element ten uznano za istotny ze względu na częste utrudnienia w przemieszczaniu osób z użyciem urządzeń ewakuacyjnych przez drzwi wyposażone w samozamykacze.

Zestawienie przepisów i wymagań technicznych zostało skonfrontowane z fizycznymi wymaganiami analizowanych urządzeń, co umożliwiło opracowanie tabeli zaleceń, przedstawionej w dalszej części rozprawy.

4.3 Wyniki badania infrastrukturalnych uwarunkowań doboru sprzętu ewakuacyjnego

Wyniki badania przeprowadzonego w ramach analizy infrastrukturalnych uwarunkowań ewakuacji osób ze szczególnymi potrzebami jednoznacznie wskazują, że skuteczność oraz realna możliwość zastosowania urządzeń wspomagających ewakuację jest bezpośrednio uzależniona od charakterystyki geometrii przestrzeni, w której te urządzenia mają być użytkowane. Zidentyfikowano znaczące zróżnicowanie warunków architektonicznych, które mogą występować w budynkach użyteczności publicznej, przemysłowych oraz zabytkowych. Zróżnicowanie to poddaje pod zastanowienie podejście uniwersalne do doboru sprzętu i uzasadnia konieczność opracowania usystematyzowanych i funkcjonalnych kryteriów klasyfikacyjnych.

W odpowiedzi na tę potrzebę sformułowano i zastosowano autorski model klasyfikacji pionowych dróg ewakuacyjnych, który w sposób syntetyczny porządkuje warunki architektoniczne z punktu widzenia ich przydatności do ewakuacji osób ze szczególnymi potrzebami. Model ten pełni rolę narzędzia referencyjnego, które umożliwia racjonalny i świadomy dobór sprzętu ewakuacyjnego.

4.3.1 Wyniki identyfikacji warunków przestrzennych dróg ewakuacyjnych

W ramach analizy dokonano przeglądu typów schodów i klatek schodowych występujących w wybranych grupach budynków oraz oceniono ich przydatność jako dróg ewakuacyjnych dla osób z niepełnosprawnościami. Uwzględniono takie parametry jak:

- szerokość biegu schodów i spocznika,
- kąt nachylenia schodów,
- liczba stopni w biegu schodów,
- geometria i forma stopni (np. zabiegowe, wachlarzowe),
- dostępność i rozmieszczenie drzwi,
- możliwość manewrowania sprzętem ewakuacyjnym.

Zidentyfikowano typowe ograniczenia infrastrukturalne, takie jak wąskie przejścia, ograniczone przestrzenie manewrowe na spocznikach, obecność progów i samozamykaczy, które znacząco utrudniają, a w niektórych przypadkach uniemożliwiają zastosowanie standardowych urządzeń do ewakuacji.

4.3.2 Autorski model klasyfikacji pionowych dróg ewakuacyjnych

Najważniejszym rezultatem badania jest opracowanie i wdrożenie autorskiego modelu klasyfikacyjnego, który dzieli schody na trzy kategorie tj. Grupa I – Schody standardowe, Grupa II – Schody niestandardowe/techniczne, Grupa III – Schody w obiektach zabytkowych bazując na poziomie trudności ewakuacji z punktu widzenia użytkowania urządzeń do ewakuacji osób z niepełnosprawnością:

- Grupa I – Schody standardowe: spełniające minimalne wymagania prawne pod względem szerokości biegów (≥1,2 m), wymiarów spoczników (≥1,5 m) oraz liczby (do 14 stopni - w budynku opieki zdrowotnej oraz do 17 stopni – w innych budynkach) i geometrii stopni. Przykłady typowe dla budynków biurowych, hoteli, szkół, uczelni. Schody w tej grupie zapewniają możliwość wykorzystania szerokiego zakresu sprzętu ewakuacyjnego – zarówno krzeseł, jak i materacy ewakuacyjnych (Rysunek 16).

Rysunek 16. Przykład schodów standardowych (Grupa I)

Źródło: opracowanie własne

- Grupa II – Schody niestandardowe/techniczne: o znacznym nachyleniu (do 70°), często wąskie (<1,0 m), stosowane w budynkach przemysłowych i technicznych. Przykłady obejmują dostęp do instalacji, urządzeń technicznych oraz stref konserwacyjnych obiektu. Możliwość zastosowania krzeseł ewakuacyjnych w tej grupie jest znacznie ograniczona lub wręcz niemożliwa. Preferowane są maty ewakuacyjne oraz – warunkowo – materace (Rysunek 17).

Rysunek 17. Przykład schodów przemysłowych i niestandardowych (Grupa II)

Źródło: opracowanie własne

- Grupa III – Schody w obiektach zabytkowych: często nieregularne, zabiegowe, o zmiennej szerokości biegów, niskiej wysokości stopni. Przykłady występują w muzeach, obiektach sakralnych, zamkach. Niemożność ich przebudowy ze względu na ochronę konserwatorską powoduje, że dobór sprzętu musi być szczególnie staranny. Zastosowanie znajdują tu przede wszystkim poszczególne modele krzeseł ewakuacyjnych oraz materace ewakuacyjne, które sprawdzają się w klatach schodowych o nieregularnych wymiarach (Rysunek 18).

Rysunek 18. Przykład schodów w obiektach zabytkowych (Grupa III)

Źródło: opracowanie własne

4.3.3 Zastosowanie modelu do opracowania zaleceń sprzętowych

Na podstawie powyższej klasyfikacji opracowano tabelaryczne zestawienie (Tabela 3) zaleceń doboru sprzętu, które pozwala dopasować urządzenia do uwarunkowań danej grupy schodów.

Tabela 3. Dobór urządzeń ewakuacyjnych w zależności od rodzaju schodów

Rodzaj schodów	Charakterystyka techniczna	Zalecane urządzenia ewakuacyjne
Grupa I schody standardowe	Regularne, szerokie, zgodne z przepisami, o niewielkim kącie nachylenia (30-40°), ze spocznikami	Krzesła ewakuacyjne, materace ewakuacyjne
Grupa II schody niestandardowe w budynkach przemysłowych	Wąskie, strome (ponad 40°, do 70°), schody techniczne, pomocnicze, często bez spoczników	Maty ratownicze (siedziska transportowe), materace ewakuacyjne (jeśli pozwala przestrzeń)
Grupa III schody w budynkach zabytkowych	Schody nieregularne, zabiegowe lub wachlarzowe, bez możliwości przebudowy, ograniczona szerokość	Krzesła ewakuacyjne (poszczególne modele), materace ewakuacyjne

Źródło: opracowanie własne

Zestawienie to stanowi standaryzację modelu klasyfikacyjnego w systemach zarządzania ewakuacją i może zostać wykorzystane zarówno w praktyce inżynierskiej w celu doskonalenia procesu projektowania (np. przez projektantów, rzeczoznawców ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych, specjalistów ochrony przeciwpożarowej), jak i w działaniach decyzyjnych w celu doskonalenia procesu decyzyjnego (np. przez zarządców nieruchomości, koordynatorów i pełnomocników osób z niepełnosprawnością). Do obecnego momentu nie został opracowany taki model w znaczonym stopniu umożliwiający wstępne dopasowanie sprzętu ewakuacyjnego do obiektu, w którym ma być zaaplikowany. Szczególnie w branży bezpieczeństwa pożarowego może znaleźć zastosowanie niniejszy model, ponieważ na obecną chwilę nie powstało takie narzędzie, które stanowi kluczowy wkład naukowy w metodę zarządzania ewakuacją.

4.4 Wnioski z analizy wpływu uwarunkowań infrastrukturalnych na dobór sprzętu ewakuacyjnego

Przeprowadzone badanie pozwoliło uzyskać odpowiedzi na postawione w początkowej fazie analizy pomocnicze pytania badawcze:

1 Jakie cechy infrastrukturalne budynków mają kluczowe znaczenie dla doboru urządzeń ewakuacyjnych dla osób o ograniczonej mobilności?

Kluczowe cechy infrastrukturalne to m.in. szerokość i kąt nachylenia schodów, obecność i wymiary spoczników, szerokość drzwi, obecność progów i samozamykaczy. Te parametry determinują nie tylko możliwość fizycznego użycia sprzętu ewakuacyjnego, ale także bezpieczeństwo i komfort jego użytkowania.

2 Czy istnieje możliwość jednoznacznej klasyfikacji pionowych dróg ewakuacyjnych pod kątem trudności ewakuacji osób ze szczególnymi potrzebami?

Tak – opracowany w pracy autorski model klasyfikacji pionowych dróg ewakuacyjnych uwzględnia trzy grupy schodów: standardowe, niestandardowe w budynkach przemysłowych oraz zabytkowe. Każda z grup charakteryzuje się specyficznymi cechami wpływającymi na poziom trudności ewakuacji.

3 Jaką rolę odgrywa ergonomia i dostosowanie sprzętu do użytkowników i operatorów w procesie ewakuacji?

Ergonomia wpływa zarówno na bezpieczeństwo osoby ewakuowanej, jak i na poziom wysiłku operatora. Ważne są takie cechy jak stabilność, łatwość manewrowania, dostępność uchwytów, systemy zabezpieczeń i intuicyjna obsługa. Sprzęt niedostosowany ergonomicznie zwiększa ryzyko urazów i opóźnień.

Złożoność zagadnień związanych z doborem urządzeń wspomagających ewakuację osób ze szczególnymi potrzebami ruchowymi ujawnia się szczególnie wyraźnie w kontekście infrastruktury budynków. Przeprowadzona analiza dowiodła, że skuteczność systemu ewakuacyjnego nie jest determinowana wyłącznie przez właściwości techniczne sprzętu ewakuacyjnego, lecz w decydującym stopniu przez jego kompatybilność z otoczeniem architektonicznym oraz koincydencją z użytkownikiem. Oznacza to, że skuteczna ewakuacja zależy od możliwości adaptacyjnych urządzenia do warunków przestrzennych danego obiektu – w szczególności takich jak geometria i wymiary klatek schodowych, dostępność i szerokość drzwi, obecność progów, układ spoczników oraz ogólna ergonomia komunikacyjna budynku.

Zebrane dane oraz przeprowadzona klasyfikacja schodów stanowiły punkt wyjścia do sformułowania założeń metodologicznych, które umożliwiły wyodrębnienie podstawowych typów pionowych dróg ewakuacyjnych oraz przypisanie im najbardziej adekwatnych rozwiązań do poprawy procesu ewakuacji. Opracowany w ramach pracy autorski model klasyfikacji pionowych dróg ewakuacyjnych pełni tu rolę narzędzia systemowego, które w sposób czytelny systematyzuje przestrzeń decyzyjną w zakresie doboru sprzętu. Model ten, poprzez podział schodów na trzy kategorie (standardowe, niestandardowe w budynkach przemysłowych i zabytkowe), umożliwia szybką ocenę przydatności określonych urządzeń oraz wskazuje potencjalne ograniczenia w ich zastosowaniu.

Podkreślić należy, że wartość naukowa zaproponowanego modelu klasyfikacyjnego nie ogranicza się jedynie do funkcji porządkującej. Wprowadza on bowiem nową jakość w podejściu do planowania ewakuacji – jako procesu zintegrowanego, w którym analizie podlegają nie tylko urządzenia transportowe, ale i kontekst ich użytkowania. Takie podejście

jest zgodne z postulatami współczesnej ergonomii stosowanej i inżynierii bezpieczeństwa, które podkreślają konieczność oceny wzajemnych relacji między człowiekiem, technologią i środowiskiem użytkowania.

Z perspektywy aplikacyjnej, autorski model klasyfikacji może być wykorzystany jako model wspierający procesy decyzyjne na wielu poziomach zarządzania bezpieczeństwem budynków:

- w fazie projektowej, przy wyborze sprzętu ewakuacyjnego do nowo budowanych i remontowanych obiektów,
- w fazie audytu technicznego, przy ocenie stanu dostosowania istniejącej infrastruktury do potrzeb osób z niepełnosprawnościami,
- w fazie operacyjnej, przy opracowywaniu scenariuszy ewakuacyjnych, procedur bezpieczeństwa i instrukcji przeciwpożarowych.

Wyniki analizy dowodzą również, że obowiązujące przepisy techniczno-budowlane, choć zawierają szczegółowe wytyczne dotyczące wymiarów i konstrukcji schodów, nie uwzględniają w sposób kompleksowy i praktyczny problematyki ewakuacji osób ze szczególnymi potrzebami z wykorzystaniem mobilnych urządzeń ewakuacyjnych. W szczególności nie definiują one jednoznacznych zaleceń dotyczących dopasowania parametrów przestrzennych do wymagań operacyjnych sprzętu ewakuacyjnego. Brakuje również wytycznych odnoszących się do sytuacji nietypowych, takich jak ewakuacja z obiektów zabytkowych czy obiektów o ograniczonym dostępie infrastrukturalnym, gdzie przebudowa nie jest możliwa lub byłaby nieproporcjonalnie kosztowna.

Wnioskiem pośrednim płynącym z analizy jest zatem potrzeba rozwoju standardów projektowych i regulacyjnych, które uwzględniałyby specyfikę ewakuacji osób o ograniczonej mobilności w pełnym zakresie zmiennych środowiskowych.

Końcowym efektem przeprowadzonej analizy jest nie tylko identyfikacja zależności między typem schodów a rodzajem sprzętu ewakuacyjnego, ale również stworzenie podstaw do wypracowania spójnej metodologii oceny przydatności urządzeń ewakuacyjnych w zależności od specyficznych warunków infrastrukturalnych. Takie podejście umożliwia racjonalne zarządzanie zasobami, podniesienie poziomu bezpieczeństwa użytkowników budynków oraz zwiększenie efektywności działań ratowniczych w sytuacjach rzeczywistego zagrożenia w systemach ewakuacyjnych.

5 Ocena jakości ergonomicznej krzeseł ewakuacyjnych z wykorzystaniem technologii Motion Capture (MO-CAP)

5.1 Uzasadnienie celu badań jakości ergonomicznej krzeseł ewakuacyjnych

Dotychczasowe badania w zakresie ergonomii krzeseł ewakuacyjnych koncentrowały się głównie na ocenie efektywności ewakuacji tych urządzeń, takich jak czas ewakuacji budynku, prędkość urządzeń podczas przemieszczania się po schodach, liczba wymaganych operatorów czy np. średnie tętno osób ewakuowanych jako miara stresu podczas ewakuacji. Zdecydowanie rzadziej analizowano rzeczywiste obciążenie operatora i wpływ konstrukcji krzesła na biomechanikę jego pracy w systemach ewakuacyjnych. Tymczasem to właśnie ergonomia użytkowania ma bezpośrednie przełożenie na efektywność ewakuacji, zmęczenie fizyczne operatora urządzenia ewakuacyjnego oraz poziom ryzyka wystąpienia urazów przeciążeniowych u ratowników lub wskutek upadków u osób ewakuowanych. Urządzenia ewakuacyjne można podzielić na urządzenia do noszenia (np., nosze, noszaki, krzesła), urządzenia do przesuwania (materace ewakuacyjne) oraz krzesła ewakuacyjne, czyli urządzenia z kołowym i pasowym układem do przemieszczania się. Podstawowym i najczęściej stosowanym rodzajem krzeseł są krzesła ewakuacyjne napędzane siłą ludzkich mięśni (bez silnika). Krzesła ewakuacyjne napędzane siłą ludzkich mięśni, obsługiwane przez jedną lub dwie osoby (przy czym druga osoba służy zazwyczaj do asekuracji w trakcie zjazdu po schodach) są przeznaczone do transportu ewakuowanych zarówno po schodach w dół (oraz w górę jeżeli mają możliwość przenoszenia), jak i po płaskich powierzchniach. Biorąc pod uwagę konstrukcję, można je podzielić na czterokołowe, z czterema stałymi kołami oraz krzesła dwukołowe, ze składanymi dwoma tylnymi kołami. Te dwa typy krzeseł różnią się sposobem przechodzenia z trybu jazdy po płaskiej powierzchni do trybu jazdy po schodach.

Celem niniejszego badania było opracowanie metody oceny ergonomii krzeseł ewakuacyjnych w warunkach zbliżonych do rzeczywistych dla funkcjonowania systemów ewakuacyjnych. Punktem wyjścia było pytanie badawcze: Które z dwóch typów krzeseł ewakuacyjnych – wyposażony w cztery stałe koła czy w dwa składane koła – charakteryzuje się większą ergonomią z perspektywy operatora przeprowadzającego ewakuację?

Przeprowadzone badania miały również za zadanie weryfikację wpływu konstrukcji krzeseł na stopień przeciążenia układu mięśniowo-szkieletowego operatora oraz możliwość wykorzystania wyników do dalszej optymalizacji projektowej krzeseł ewakuacyjnych.

5.2 Metodyka badań dotycząca oceny jakości ergonomicznej krzeseł ewakuacyjnych z wykorzystaniem technologii Motion Capture

5.2.1 Obiekty badań

W badaniu wykorzystano dwa typy krzeseł ewakuacyjnych:

- **Falcon** – krzesło ewakuacyjne z czterema stałymi kołami, masa własna 16,6 kg, maksymalne obciążenie 210 kg, konstrukcja aluminiowo-stalowa, produkcji Ensafe, Zabierzów, Polska;
- **Robin** – krzesło ewakuacyjne z dwoma składanymi kołami tylnymi, masa własna 12 kg, maksymalne obciążenie 210 kg, produkcji Ensafe, Zabierzów, Polska.

Obydwa krzesła przedstawiono na rysunku 19 oraz na rysunku 20.

Rysunek 19. Fotografie krzesła ewakuacyjnego Falcon

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 20. Fotografie krzesła ewakuacyjnego Robin

Źródło: opracowanie własne

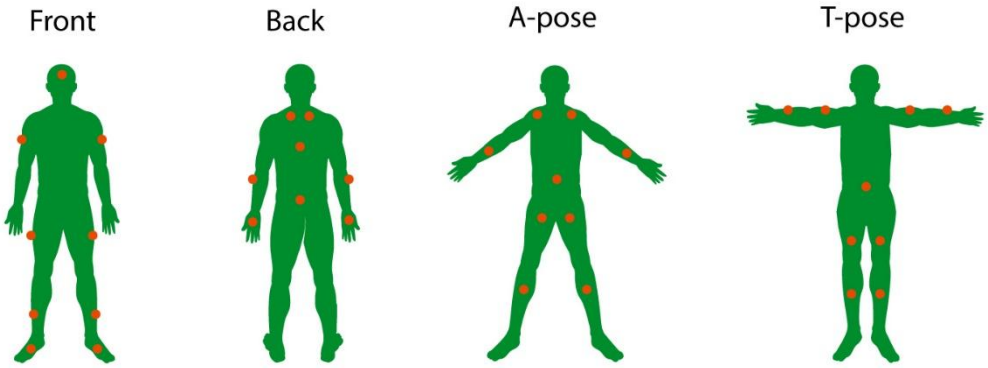
Manekina testowego o masie 80 kg przedstawiono na rysunku 21.

Rysunek 21. Antropomorficzny manekin testowy o masie 80 kg

Źródło: opracowanie własne

5.2.2 Rejestracja ruchu i scenariusze badań

Do pomiaru dynamiki ciała operatora krzesła ewakuacyjnego użyto system pomiarowy do przechwytywania ruchu (ang. Motion Capture, mo-cap) (Perception of Neuron 3, Noitom International Inc., Miami, FL, USA), składający się z zestawu 17 czujników inercyjnych (akcelerometry, żyroskopy, magnetometry), umieszczonych na ciele badanego zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunkach 22 i 23.



Rysunek 22. Rozmieszczenie czujników inercyjnych oraz pozycje A-pose i T-pose

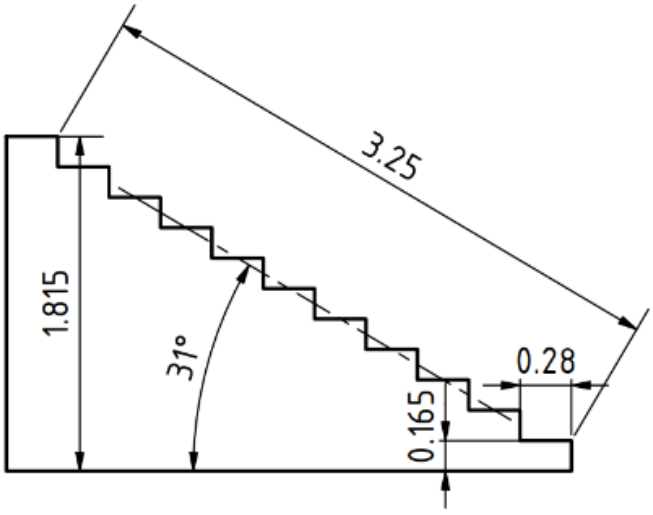
Źródło: opracowanie własne

Rysunek 23. Rozmieszczenie czujników inercyjnych w trakcie badania

Źródło: opracowanie własne

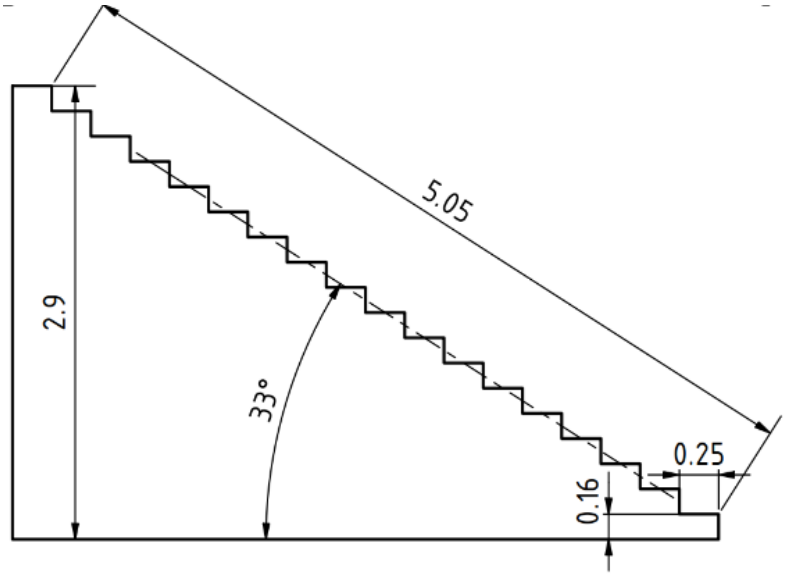
Dane były zbierane za pomocą oprogramowania Axis Studio (wersja 2.12.13699.2467, Noitom International, Inc. Pekin, Chiny), które umożliwiało śledzenie parametrów ruchu w czasie rzeczywistym i ich zapis w formacie umożliwiającym dalszą analizę biomechaniczną.

Badania przeprowadzono w budynkach Politechniki Poznańskiej, w trzech klatkach schodowych o zróżnicowanych parametrach geometrycznych pokazanych rysunku 24, rysunku 25 i rysunku 26.



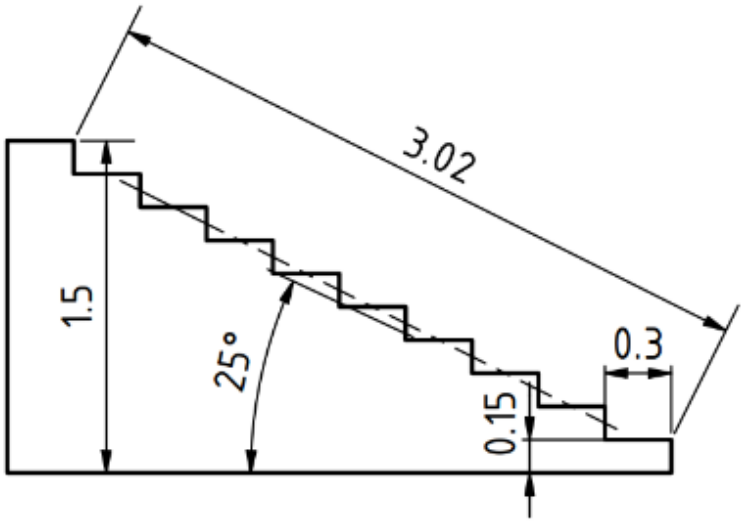
Rysunek 24. Parametry schodów w lokalizacjach WA-WIZ

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 25. Parametry schodów w lokalizacjach WISiE

Źródło: opracowanie własne



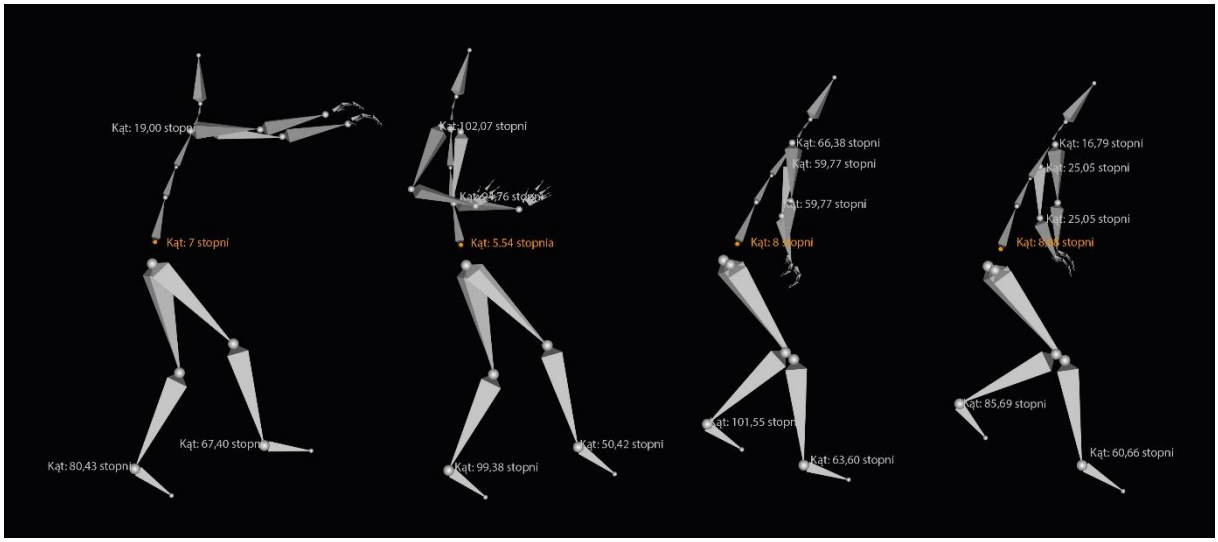
Rysunek 26. Parametry schodów w lokalizacjach WIMiFT

Źródło: opracowanie własne

Operatorem krzeseł ewakuacyjnych była kobieta, 175 cm wzrostu, bardzo dobrze zaznajomiona z procedurą ewakuacji za pomocą krzeseł ewakuacyjnych. Poszczególne cykle ewakuacyjne badania były wykonywane przez nią zgodnie z procedurami opisanymi w instrukcji używania obu krzeseł ewakuacyjnych. Procedurę przetwarzania danych

pomiarowych z czujników mo-cap na zakresy kątów zaadaptowano z pracy dyplomowej (Kawka Płatonowicz, 2024).

Dla krzesła ewakuacyjnego z czterema stałymi kołami (model Falcon) procedura zjazdu po schodach obejmowała cztery fazy na (Rysunek 27): pochylenie krzesła do tyłu, przygotowanie do zjazdu, zjazd po schodach (Rysunek 28), ustawienie na powierzchni poziomej (spoczniku).



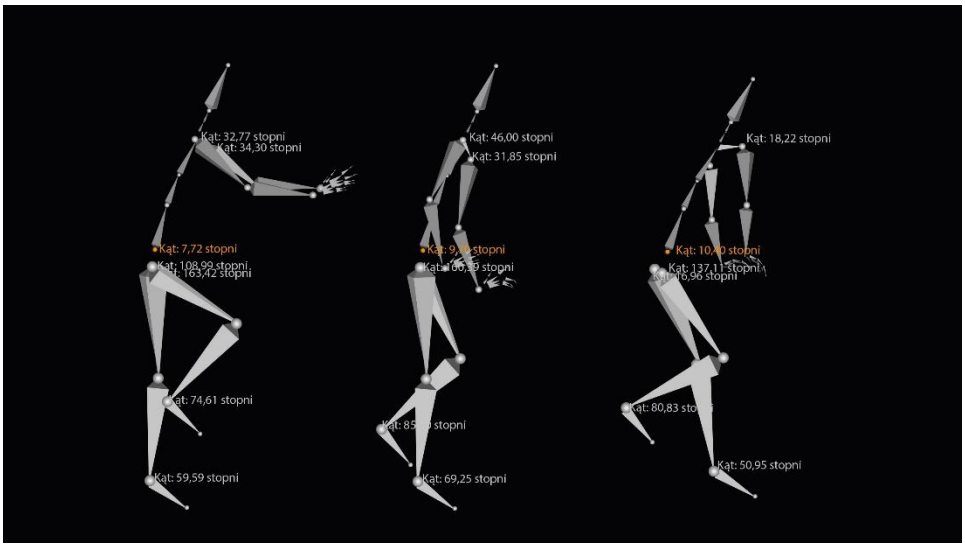
Rysunek 27. Sekwencje ruchów dla krzesła ewakuacyjnego z czterema stałymi kołami (model Falcon)

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 28. Zjazd po schodach (model Falcon)

Źródło: opracowanie własne

Dla krzesła ewakuacyjnego z dwoma składanymi kołami (model Robin) procedura ta ograniczała się do trzech faz: złożenie kół (Rysunek 29), zjazd, ustawienie krzesła na spoczniku (Rysunek 30)**.** Różnice w ilości faz pomiędzy dwoma rodzajami krzeseł ewakuacyjnych wynikała z odmiennych konstrukcji tych urządzeń.



Rysunek 29. Sekwencje ruchów dla krzesła ewakuacyjnego z dwoma składanymi kołami (model Robin)

Źródło: opracowanie własne

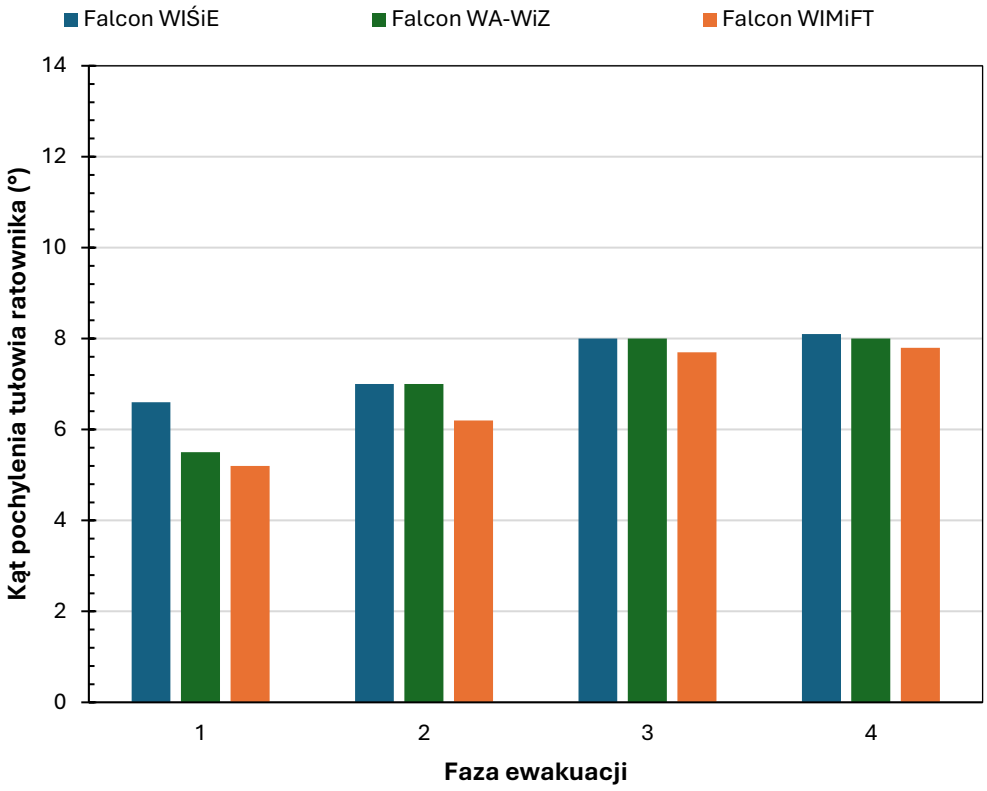
Rysunek 30. Złożenie kół (model Robin)

Źródło: opracowanie własne

5.3 Wyniki badania dotyczącego oceny ergonomicznej jakości krzeseł ewakuacyjnych

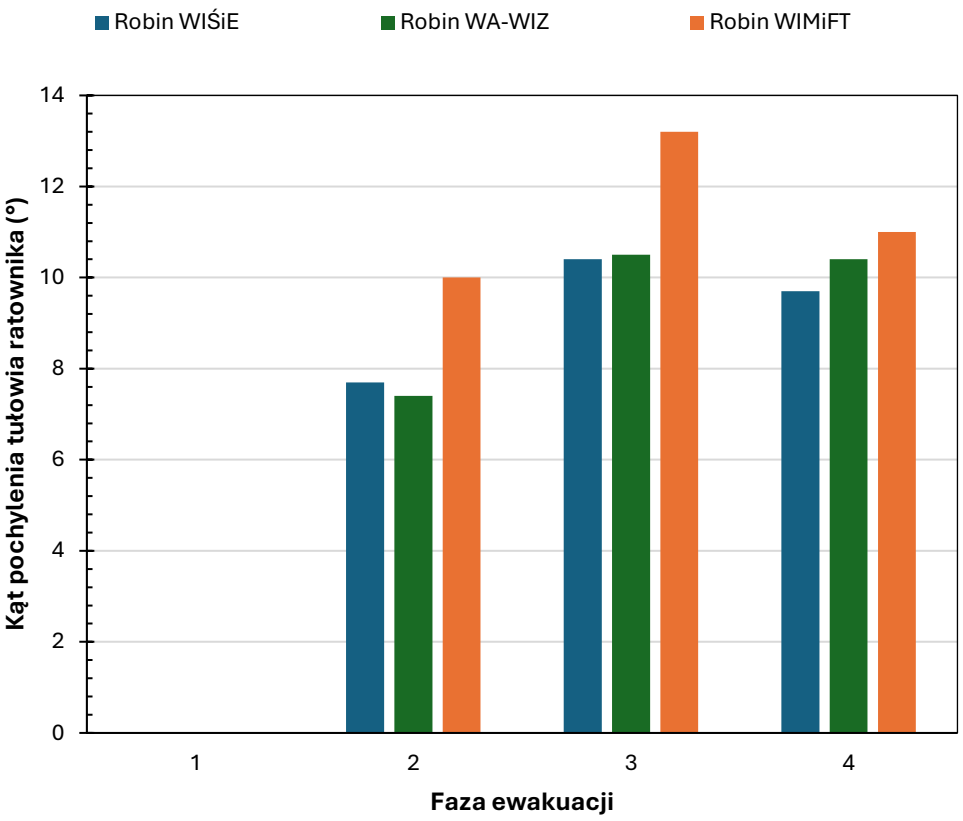
Wyniki uzyskane podczas eksperymentu koncentrowały się na odczycie kąta odchylenia tułowia operatora w poszczególnych fazach ewakuacji. Parametr ten uznaje się za wskaźnik biomechanicznego obciążenia – im większe odchylenie, tym większe przeciążenie kręgosłupa i ryzyko zmęczenia mięśni grzbietu.

Rysunek 31 prezentuje kąty pochylenia tułowia operatora podczas użycia krzesła ewakuacyjnego z czterema stałymi kołami (model Falcon), natomiast rysunek 32 odnosi się do wyników dla krzesła ewakuacyjnego z dwoma składanymi kołami (model Robin).



Rysunek 31. Kąty pochylenia tułowia dla krzesła ewakuacyjnego z czterema stałymi kołami (model Falcon) w trzech różnych klatkach schodowych

Źródło: opracowanie własne



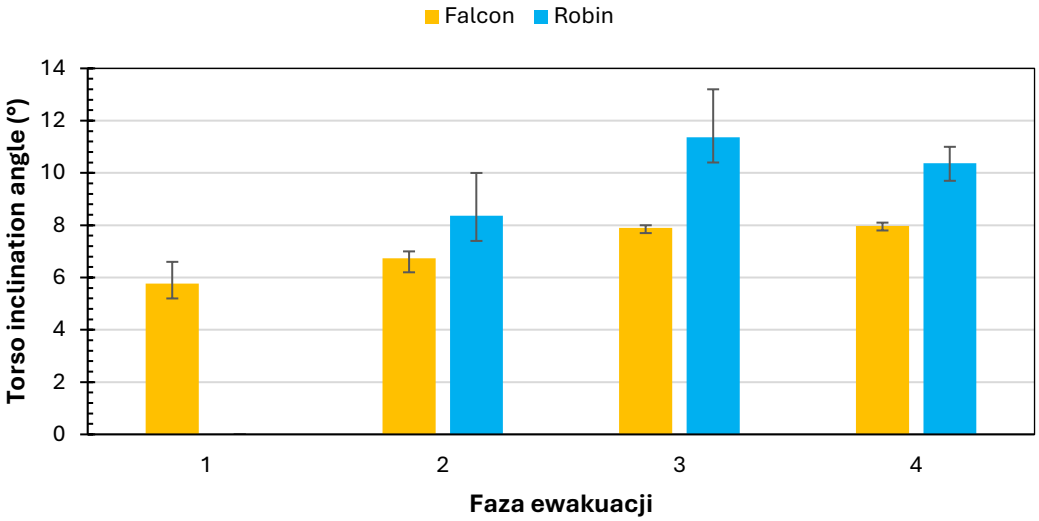
Rysunek 32. Kąty pochylenia tułowia dla krzesła ewakuacyjnego z dwoma składanymi kołami (model Robin) w trzech różnych klatkach schodowych

Źródło: opracowanie własne

Analiza uzyskanych wyników wykazała, że:

- Dla krzesła ewakuacyjnego z czterema stałymi kołami (model Falcon**)** wartości kątów były małe (średnio 4–6°) i spójne niezależnie od lokalizacji.
- Dla krzesła ewakuacyjnego z dwoma składanymi kołami (model Robin) zanotowano wyraźnie większe odchylenia tułowia (do 12°) oraz większą zmienność pomiędzy klatkami schodowymi, co oznacza mniejszą przewidywalność i stabilność biomechaniczną.

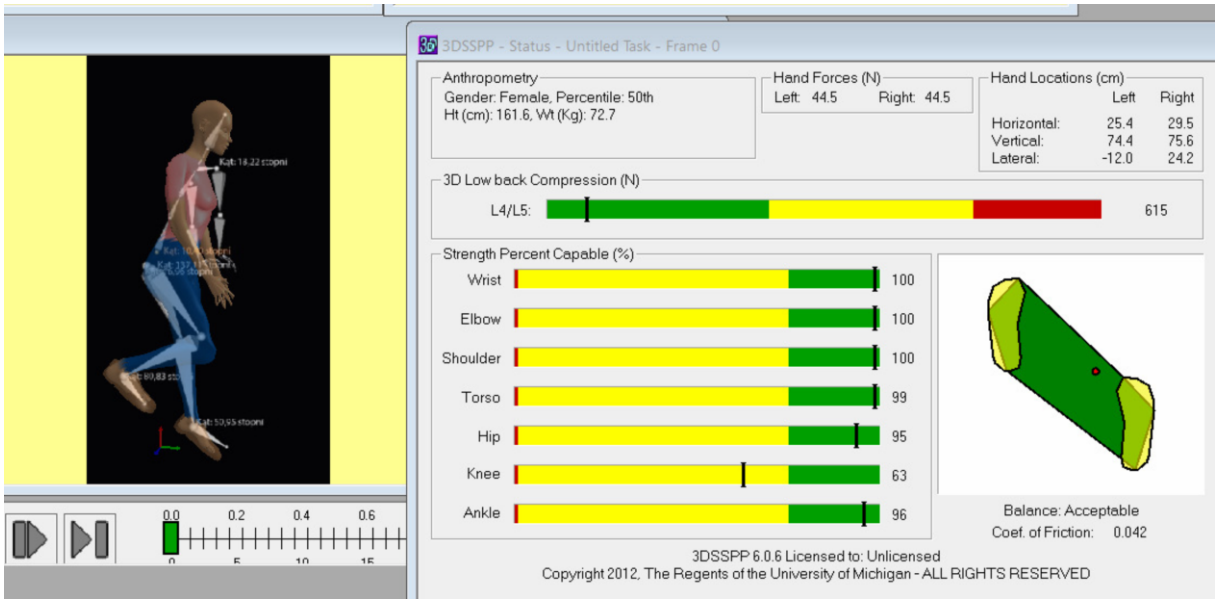
Dodatkowo, wykres zbiorczy (Rysunek 33) wskazuje, że to konstrukcja krzesła – a nie architektura otoczenia – decyduje w głównej mierze o obciążeniu operatora. Wyniki dla krzesła ewakuacyjnego z czterema stałymi kołami (model Falcon**)** wskazują na większą ergonomiczność, dzięki stałej geometrii i uchwytom z możliwością regulacji.



Rysunek 33. Porównanie wartości średnich kątów tułowia: Falcon vs. Robin

Źródło: opracowanie własne

W kolejnym etapie przeprowadzonych badań dokonano translacji danych ruchowych, uzyskanych w procesie rejestracji za pomocą systemu mo-cap, do środowiska analitycznego oprogramowania 3D Static Strength Prediction Program (3DSSPP, Centre for Ergonomics at the University of Michigan College of Engineering, Chicago, IL, USA). Model patyczkowy człowieka, generowany był na podstawie rejestrowanych trajektorii markerów anatomicznych, został odwzorowany w 3DSSPP celem przeprowadzenia szczegółowej analizy biomechanicznej zorientowanej na identyfikację i ocenę obciążeń działających na układ mięśniowo-szkieletowy operatora podczas wykonywania zadania roboczego (Rysunek 34).



Rysunek 34. Nałożenie modelu człowieka 3DSSPP na model patyczkowy

Źródło: opracowanie własne

Wykorzystanie oprogramowania 3DSSPP, umożliwiło przeprowadzanie symulacji obciążeń statycznych w oparciu o dane dotyczące postawy ciała, przyłożonych sił zewnętrznych oraz parametrów antropometrycznych. Zastosowanie tego narzędzia w kontekście niniejszej rozprawy umożliwiło nie tylko ocenę rozkładu sił działających na operatora, ale również przeprowadzenie oceny ryzyka związanego z możliwymi przeciążeniami struktur biomechanicznych, takich jak kręgosłup lędźwiowy, stawy kolanowe czy barkowe.

W ramach symulacji na podstawie wyników badań uwzględniono zmienność przyłożonych sił oraz zróżnicowanie masy ciała operatora. Dzięki temu możliwe było odwzorowanie realistycznych warunków pracy i identyfikacja momentów krytycznych, w których występują szczytowe obciążenia biomechaniczne. Takie podejście umożliwiło ocenę wpływu modyfikacji parametrów pracy (np. zmiany pozycji kończyn górnych, modyfikacji toru ruchu, czy też zmniejszenia przenoszonego obciążenia) na poprawę ergonomii i bezpieczeństwa.

Zastosowanie oprogramowania 3DSSPP w niniejszym badaniu okazało się szczególnie użyteczne z punktu widzenia oceny jakości ergonomicznej stanowiska pracy. Narzędzie to pozwala na identyfikację potencjalnych zagrożeń związanych z przeciążeniem statycznym oraz umożliwia formułowanie rekomendacji projektowych i organizacyjnych mających na celu redukcję ryzyka urazów układu mięśniowo-szkieletowego. Tym samym, analiza przeprowadzona za pomocą oprogramowania 3DSSPP stanowi istotny komponent walidacyjny dla wniosków ergonomicznych sformułowanych na podstawie danych empirycznych z systemu MO-CAP.

5.4 Podsumowanie i wnioski z metody oceny ergonomicznej jakości krzeseł ewakuacyjnych

Opisywany w tym rozdziale eksperyment wskazuje kluczowe aspekty ergonomii dwóch rodzajów krzeseł ewakuacyjnych, mających bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo i komfort operatorów podczas akcji ratunkowych. Wnioski z badań umożliwiają identyfikację optymalnych rozwiązań konstrukcyjnych, które minimalizują ryzyko nadmiernych biomechanicznych obciążeń ratownika używającego krzesła ewakuacyjnego i zwiększają efektywność ewakuacji. Wyniki wskazują, że konstrukcja krzesła ma bezpośredni wpływ na poziom biomechanicznego obciążenia operatora – krzesło ewakuacyjne z czterema stałymi kołami (model Falcon**)**, dzięki swojej konstrukcji, umożliwia zjazd z mniejszym kątem

odchylenia tułowia i lepszym rozkładem sił z punktu widzenia ratownika. Przeprowadzony eksperyment umożliwia sformułowanie następujących wniosków:

1. Technologia MO-CAP wykazała się wysoką skutecznością jako narzędzie badawcze, umożliwiające odwzorowanie sekwencji ruchowych i identyfikację poziomu obciążenia operatora obsługującego krzesło ewakuacyjne.
2. Regulacja elementów krzesła, a zwłaszcza uchwytów, korzystnie wpływa na komfort i bezpieczeństwo operatora.
3. W przeciwieństwie do intuicyjnych założeń, rodzaj klatki schodowej, czyli geometria biegu schodowego, miała marginalny wpływ na biomechanikę ruchu – co sugeruje, że projektowanie ergonomiczne powinno koncentrować się głownie na samym krześle.
4. Wyniki badań mogą stanowić podstawę do modyfikacji konstrukcji istniejących modeli oraz opracowania nowych standardów ergonomicznych.
5. Wyniki mogą być wykorzystane do opracowania programów szkoleń dla personelu medycznego, ratowniczego oraz służb ewakuacyjnych.

6 Badanie ankietowe użytkowników krzeseł ewakuacyjnych

6.1 Uzasadnienie celu badania ankietowego

W ramach realizacji rozprawy doktorskiej przeprowadzono badania ankietowe, których celem było uzyskanie danych jakościowych i ilościowych na temat użytkowania krzeseł ewakuacyjnych w warunkach symulowanej ewakuacji osób z niepełnosprawnościami (OZN). Podstawowym uzasadnieniem dla zastosowania tej metody badawczej była potrzeba zebrania bezpośrednich opinii i doświadczeń użytkowników, umożliwiających wieloaspektową ocenę ergonomii, komfortu i bezpieczeństwa używania urządzeń w warunkach zbliżonych do rzeczywistych bezpośrednio po przeprowadzeniu symulowanej ewakuacji.

Badanie ankietowe w swym zakresie objęło dwa wybrane modele krzeseł ewakuacyjnych typu: Falcon (krzesło na czterech stałych kołach) i Robin (z dwoma składanymi kołami), które reprezentują różne rozwiązania konstrukcyjne.

Wyniki badań ankietowych stanowiły podstawę do oceny zalet i wad analizowanych modeli krzeseł ewakuacyjnych, przy jednoczesnym uwzględnieniu aspektów psychofizycznych operatorów i poczucia bezpieczeństwa osób ewakuowanych. Zebranie opinii użytkowników miało także na celu wskazanie obszarów wymagających usprawnień, które mogłyby przyczynić się do:

- poprawy jakości ergonomicznej stosowanych rozwiązań,
- zwiększenia skuteczności i bezpieczeństwa procedur ewakuacyjnych,
- wzmocnienia kultury bezpieczeństwa w organizacjach odpowiedzialnych za opiekę nad OzN.

Wybór metody ankietowej był więc uzasadniony potrzebą integracji danych empirycznych z analizą techniczną i ergonomiczną, stanowiąc kluczowy element triangulacji metod badawczych w niniejszej rozprawie.

6.2 Metodyka badania ankietowego

Badanie ankietowe stanowiło istotny element realizacji badań opisywanych w niniejszej rozprawie doktorskiej, umożliwiający pozyskanie danych bezpośrednio od użytkowników krzeseł ewakuacyjnych po przeprowadzonej symulowanej ewakuacji osób z niepełnosprawnościami. Metodologia badań ankietowych jest wieloaspektowa i obejmuje różne, kluczowe etapy. Zgodnie z Krok (2015) struktura kwestionariusza ma bezpośredni wpływ na wyniki, a odpowiednia kolejność i sformułowanie pytań są fundamentalne dla uzyskania wiarygodnych danych. Hutchinson (2004) umieszcza badania ankietowe w szerszym kontekście metodologii badawczej w naukach społecznych i edukacji. Wyjaśnia, jak ankiety

służą do zbierania danych na dużą skalę. Lohr (2019), w swoim podręczniku, szczegółowo omawia techniki doboru próby. Jest to fundamentalna kwestia w badaniach ankietowych, ponieważ to od niej zależy, czy wyniki można uogólnić na całą populację. Ponto (2015) dostarcza praktycznych wskazówek, jak rozumieć i oceniać badania ankietowe.

Badanie zostało przeprowadzone w następujących etapach:

1. Planowanie przebiegu badania

Celem badania ankietowego było zidentyfikowanie mocnych i słabych stron dwóch typów krzeseł ewakuacyjnych (Falcon i Robin), ze szczególnym uwzględnieniem ergonomii, komfortu i bezpieczeństwa użytkowania. Zaplanowano je jako element komplementarny do badania eksperymentalnego (opisanego w pkt. 4 rozprawy), aby umożliwić bezpośrednie zebranie opinii użytkowników bezpośrednio po próbach ewakuacyjnych. Badanie otrzymało pozytywną opinię Komisji ds. Etyki Badań Naukowych Politechniki Poznańskiej, potwierdzającą zgodność procedur z przyjętymi normami etycznymi stanowi **załącznik nr 2.** Pozytywna opinia komisji potwierdza, że badanie jest zaplanowane jako prowadzone z szacunkiem dla praw i dobrostanu uczestników (Małek-Orłowska i Jach 2022).

Planowanie przebiegu badania obejmowało swym zakresem:

- określenie w jednoznaczny sposób celu badania,
- zaplanowanie formy przeprowadzenia badania.

2. Wybór respondentów obejmował:

- ustalenie kryteriów wyboru respondentów,
- ustalenie próby badawczej.

Jako grupę badawczą przyjęto osoby pełnoletnie pracujące w budynkach wielokondygnacyjnych w tym również studenci. W badaniu uczestniczyło 102 respondentów, którzy brali aktywny udział w symulowanej ewakuacji z użyciem obu krzeseł ewakuacyjnych (jedno po drugim) z obciążeniem w postaci treningowego manekina imitującego OZN. Dobór próby umożliwił uzyskanie opinii osób uczestniczących w symulowanej ewakuacji osób z niepełnosprawnościami w warunkach rzeczywistych.

3. Opracowanie kwestionariusza wykorzystanego w badaniach

Rzetelne przygotowanie kwestionariusza jest kluczowym elementem badań ankietowych (Fowler Cosenza, 2012; Krok, 2015).

Kwestionariusz ankiety został zaprojektowany w celu uzyskania danych zarówno ilościowych, jak i jakościowych. Składał się z 28 pytań, w tym 22 pytań zamkniętych ocenianych na skali Likerta (Joshi et al. 2015) oraz 6 pytań otwartych, umożliwiających

wyrażenie własnych opinii i propozycji usprawnień. Kwestionariusz badania stanowi **załącznik nr 1** do dysertacji.

Pytania podzielono na trzy główne obszary:

- Świadomość i ocena bezpieczeństwa ewakuacji – obejmowała ocenę ogólnego poczucia bezpieczeństwa w miejscu pracy oraz dostępności krzeseł ewakuacyjnych.
- Doświadczenia z użytkowania krzeseł ewakuacyjnych – koncentrowała się na ergonomii, komforcie i efektywności urządzeń w trakcie symulowanej ewakuacji.
- Sugestie usprawnień – umożliwiała respondentom wskazanie oczekiwanych modyfikacji konstrukcyjnych krzeseł ewakuacyjnych i funkcjonalnych.

4. Badanie pilotażowe

Przed właściwym badaniem przeprowadzono pilotaż ankiety w małej grupie respondentów (10 osób), aby zweryfikować czytelność pytań, poprawność językową i zrozumiałość skali ocen. Pozwoliło to na wprowadzenie drobnych modyfikacji w zakresie formułowania pytań otwartych.

5. Rozpowszechnienie kwestionariusza

Kwestionariusz został udostępniony online w formie formularza Google i wypełniany bezpośrednio po przeprowadzonych próbach ewakuacyjnych. Takie rozwiązanie pozwoliło na zebranie opinii respondentów, jednocześnie zapewniając anonimowość i zgodność z wymogami etycznymi. Nie zbierano danych osobowych poza podstawowymi informacjami, takimi jak płeć i wiek.

6. Analiza wyników badań

Otrzymane wyniki zostały poddane analizie statystycznej i jakościowej. Odpowiedzi na pytania zamknięte oceniono przy użyciu metod opisowych i korelacyjnych, umożliwiających identyfikację zależności pomiędzy oceną ergonomii a poczuciem bezpieczeństwa. Odpowiedzi na pytania otwarte przeanalizowano metodą analizy treści, co pozwoliło na wyodrębnienie najczęściej pojawiających się sugestii usprawnień konstrukcyjnych i organizacyjnych.

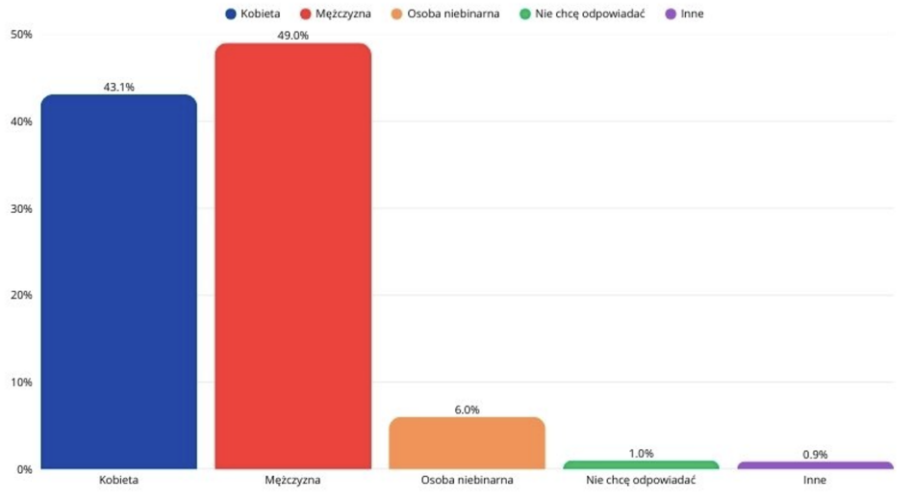
Zastosowana metodyka pozwoliła uzyskać kompleksowy obraz doświadczeń użytkowników krzeseł ewakuacyjnych, stanowiąc cenne źródło wiedzy dla dalszych analiz w zakresie poprawy jakości ergonomicznej systemów ewakuacji osób z niepełnosprawnościami.

6.3 Wyniki badania ankietowego

6.3.1 Dane demograficzne respondentów

Ankietowano 102 respondentów uczestniczących w symulowanej ewakuacji z wykorzystaniem dwóch typów krzeseł ewakuacyjnych. Pierwsza część kwestionariusza ankiety pozwoliła na określenie podstawowych cech demograficznych ankietowanych, takich jak płeć, wiek, wzrost czy masa ciała, co stanowi istotną informację do interpretacji danych. Informacje te pozwalają na ocenę różnorodności próby oraz umożliwiają analizę potencjalnych zależności pomiędzy cechami uczestników a ich percepcją ergonomii, komfortu i bezpieczeństwa użytkowania krzeseł.

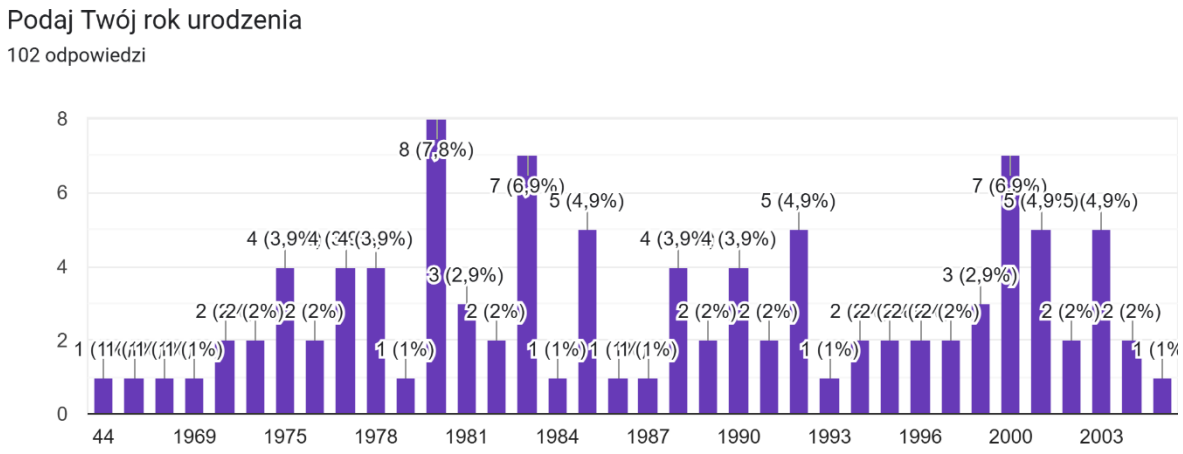
Pierwsze pytanie kwestionariusza ankiety dotyczyło płci respondentów. Nieznaczną większość respondentów stanowili mężczyźni 49,0% natomiast kobiety 43,1%. Około 8% respondentów udzieliło innej odpowiedzi (Rysunek 35).



Rysunek 35. Deklarowana płeć respondentów

Źródło: opracowanie własne

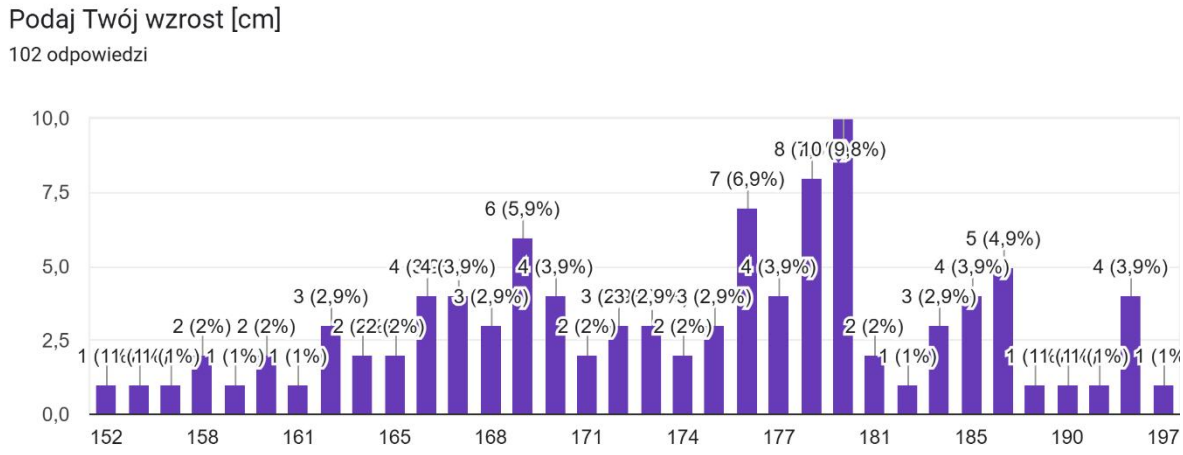
Następne pytanie dotyczyło roku urodzenia respondentów. Zgodnie z Rysunkiem 36, rozkład roku urodzenia respondentów jest bardzo zróżnicowany i obejmuje osoby urodzone w latach 1944-2005, czyli osoby w wieku od 19 do 80 lat. Najliczniejsze grupy respondentów, stanowiące po 7-8% badanych, tworzą osoby urodzone w 1980, 1983 i 2000 roku.



Rysunek 36. Rok urodzenia respondentów na podstawie danych zebranych w badaniu ankietowym

Źródło: opracowanie własne

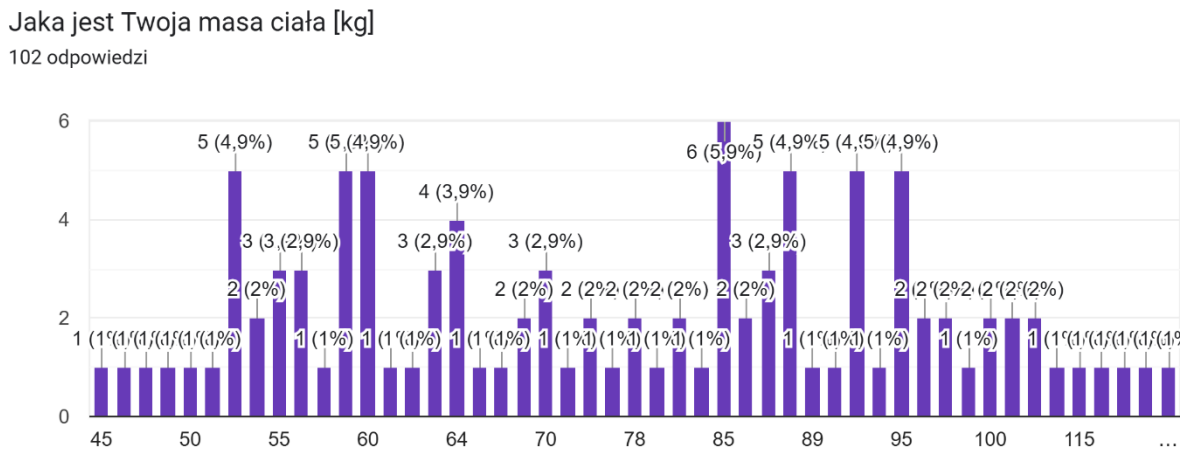
W kolejnym pytaniu zapytano o wzrost ankietowanych. Największą grupę stawiły osoby o wzroście 180 cm, 179 cm i 176 cm. Warto również zwrócić uwagę na grupę osób o wzroście 169 cm, która stanowiła prawie 6% ankietowanych (Rysunek 37).



Rysunek 37. Wzrost osób uczestniczących w badaniu ankietowym

Źródło: opracowanie własne

W celu bliższego poznania ważnych cech demograficznych ankietowanych zapytano ich również o masę ciała, ponieważ ten czynnik może mieć istotny wpływ na ocenę poziomu satysfakcji użytkowników krzeseł ewakuacyjnych. Wyniki zostały przedstawione na Rysunku 38. Największą grupę stanowiły osoby o masie 85 kg 5,9% oraz osoby o masie 53 kg, 58 kg, 60 kg, 88 kg, 90 kg, i 95 kg odpowiednio po 4,9 %.



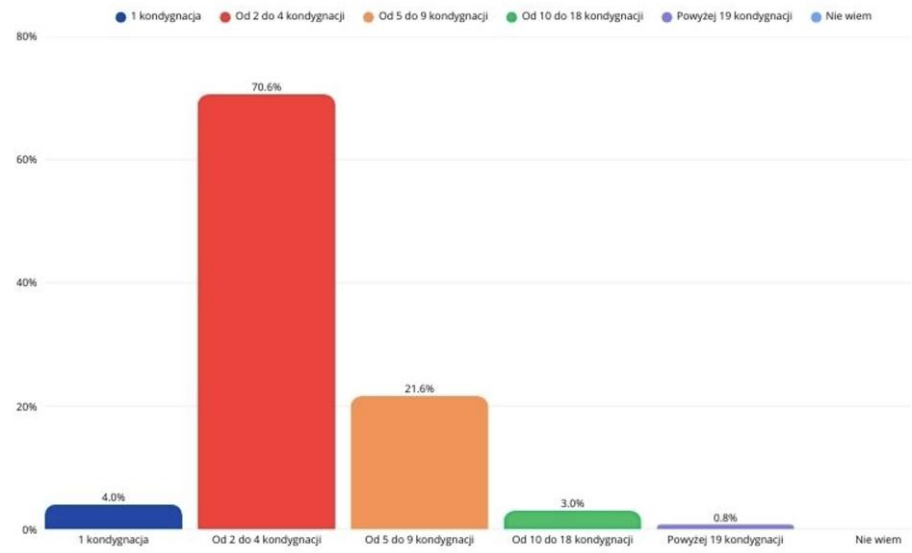
Rysunek 38. Deklarowana masa ciała osób uczestniczących w badaniu ankietowym

Źródło: opracowanie własne

Zebrane dane demograficzne 102 respondentów pokazują, że próba badawcza jest zróżnicowana i reprezentatywna pod względem płci, wieku oraz cech fizycznych. Badanie na tak szerokiej i różnorodnej próbie dostarcza danych, które mogą być wykorzystane do wyciągnięcia szerszych wniosków.

6.3.2 Percepcja kultury bezpieczeństwa organizacji według respondentów

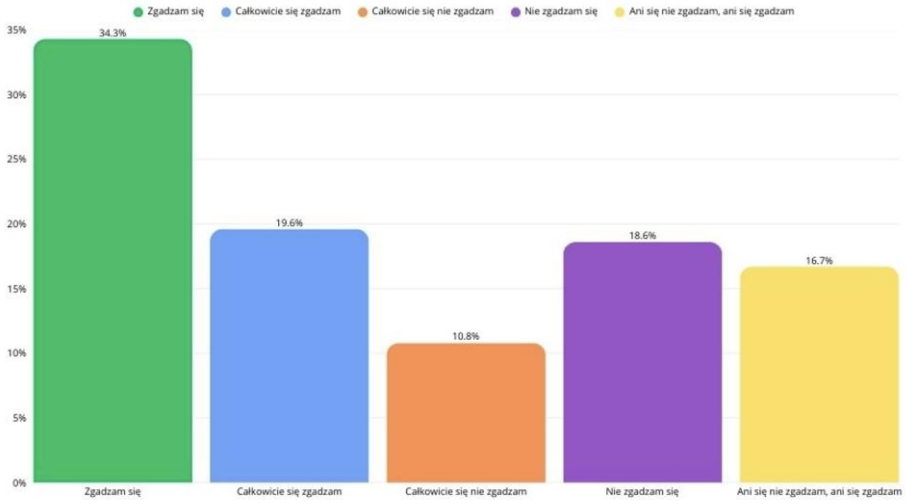
Respondenci udzielili odpowiedzi na temat liczby kondygnacji budynku, w którym pracują lub studiują. Największą grupę ponad 70% stanowiły budynki w przedziale od 2 do 4 kondygnacji oraz 21,6% budynki w przedziale od 5 do 9 kondygnacji nadziemnych (Rysunek 39).



Rysunek 39. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących ilości kondygnacji budynku

Źródło: opracowanie własne

Badani ogólnie pozytywnie ocenili dbałość o bezpieczeństwo ewakuacji osób ze szczególnymi potrzebami w swoich miejscach pracy lub nauki. Zdecydowana większość respondentów (53,9%) całkowicie zgodziła się z tym stwierdzeniem. Z kolei 29,4% badanych nie zgodziło się z tą opinią, a 16,7% respondentów nie miało jednoznacznego zdania (odpowiedź "ani się zgadzam, ani się nie zgadzam"). Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawiono na Rysunku 40.

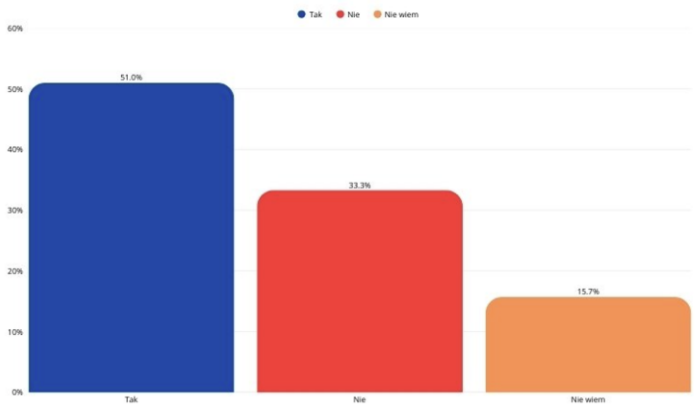


Rysunek 40. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących dbania przez organizację o bezpieczeństwo OZN

Źródło: opracowanie własne

Wyniki zaprezentowane na Rysunku 40 świadczą o rozbieżnych postawach i braku jednolitej oceny procedur bezpieczeństwa w organizacjach. Mimo że ponad połowa respondentów oceniła je pozytywnie, duży odsetek badanych ma odmienne zdanie lub nie jest w stanie go wyrazić.

Na pytanie dotyczące obecności sprzętu ewakuacyjnego dla osób z niepełnosprawnościami w ich budynkach, 51,0% respondentów odpowiedziało twierdząco. Mniejsza grupa, 33,3% badanych, zaprzeczyła istnieniu takiego sprzętu, a 15,7% nie miało wiedzy na ten temat. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawiono na Rysunku 41.

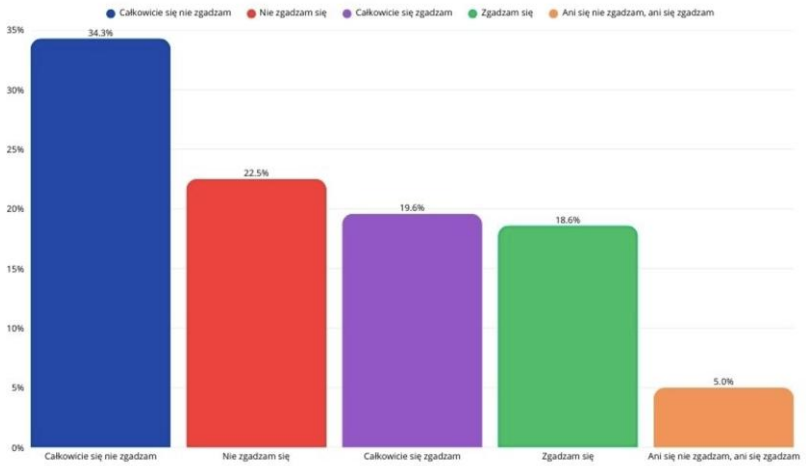


Rysunek 41. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących świadomości wyposażenia budynku w krzesła ewakuacyjne lub inny sprzęt ewakuacyjny

Źródło: opracowanie własne

Fakt, że ponad połowa respondentów (51%) deklaruje obecność sprzętu ewakuacyjnego, jest pozytywnym wskaźnikiem. Sugeruje to dość dobrą świadomość w zakresie bezpieczeństwa osób z niepełnosprawnościami. Dane te pokazują jednak, że nadal istnieje duży obszar do poprawy. Jest konieczność inwestowania w odpowiedni sprzęt (co potwierdza 33,3% badanych), a także potrzeba zwiększenia świadomości i edukacji na temat ewakuacji (15,7% respondentów nie ma minimalnej wiedzy).

W kolejnym pytaniu kwestionariusza badano wiedzę respondentów na temat najbliższej lokalizacji krzesła ewakuacyjnego w ich budynkach. Ponad połowa badanych, 56,8%, zadeklarowała, że nie wie, gdzie znajduje się taki sprzęt. Grupa 38,2% respondentów potwierdziła znajomość lokalizacji, natomiast 4,9% badanych nie miało zdania na ten temat. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia Rysunek 42.

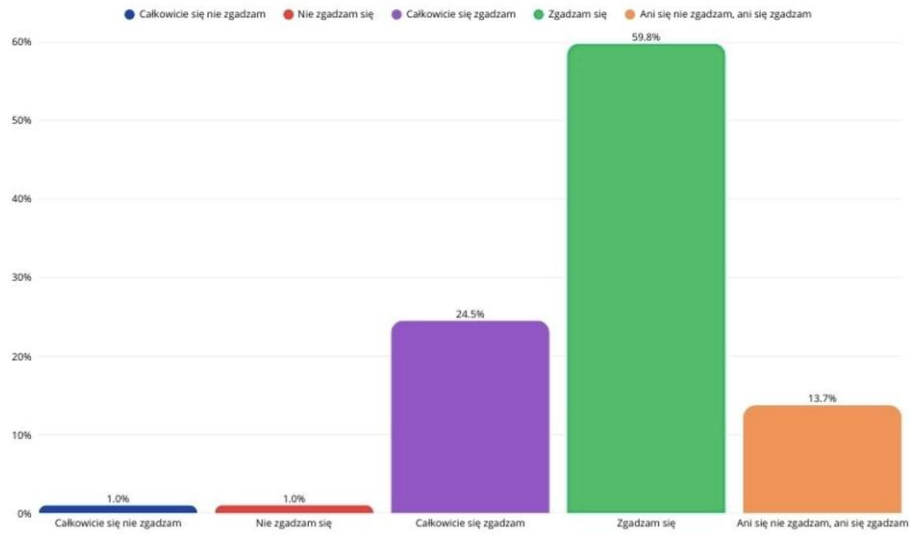


Rysunek 42. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących lokalizacji najbliższego krzesła ewakuacyjnego w budynku

Źródło: opracowanie własne

Dane przedstawione na Rysunku 42 należy uznać za bardzo niepokojące. Fakt, że ponad połowa respondentów (56,8%) nie wie, gdzie w ich budynkach znajdują się krzesła ewakuacyjne, świadczy o poważnych lukach w procedurach bezpieczeństwa. Nawet jeśli sprzęt jest dostępny, jest on bezużyteczny, jeśli nikt nie wie, jak go znaleźć i użyć w sytuacji zagrożenia

Następne pytanie dotyczyło wpływu obecności krzesła ewakuacyjnego na poczucie bezpieczeństwa respondentów w ich miejscu pracy lub nauki. Zdecydowana większość, 84,3% badanych, potwierdziła, że taki sprzęt zwiększa ich ogólne poczucie bezpieczeństwa. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia Rysunek 43.

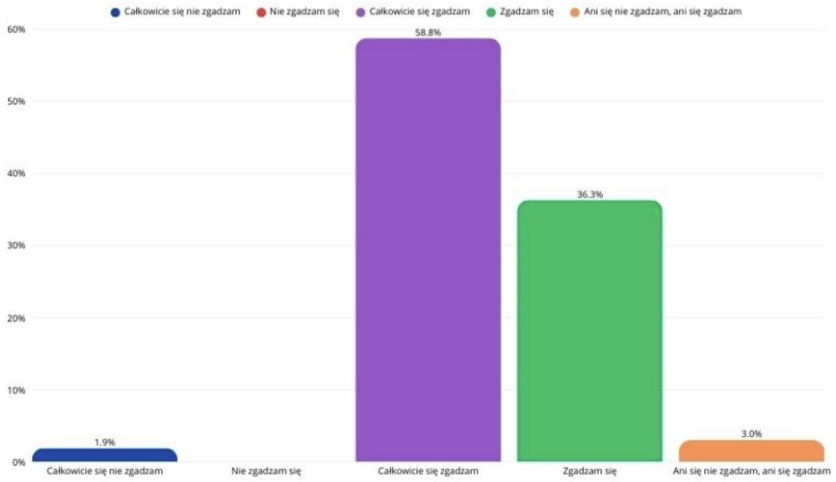


Rysunek 43. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących wpływu obecności krzesła ewakuacyjnego w budynku na bezpieczeństwo w miejscu pracy

Źródło: opracowanie własne

Rozkład odpowiedzi pokazany na Rysunku 43 świadczy, że obecność krzeseł ewakuacyjnych ma znaczący wpływ na poczucie bezpieczeństwa pracowników i studentów. Bardzo wysoki odsetek (84,3%) pozytywnych odpowiedzi wskazuje, że badani postrzegają taki sprzęt jako realny element zwiększający ich bezpieczeństwo. Krzesła ewakuacyjne mają zatem realną wartość psychologiczną. Respondenci utożsamiają krzesła ewakuacyjne z zaangażowaniem organizacji w dbanie o bezpieczeństwo wszystkich, w tym osób ze szczególnymi potrzebami. To z kolei buduje zaufanie do pracodawcy lub uczelni.

Uczestników zapytano również, czy ćwiczenia praktyczne z użyciem krzeseł ewakuacyjnych zwiększają świadomość oraz potrzebę zapewnienia bezpieczeństwa wszystkim osobom w organizacji. Zdecydowana większość, 95,1% respondentów, zgodziła się z tym stwierdzeniem, co wskazuje na pozytywny wpływ takich ćwiczeń na kulturę bezpieczeństwa w organizacji. Rozkład odpowiedzi przedstawia Rysunek 44.

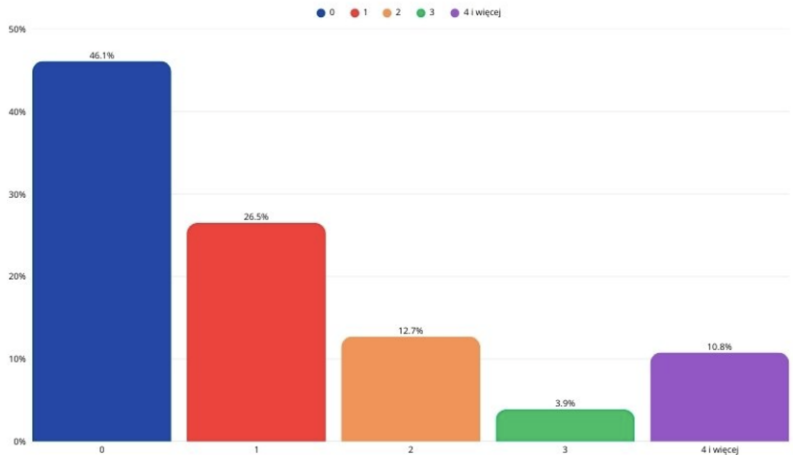


Rysunek 44. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących oceny wpływu ćwiczeń z krzesłem ewakuacyjnym na świadomość w zakresie bezpieczeństwa w organizacji

Źródło: opracowanie własne

Odpowiedzi przedstawione na Rysunku 44 jednoznacznie potwierdzają, że najlepszą drogą do budowania silnej kultury bezpieczeństwa w organizacji jest połączenie teorii z praktyką. Wskazany rezultat powinien zachęcić organizacje do przeprowadzania tego typu szkoleń, aby budować empatię i zwiększać świadomość wyzwań, z jakimi mierzą się osoby o specjalnych potrzebach.

Następne pytanie dotyczyło liczby ewakuacji osoby lub manekina za pomocą krzesła ewakuacyjnego, w których badani brali udział. Najliczniejszą grupę (46,1%) stanowiły osoby, które nigdy wcześniej nie przeprowadziły takiej ewakuacji. Z kolei 26,5% respondentów wykonało tę czynność jeden raz, 12,7% — dwa razy, a 10,8% — cztery razy lub więcej. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawiono na Rysunku 45.

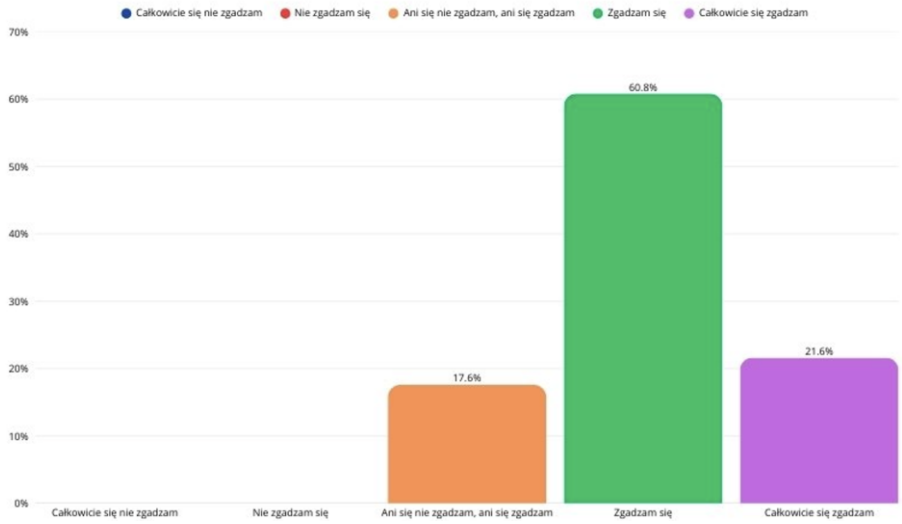


Rysunek 45. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących częstości użycia krzesła ewakuacyjnego

Źródło: opracowanie własne

Podane dane są niepokojące i wskazują na istotny problem w zakresie kultury bezpieczeństwa organizacji. Fakt, że prawie połowa respondentów (46,1%) nigdy nie miała praktycznej styczności z krzesłem ewakuacyjnym, mimo że uczestniczyła w szkoleniach, świadczy o dużej luce między teorią a praktyką. To stwarza ogromne ryzyko, że w sytuacji prawdziwego zagrożenia nie będą w stanie prawidłowo i skutecznie użyć sprzętu, co może zagrażać życiu ewakuowanej osoby.

Następne pytanie dotyczyło oceny własnych umiejętności po szkoleniu. 82,4% respondentów stwierdziło, że czuje się kompetentnych do ewakuacji osoby lub manekina przy użyciu krzesła ewakuacyjnego. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia Rysunek 46.



Rysunek 46. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących umiejętności operatora krzesła ewakuacyjnego

Źródło: opracowanie własne

Wynik ten jest zgodny z wcześniejszymi danymi, które pokazały, że ćwiczenia praktyczne są wysoko cenione i postrzegane jako zwiększające świadomość. Ta korelacja jest kluczowa: uczestnicy czują się pewniej, ponieważ faktycznie nabierają praktycznych umiejętności.
Percepcję kultury bezpieczeństwa organizacji według respondentów podsumowano w tabeli 4.

Tabela 4 Podsumowanie deklarowanej kultury bezpieczeństwa respondentów

Wniosek z badania ankietowego	Komentarz do wniosku
Istnieje zróżnicowana kultura bezpieczeństwa w organizacjach z których pochodzą respondenci	Choć ponad połowa respondentów (53,9%) ma pozytywną opinię, duży odsetek badanych (prawie 46%) nie ma zdania lub ocenia te działania negatywnie.
Istnieją luki w wiedzy i praktyce	Ponad połowa respondentów (56,8%) nie zna lokalizacji krzeseł ewakuacyjnych w swoich budynkach. Co gorsza, prawie połowa z nich (46,1%) nigdy nie uczestniczyła w praktycznej ewakuacji osoby lub manekina przy użyciu krzesła ewakuacyjnego.
Istnieje duży pozytywny wpływ ćwiczeń praktycznych	Badanie wskazuje na kluczową rolę ćwiczeń praktycznych. Aż 95,1% respondentów jest przekonanych, że takie ćwiczenia zwiększają świadomość i kulturę bezpieczeństwa. Ten wynik koreluje z wysokim odsetkiem (82,4%) osób, które po szkoleniu czują się kompetentne do przeprowadzenia ewakuacji.
Znaczenie krzeseł ewakuacyjnych dla poczucia bezpieczeństwa	Aż 84,3% respondentów uważa, że taki sprzęt zwiększa ich ogólne poczucie bezpieczeństwa.

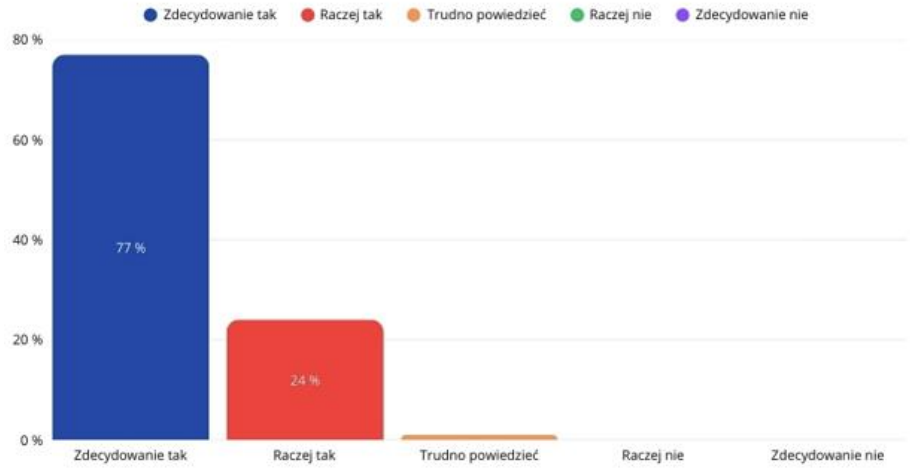
Źródło: opracowanie własne

Tabela 4 wskazuje na cztery główne odkrycia: istnieje zróżnicowana kultura bezpieczeństwa w organizacjach z których pochodzą respondenci, Istnieją luki w wiedzy i praktyce, jest duży pozytywny wpływ ćwiczeń praktycznych oraz zauważalne jest znaczenie krzeseł ewakuacyjnych dla poczucia bezpieczeństwa. Podsumowując, chociaż organizacje badanych respondentów robią postępy w zakresie świadomości i inwestycji w sprzęt, to brak powszechnej i regularnej praktyki stanowi największą lukę. Dane jednoznacznie wskazują, że kluczem do podniesienia bezpieczeństwa jest przejście od teorii do działania — nie tylko posiadanie sprzętu, ale także zapewnienie, że wszyscy są przeszkoleni i wiedzą, jak go użyć.

6.3.3 Wpływ rodzaju krzesła ewakuacyjnego na odczucia respondentów

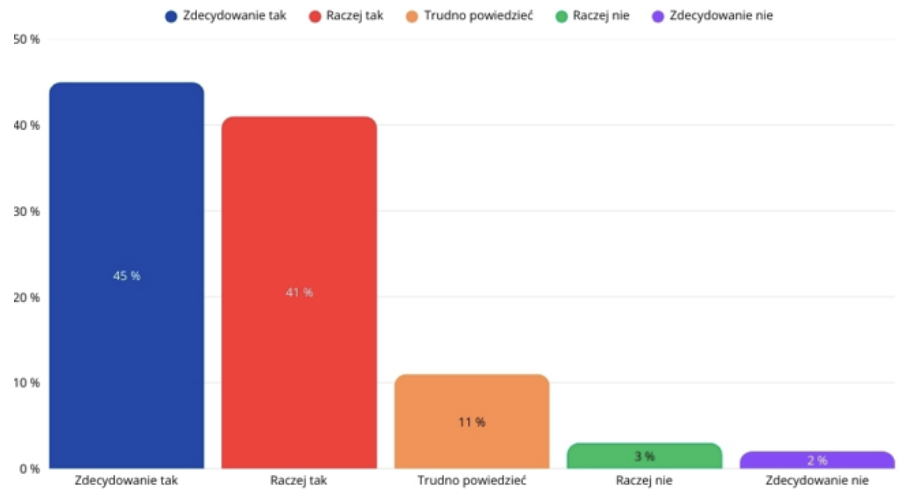
W kolejnej części badania respondenci oceniali dwa typy krzeseł ewakuacyjnych: na stałych czterech kołach (Falcon) oraz ze składanymi tylnymi kołami (Robin).

W przypadku krzesła na stałych kołach zauważalna jest wyraźna przewaga pozytywnych opinii. Z kolei krzesło ze składanymi kołami, choć również oceniane pozytywnie, otrzymało mniej odpowiedzi "zdecydowanie tak", co może sugerować, że jest ono mniej satysfakcjonujące w używaniu. Szczegółowe wyniki przedstawiają Rysunek 47 i Rysunek 48.



Rysunek 47. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących zasadności zastosowania krzesła ewakuacyjnego typu Falcon w budynkach

Źródło: opracowanie własne



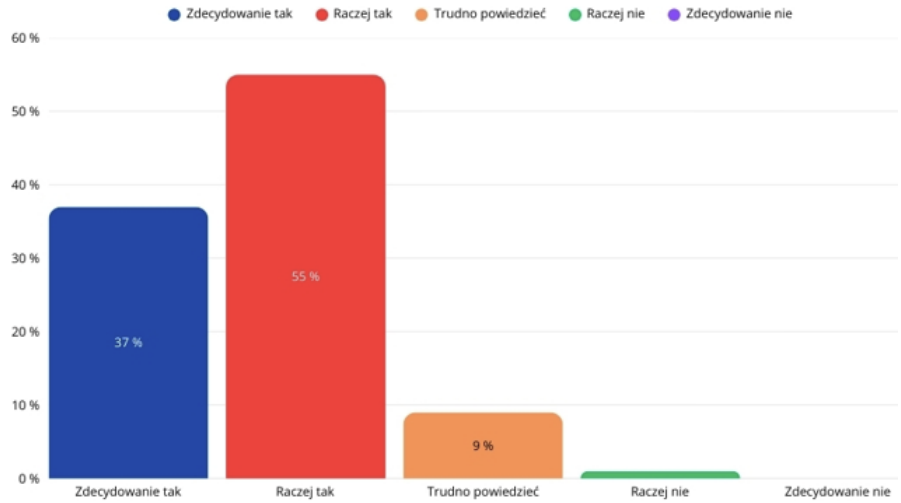
Rysunek 48. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących zasadności zastosowania krzesła ewakuacyjnego typu Robin w budynkach

Źródło: opracowanie własne

Różnica w liczbie odpowiedzi "zdecydowanie tak" jest kluczowa. Oznacza ona, że krzesło ze składanymi kołami, choć funkcjonalne, nie budzi tak dużego entuzjazmu. Może to wynikać

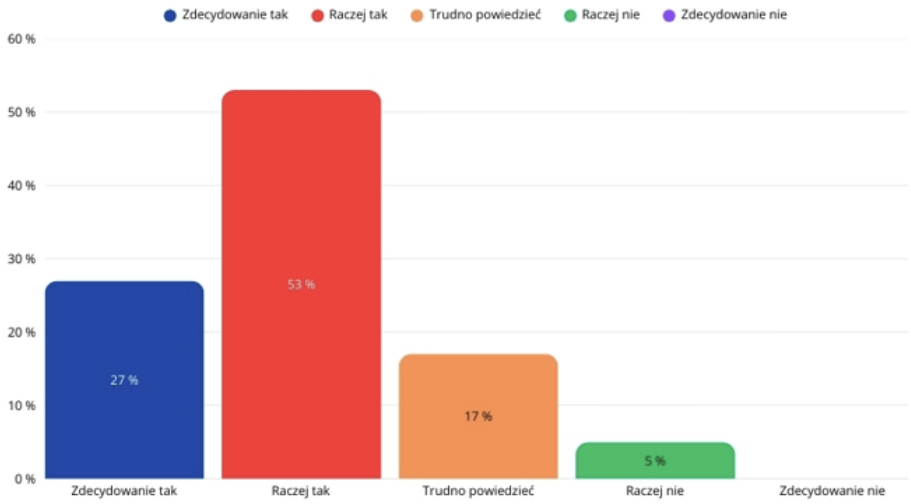
z poczucia braku bezpieczeństwa podczas jego użycia. Wyniki te są cenną informacją dla producentów krzeseł ewakuacyjnych.

Kolejnym celem badania ankietowego była ocena czy instrukcja użytkowania krzesła ewakuacyjnego znajdująca się na zagłówku jest zrozumiała. W przypadku obu typów krzeseł respondenci wypowiedzieli się twierdząco, że jest czytelna (Rysunek 49) i (Rysunek 50).



Rysunek 49. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących czytelności piktograficznej instrukcji użytkowania krzesła ewakuacyjnego typu Falcon

Źródło: opracowanie własne

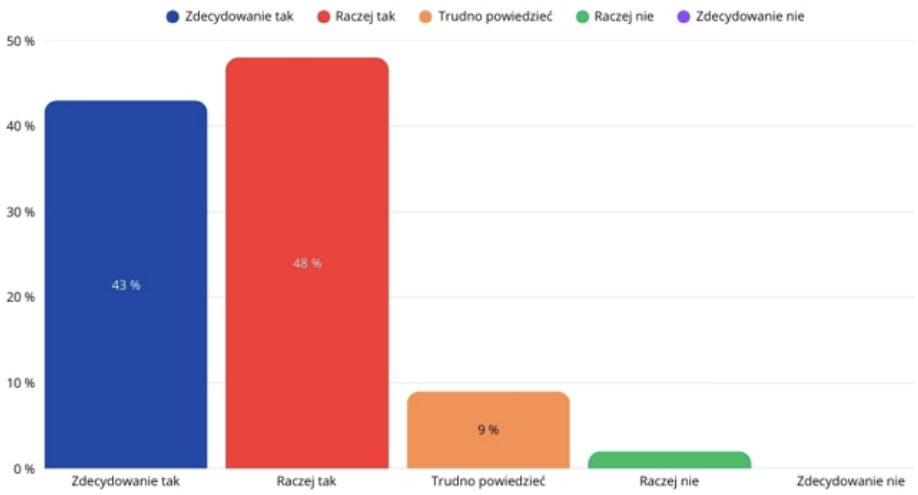


Rysunek 50. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących czytelności piktograficznej instrukcji użytkowania krzesła ewakuacyjnego typu Robin

Źródło: opracowanie własne

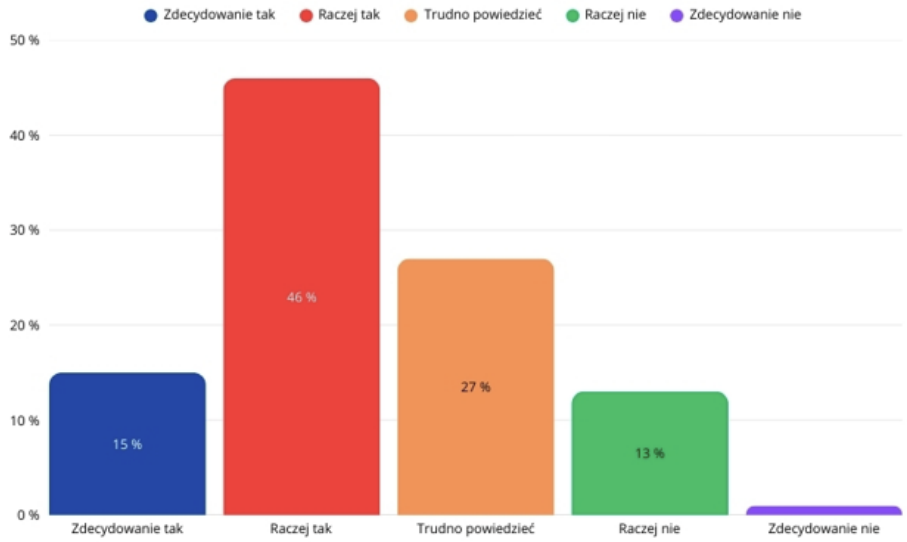
Zwrócono się do ankietowanych, aby ocenili czy rozłożenie i przygotowanie krzesła ewakuacyjnego do użycia jest dla nich łatwe. W przypadku obu krzeseł respondenci

wypowiedzieli się twierdząco z korzystniejszym przesunięciem w kierunku krzesła na czterech stałych kołach. Widoczna jest również większa cześć osób, która udzieliła odpowiedzi negatywnych w przypadku krzesła ewakuacyjnego ze składanymi tylnymi kołami. Taka sytuacja może sugerować, że krzesło, które wymaga większej liczby ruchów do rozłożenia krzesła ewakuacyjnego co może być negatywnie odbierane przez respondentów, czyli jako trudniejsze w użyciu (Rysunek 51) i (Rysunek 52).



Rysunek 51. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących łatwości obsługi krzesła ewakuacyjnego typu Falcon

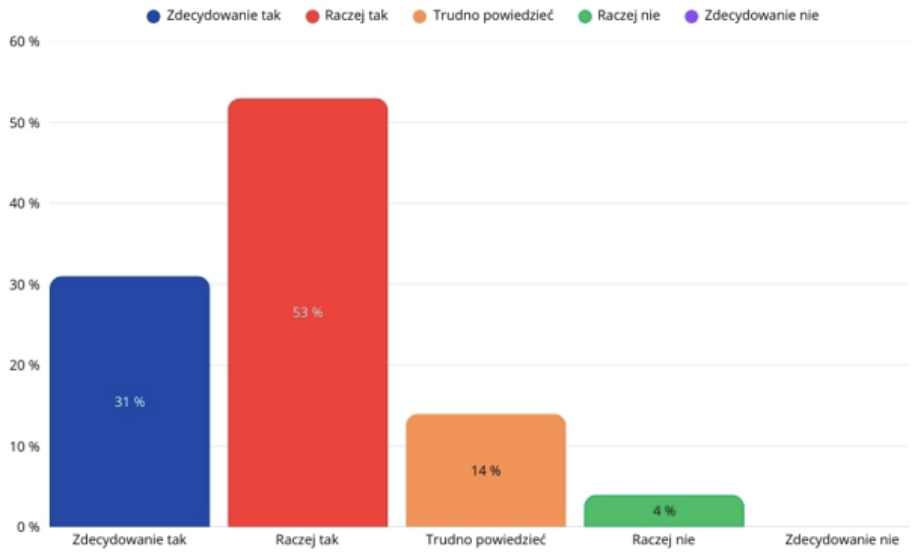
Źródło: opracowanie własne



Rysunek 52. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących łatwości obsługi krzesła ewakuacyjnego typu Robin

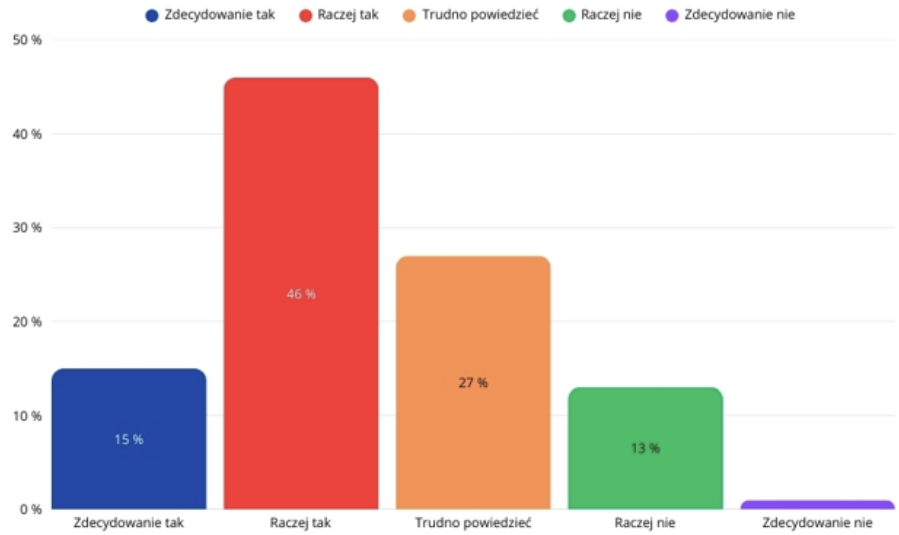
Źródło: opracowanie własne

Kolejne pytanie skierowane do respondentów dotyczyło łatwości przeprowadzenia ewakuacji osoby przy użyciu krzesła ewakuacyjnego. W przypadku obu krzeseł większość odpowiedzi był twierdząca natomiast w przypadku krzesła ze składanymi tylnymi kołami wyróżniała się grupa osób, której odpowiedzi sugerują, że ten proces nie był dla nich łatwy (Rysunek 53) i (Rysunek 54).



Rysunek 53. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących łatwości ewakuacji OZN przy użyciu krzesła ewakuacyjnego typu Falcon

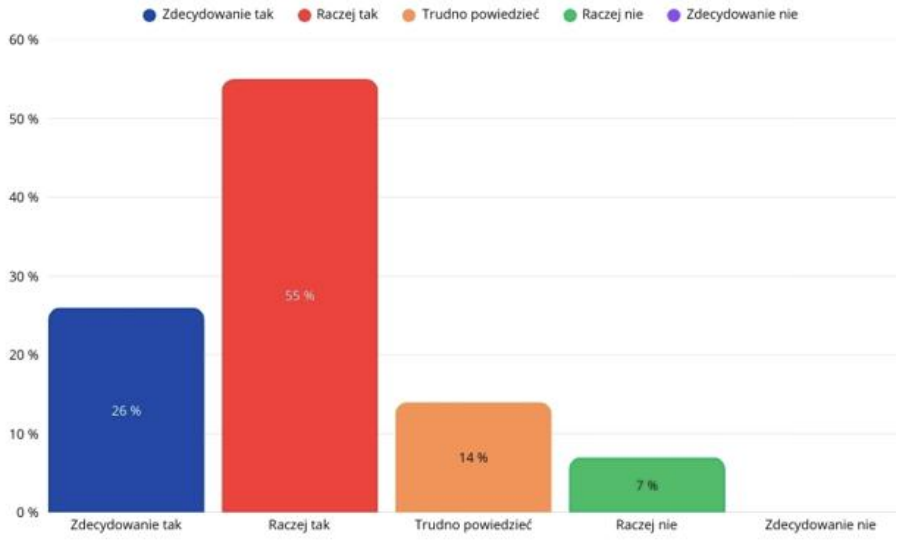
Źródło: opracowanie własne



Rysunek 54. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących łatwości ewakuacji OZN przy użyciu krzesła ewakuacyjnego typu Robin

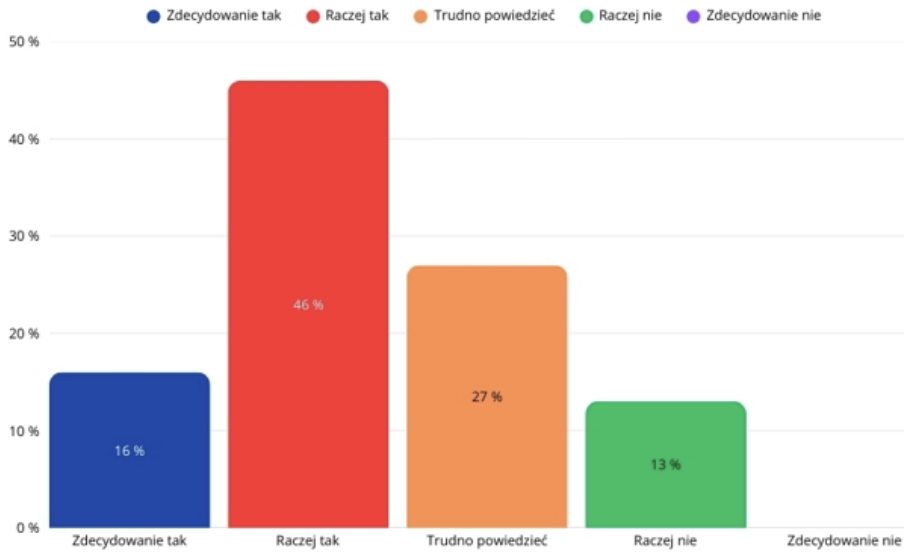
Źródło: opracowanie własne

W kolejnym pytaniu, respondenci oceniali, czy w trakcie ewakuacji manekina czuli się pewnie jako operatorzy krzeseł ewakuacyjnych. Większość respondentów pozytywnie oceniła poczucie pewności w przypadku obu typów krzeseł. Jednakże w porównaniu do krzesła na stałych kołach, większy odsetek negatywnych odpowiedzi odnotowano dla krzesła ze składanymi kołami. Może to sugerować, że z powodu swojej konstrukcji, model ze składanymi kołami jest trudniejszy w użyciu (Rysunek 55 i Rysunek 56)..



Rysunek 55. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących poczucia osoby w roli operatora krzesła ewakuacyjnego typu Falcon

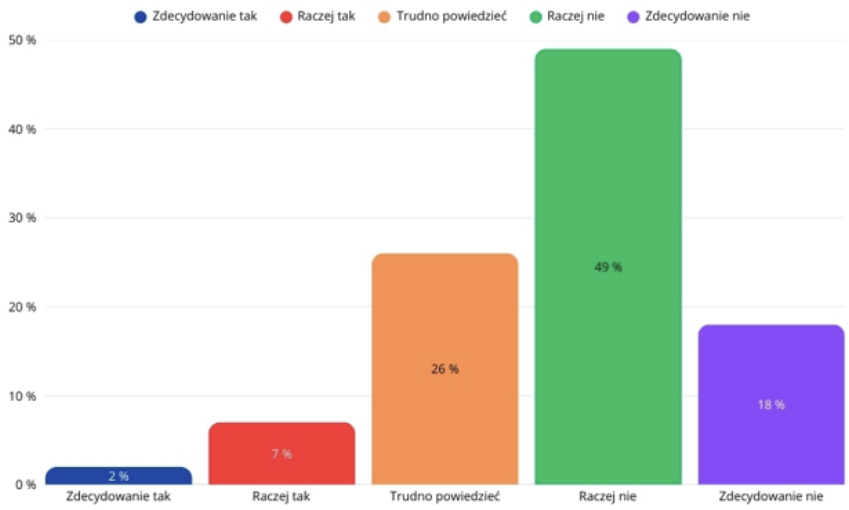
Źródło: opracowanie własne



Rysunek 56. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących poczucia osoby w roli operatora krzesła ewakuacyjnego typu Robin

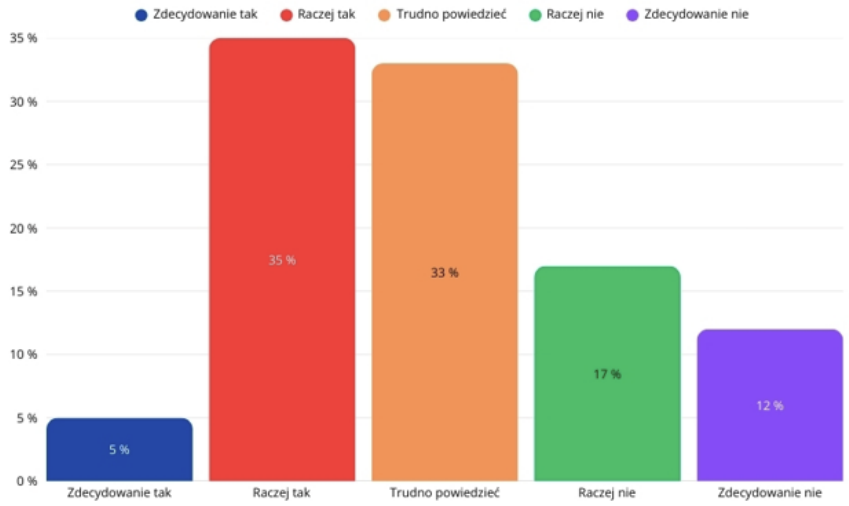
Źródło: opracowanie własne

W kolejnym pytaniu respondenci odnosili się do odczuć towarzyszącym im podczas procesu ewakuacji manekina przy użyciu krzesła ewakuacyjnego. Otrzymane wynika wskazują, że w przypadku krzesła ewakuacyjnego na stałych czterech kołach zdecydowana większość respondentów wskazała, że nie odczuwała niekomfortowego obciążenia ciała natomiast w przypadku krzesła ze składanymi tylnymi kołami ankietowani odczuwali niedogodności. Takie wyniki potwierdzać mogą, że konstrukcja krzesła oraz odmienny sposób obsługi pomiędzy porównywanymi krzesłami mogą wpływać w widoczny sposób na odczucia respondentów (Rysunek 57) i (Rysunek 58).



Rysunek 57. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących odczucia niekomfortowego obciążenia ciała przez operatora w trakcie użycia krzesła typu Falcon

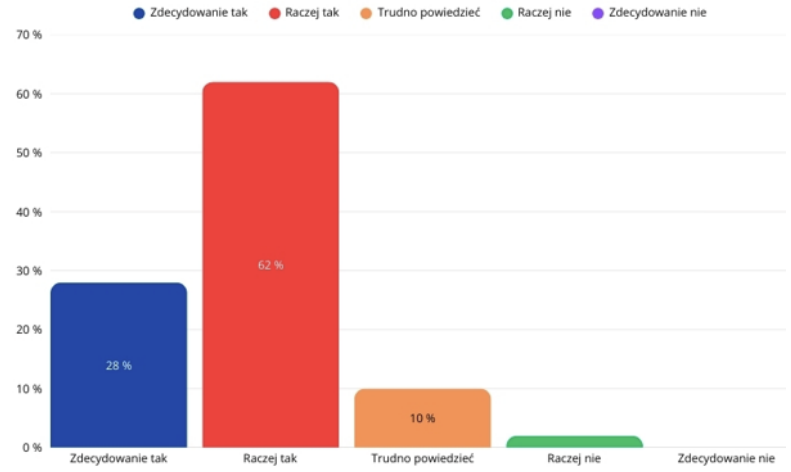
Źródło: opracowanie własne



Rysunek 58. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących odczucia niekomfortowego obciążenia ciała przez operatora w trakcie użycia krzesła typu Robin

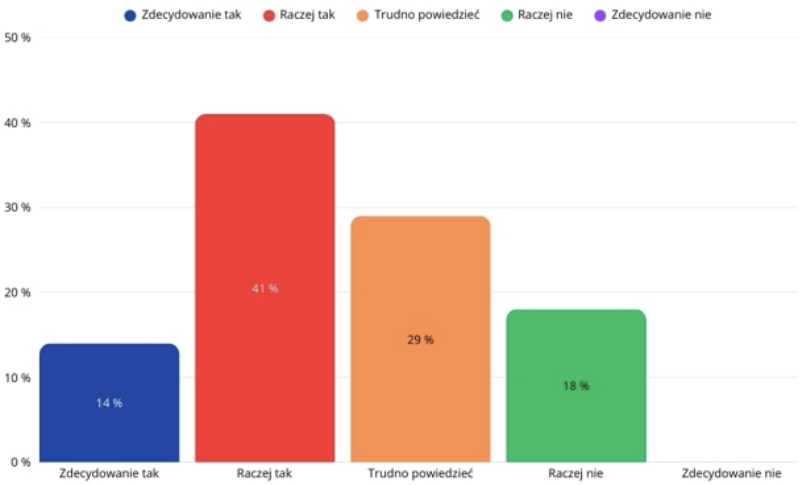
Źródło: opracowanie własne

W odniesieniu do pytania dotyczącego czy podczas ewakuacji uchwyt główny krzesła ewakuacyjnego był na odpowiedniej wysokości respondenci również jak w poprzednich przykładach wskazali odpowiedź twierdzącą w większej grupie przy krześle ewakuacyjnym z stałymi czterema kołami w porównaniu do krzesła ze składanymi tylnymi kołami (Rysunek 59) i (Rysunek 60). Warto zaznaczyć, że w przypadku krzesła na stałych czterech kołach uchwyt główny ma możliwość regulacji w celu dopasowania wysokości uchwytu głównego natomiast w krześle ewakuacyjnym ze składanymi kołami uchwyt główny ma tylko jedna pozycje wysunięcia. Wynik odpowiedzi respondentów mogą sugerować, że brak regulacji wysunięcia uchwytu głównego może wpływać na negatywne odczucia osób będących operatorem krzesła ewakuacyjnego.



Rysunek 59. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących odpowiedniej wysokości uchwytu głównego w krześle ewakuacyjnym typu Falcon

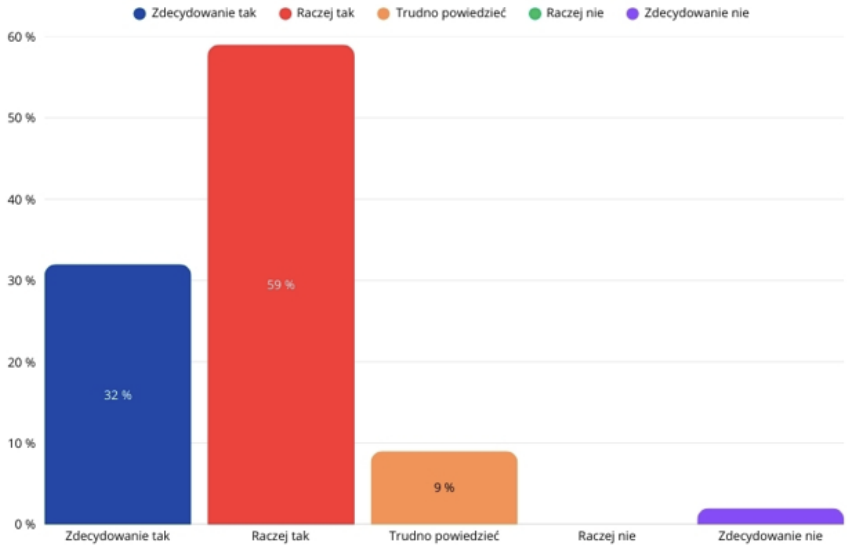
Źródło: opracowanie własne



Rysunek 60. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących odpowiedniej wysokości uchwytu głównego w krześle ewakuacyjnym typu Robin

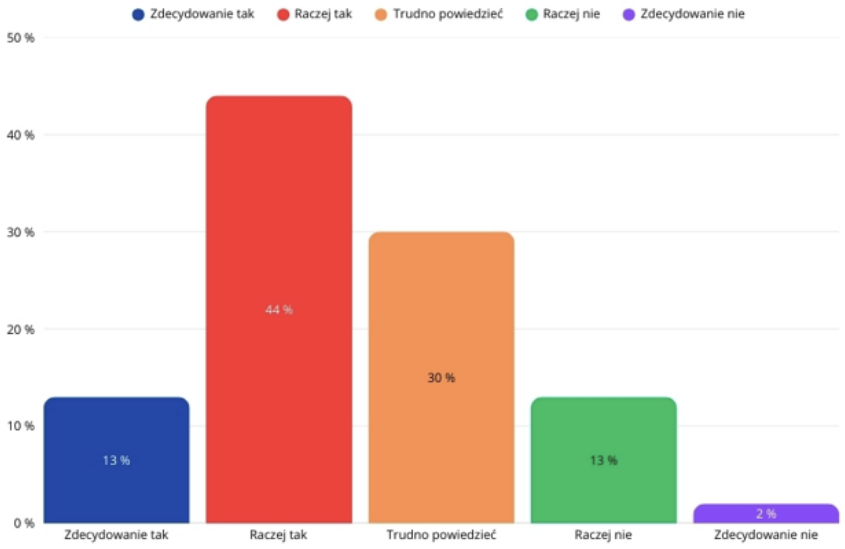
Źródło: opracowanie własne

Kolejnym ocenianym przez respondentów stwierdzeniem było odniesienie się do łatwości manewrowania przedmiotowymi dwoma rodzajami krzeseł ewakuacyjnych. Analiza odpowiedzi wskazuje, że więcej użytkowników było zadowolonych z manewrowania krzesłem na stałych czterech kołach niż krzesłem ze składanymi tylnymi kołami. Różnice konstrukcyjne w poddanych badaniu krzesłach powodują różniące w odczuciach osób będących operatorami krzeseł ewakuacyjnych (Rysunek 61) i (Rysunek 62). Można twierdzić, że cztery stałe koła w jednym z krzeseł powodują, że proces manewrowania jest łatwiejszy.



Rysunek 61. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących łatwości manewrowania krzesłem ewakuacyjnym typu Falcon

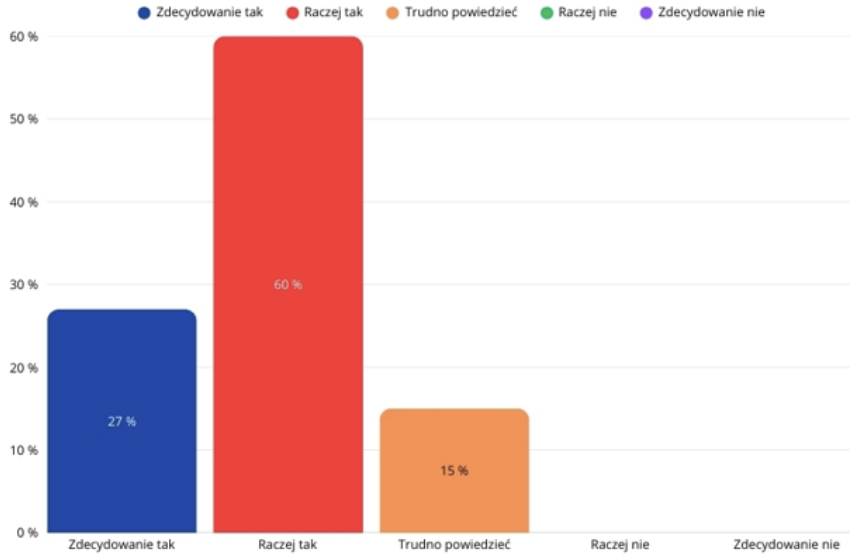
Źródło: opracowanie własne



Rysunek 62. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących łatwości manewrowania krzesłem ewakuacyjnym typu Robin

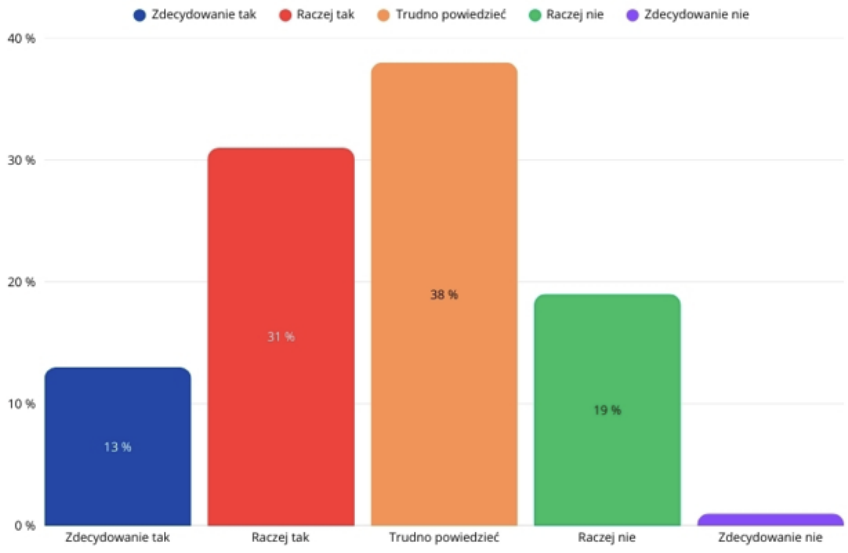
Źródło: opracowanie własne

Odnośnie ergonomii respondenci udzielili odpowiedzi na postawione stwierdzenie dotyczące spełnienia przez krzesło ewakuacyjne oczekiwań w kontekście ergonomii. Większa grupa ankietowanych wypowiedziała się twierdząco na korzyść krzesła ewakuacyjnego na stałych czterech kołach. Rozwiązania techniczne zastosowane w krześle ewakuacyjnym na stałych czterech kołach pozytywnie wpłynęły na odczucia w kontekście ergonomii pracy w trakcie procesu ewakuacji (Rysunek 63) i (Rysunek 64).



Rysunek 63. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących spełnienia przez krzesło ewakuacyjne typu Falcon oczekiwań w zakresie ergonomii

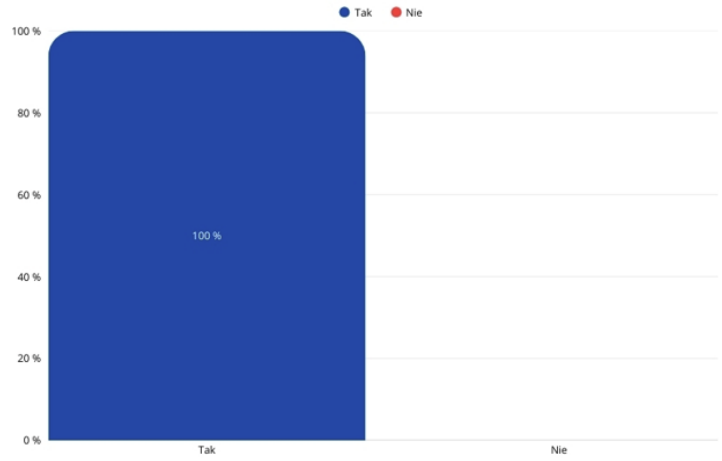
Źródło: opracowanie własne



Rysunek 64. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących spełnienia przez krzesło ewakuacyjne typu Robin oczekiwań w zakresie ergonomii

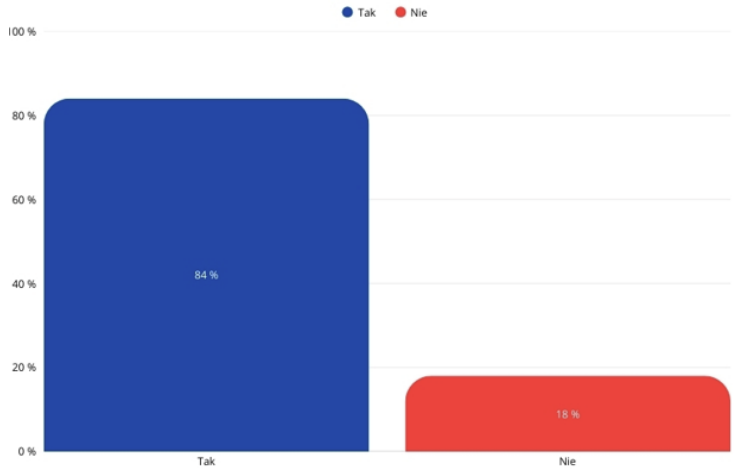
Źródło: opracowanie własne

W badaniu ankietowym zadano respondentom pytanie czy poleciliby krzesło ewakuacyjne innym placówkom lub osobom. Wyniki odpowiedzi wskazują, że krzesło ewakuacyjne na stałych czterech kołach chętniej byłoby polecane natomiast krzesło ewakuacyjne ze składanymi tylnymi kołami w mniejszym stopniu. Otrzymane wyniki mogą sugerować, że trudniejsze w obsłudze krzesło ewakuacyjne może być przeszkodą w polecaniu go innym podmiotom (Rysunek 65) i (Rysunek 66). Warto zwrócić uwagę, że krzesła ewakuacyjne, które są łatwe w użyciu oraz zawierające rozwiązania poprawiające ergonomię pracy użytkowników mogą decydować w procesie decyzyjnym o wyborze danego rozwiązania.



Rysunek 65. odpowiedzi respondentów dotyczących rekomendacji krzesła ewakuacyjnego typu Falcon do innych obiektów

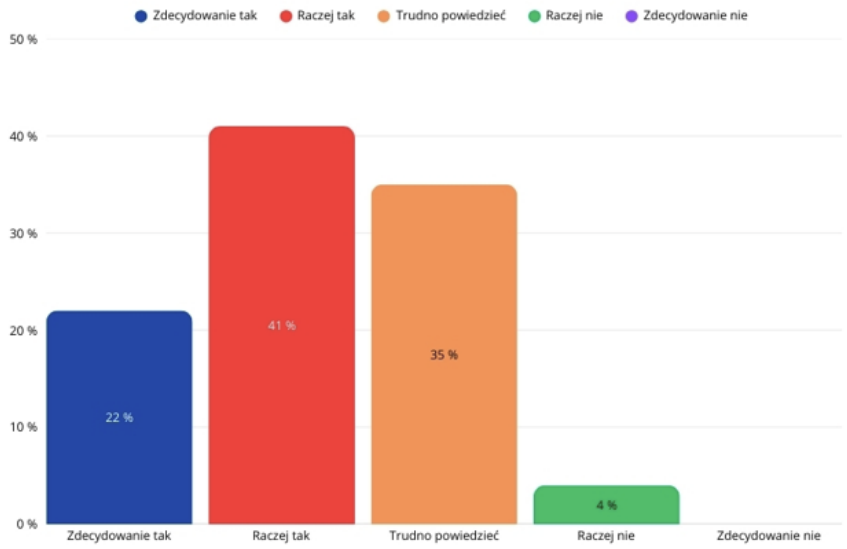
Źródło: opracowanie własne



Rysunek 66. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących rekomendacji krzesła ewakuacyjnego typu Robin do innych obiektów

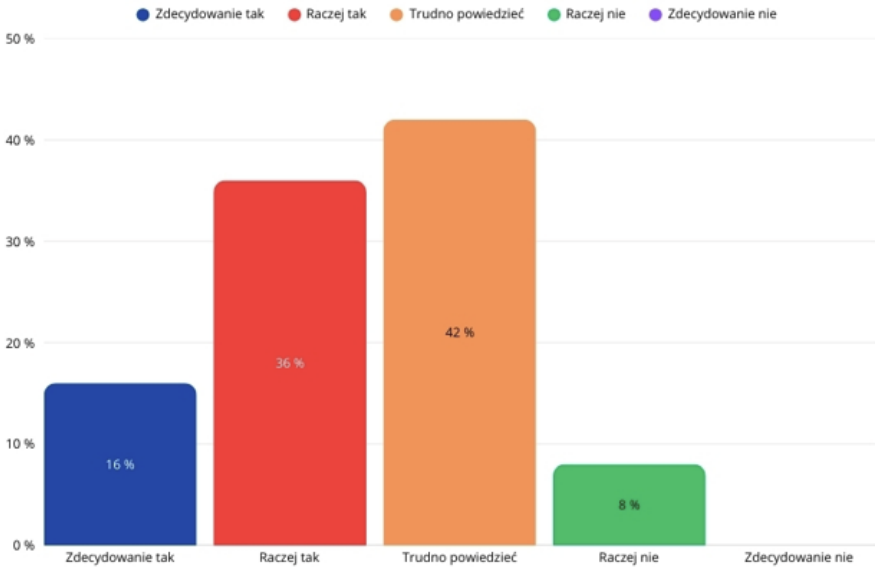
Źródło: opracowanie własne

W kolejnym etapie badania uzyskano odpowiedzi od respondentów odnoszące się do wyglądu krzesła ewakuacyjnego. W przypadku obu krzeseł ewakuacyjnych większość odpowiedzi była twierdząca ale duża część odpowiedzi była wskazana jako „trudno powiedzieć" (Rysunek 67) i (Rysunek 68). Wyniki uzyskanych odpowiedzi mogą sugerować, że krzesło ewakuacyjne jako rozwiązanie mało znane na rynku może powodować u respondentów trudność w ocenie wyglądu krzesła ewakuacyjnego z braku porównania do innych modeli.



Rysunek 67. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących wyglądu zewnętrznego krzesła ewakuacyjnego typu Falcon

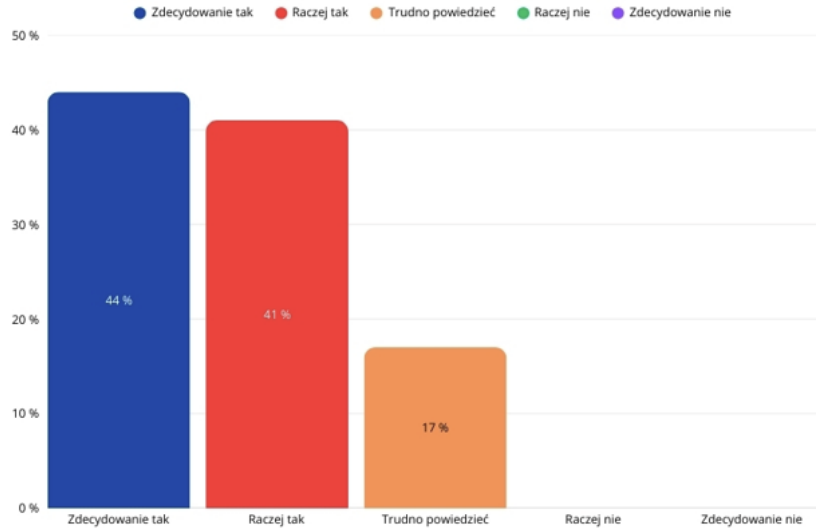
Źródło: opracowanie własne



Rysunek 68. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących wyglądu zewnętrznego krzesła ewakuacyjnego typu Robin

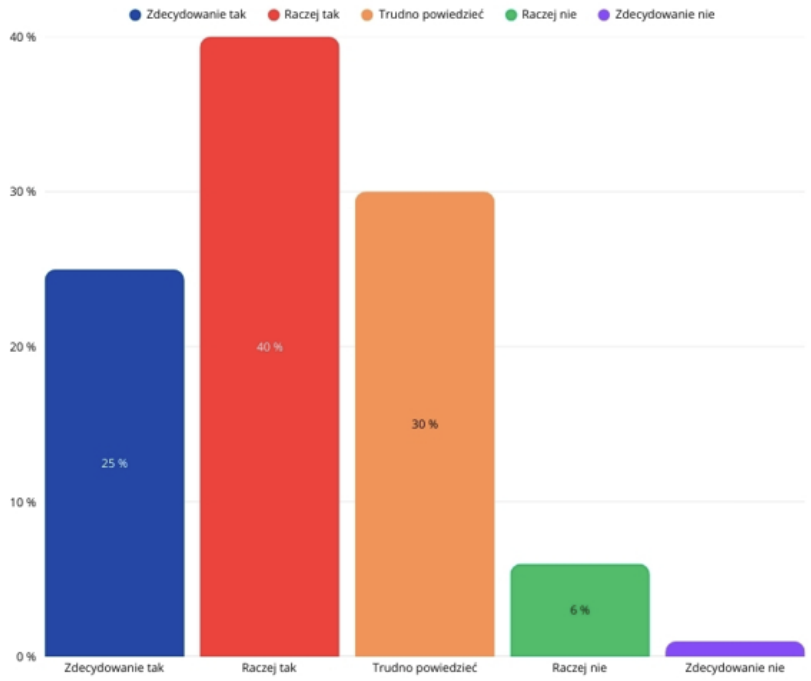
Źródło: opracowanie własne

Kolejne pytanie pozwoliło na otrzymanie wyników dotyczących oceny odczuć respondentów na temat solidności krzesła ewakuacyjnego. Respondenci w zdecydowanej większości wskazali, że oba krzesła ewakuacyjne są solidne jednak należy zaznaczyć przewagę w odpowiedziach respondentów na korzyść krzesła ewakuacyjnego ze stałymi czterema kołami (Rysunek 69) i (Rysunek 70).



Rysunek 69. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących oceny solidności krzesła ewakuacyjnego typu Falcon

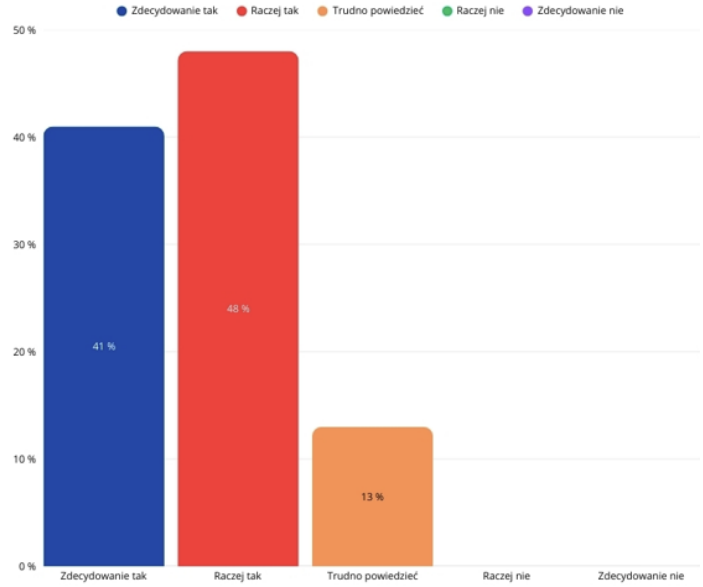
Źródło: opracowanie własne



Rysunek 70. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących oceny solidności krzesła ewakuacyjnego typu Robin

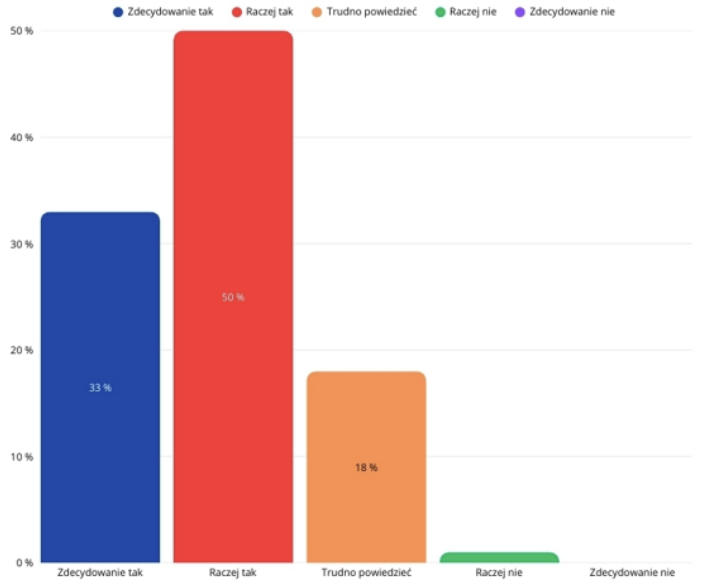
Źródło: opracowanie własne

W kontynuacji badania ankietowego zadano również pytanie respondentom o jakość użytych w krzesłach ewakuacyjnych materiałów tekstylnych. W przypadku obu krzeseł ewakuacyjnych respondenci odpowiedzieli twierdząco wskazując, że materiały tekstylne użyte do produkcji są wysokiej jakości (Rysunek 71) i (Rysunek 72). Takie odpowiedzi mogą sugerować, że nie ma konieczności wprowadzania zmian.



Rysunek 71. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących odczuć w sprawie jakości materiału tekstylnych w krześle ewakuacyjnym typu Falcon

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 72. . Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących odczuć w sprawie jakości materiału tekstylnych w krześle ewakuacyjnym typu Robin

Źródło: opracowanie własne

W kolejnym etapie badania ankietowego respondentom zadano pytania otwarte w celu umożliwienia swobodnego wyrażania swoich myśli i opinii, aby uzyskać bardziej szczegółowe informacje. W jednym z postawionych pytań respondenci mieli wymień najważniejsze cechy krzesła ewakuacyjnego? Otrzymano różne odpowiedzi m.in. rama (czyli konstrukcja główna), płoza ślizgowa, czy możliwość szybkiej ewakuacji osoby z niepełnosprawnością. Wyniki mogą sugerować, że respondenci po szkoleniu przyswoili podstawową wiedzę w zakresie funkcjonalności krzesła ewakuacyjnego.

W kolejnym pytaniu respondenci mieli wskazać czego brakowało lub co by zmienił/a przy krześle ewakuacyjnym typu Falcon (na stałych czterech kołach). Najwięcej otrzymano odpowiedzi, że nie ma nic do zmiany, następnie w kolejności, aby zastosować większe koła. Pozostałe odpowiedzi były pojedyncze i nic nie wnoszące do niniejszej rozprawy.

Kolejne pytanie było tożsame natomiast dotyczyło krzesła ewakuacyjnego typu Robin (ze składanymi tylnymi kołami). Zdecydowaną większość stanowiły odpowiedzi, że nie ma nic do zmiany natomiast pojawiły się propozycje dotyczące wyposażenia krzesła ewakuacyjnego w podnóżek, zmiana uchwytu głównego na uchwyt z regulacją wysokości oraz aby zapewnić większą stabilność krzesła. W odpowiedzi na pytania otwarte pojawiały się również opisy informujące o trudności oceny brakujących elementów krzesła lub co można dodać lub zmienić ponieważ respondenci większości mieli pierwszy raz do czynienia z krzesłami ewakuacyjnymi. Zwrócili uwagę, że nie mają wiedzy w tym zakresie a ich odpowiedzi w głównej mierze oparte są na podstawie informacji zdobytych podczas szkolenia oraz odczuć.

Podsumowując wpływ rodzaju krzesła ewakuacyjnego na odczucia respondentów można sformułować następujące spostrzeżenia i wnioski:

1. Uczestnicy badania ocenili krzesło na stałych czterech kołach (Falcon) jako łatwiejsze w użyciu i zapewniające większe poczucie pewności podczas ewakuacji. Model ze składanymi kołami (Robin) jest postrzegany jako trudniejszy w użyciu i subiektywnie mniej bezpieczny.
2. Ważnym elementem, który zadecydował o wyższych notach dla krzesła Falcon, była jego ergonomia. Możliwość regulacji wysokości uchwytu, której brakowało w modelu Robin, znacząco wpłynęła na komfort i pozytywne odczucia użytkowników.
3. Wyniki badania ankietowego wskazują, że najważniejsze cechy krzesła ewakuacyjnego to funkcjonalność, łatwość i wygoda użycia (ergonomia) i subiektywnie oceniane bezpieczeństwo.

4. Brak znajomości sprzętu ewakuacyjnego wśród respondentów był widoczny w otwartych pytaniach, gdzie większość z nich nie miała nic do dodania lub zmiany w konstrukcji, opierając się jedynie na wrażeniach ze szkolenia.

W ramach analizy wnioski z badania ankietowego oparto na korelacjach Persona na podstawie arkusza korelacji przedstawionego w tabeli 5. Dla wartości współczynników r zostały podane w przybliżeniu (do trzech miejsc po przecinku), gdzie dla efektów $r \geq 0{,}40$ uzyskano $p < 0{,}001$.

Tabela 5. Wyniki korelacji w badaniu ankietowym

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	-0,09	0,10	-0,03	-0,15	-0,01	0,21	0,12	-0,07	0,00	0,12	0,23	0,26	0,18	0,27	0,52	0,09	0,00	-0,06	-0,05	-0,09	-0,29	0,35	0,18	0,33	0,06	0,43	0,36	0,05	0,00	0,46	0,07	0,06	-0,29	-0,05
1		0,46	0,29	0,23	0,12	-0,13	-0,30	0,18	-0,12	0,01	-0,08	-0,20	-0,35	-0,13	-0,26	0,19	0,14	-0,26	-0,29	-0,08	0,14	-0,11	-0,26	-0,21	-0,38	-0,23	-0,21	0,18	0,13	-0,25	-0,16	-0,20	0,34	-0,17
2			0,27	0,12	0,02	-0,03	-0,23	0,08	-0,03	0,08	-0,05	0,02	-0,16	-0,07	-0,09	0,17	-0,10	-0,16	-0,09	-0,02	0,06	0,01	-0,01	-0,02	-0,13	-0,01	-0,17	0,10	0,06	-0,10	-0,09	-0,25	0,23	0,01
3				0,15	0,18	-0,03	-0,20	0,15	0,13	-0,09	-0,03	-0,05	-0,14	-0,12	-0,09	-0,16	0,04	-0,21	-0,09	-0,08	0,01	-0,13	-0,14	0,03	-0,17	-0,19	-0,30	-0,07	-0,06	-0,01	-0,09	-0,23	0,39	0,06
4					0,34	-0,21	-0,11	0,34	-0,29	-0,33	-0,16	-0,21	-0,06	-0,23	-0,18	0,12	0,02	-0,14	-0,08	-0,15	0,15	0,04	-0,02	-0,08	-0,07	-0,27	-0,20	0,22	0,16	-0,18	-0,21	-0,03	0,17	-0,19
5						-0,35	-0,27	0,43	-0,50	-0,56	-0,28	-0,43	-0,29	-0,43	-0,21	-0,03	0,12	-0,19	-0,32	-0,39	0,15	-0,11	-0,19	-0,18	-0,33	-0,21	-0,15	0,06	0,06	-0,32	-0,32	-0,16	0,26	-0,39
6							0,61	-0,33	0,56	0,62	0,61	0,62	0,50	0,53	0,52	-0,03	-0,04	0,40	0,44	0,43	-0,13	0,31	0,27	0,24	0,46	0,41	0,32	-0,05	-0,09	0,57	0,42	0,03	-0,18	0,39
7								-0,28	0,46	0,45	0,46	0,53	0,52	0,42	0,43	-0,16	-0,03	0,68	0,32	0,30	-0,11	0,24	0,29	0,23	0,47	0,27	0,33	-0,20	-0,22	0,42	0,25	0,06	-0,34	0,29
8									-0,52	-0,45	-0,39	-0,30	-0,20	-0,45	-0,32	0,14	0,00	-0,24	-0,24	-0,35	0,36	-0,09	-0,07	-0,18	-0,32	-0,35	-0,23	0,12	0,08	-0,28	-0,33	-0,07	0,19	-0,41
9										0,73	0,57	0,58	0,48	0,55	0,45	-0,22	0,00	0,30	0,44	0,54	-0,22	0,17	0,26	0,30	0,42	0,36	0,21	-0,28	-0,29	0,54	0,42	0,03	-0,07	0,76
10											0,54	0,61	0,39	0,55	0,45	-0,02	-0,12	0,31	0,35	0,56	-0,19	0,18	0,27	0,23	0,32	0,42	0,25	-0,20	-0,21	0,51	0,41	0,01	-0,19	0,51
11												0,51	0,41	0,69	0,48	-0,12	-0,02	0,18	0,28	0,38	-0,13	0,42	0,19	0,27	0,38	0,33	0,27	-0,26	-0,26	0,51	0,40	0,07	-0,23	0,40
12													0,49	0,58	0,45	-0,09	-0,16	0,37	0,41	0,42	-0,27	0,42	0,50	0,41	0,41	0,37	0,24	-0,18	-0,20	0,65	0,46	0,00	-0,26	0,44
13														0,55	0,51	-0,14	-0,03	0,33	0,37	0,28	-0,20	0,36	0,29	0,41	0,76	0,40	0,25	-0,07	-0,11	0,57	0,35	0,13	-0,39	0,35
14															0,44	-0,03	-0,03	0,27	0,30	0,34	-0,23	0,42	0,35	0,46	0,47	0,43	0,32	-0,13	-0,10	0,56	0,39	0,12	-0,36	0,41
15																-0,07	0,02	0,12	0,24	0,23	-0,27	0,30	0,22	0,32	0,39	0,76	0,32	-0,06	-0,08	0,69	0,33	0,02	-0,32	0,23
16																	0,07	-0,04	-0,16	-0,06	-0,01	0,12	-0,04	0,04	-0,14	0,05	0,19	0,74	0,70	-0,12	-0,05	-0,04	0,03	-0,19
17																		-0,06	-0,33	-0,30	0,22	-0,02	-0,14	-0,26	-0,03	0,00	0,07	0,08	-0,10	-0,05	-0,10	-0,01	0,09	-0,20
18																			0,44	0,43	-0,07	0,26	0,33	0,27	0,49	0,37	0,15	-0,07	-0,08	0,24	0,43	0,24	-0,18	0,41
19																				0,78	-0,27	0,28	0,42	0,49	0,50	0,33	-0,01	-0,19	-0,13	0,32	0,44	0,29	-0,08	0,65
20																					-0,34	0,17	0,37	0,50	0,40	0,33	0,06	-0,16	-0,09	0,32	0,54	0,16	-0,03	0,73
21																						-0,36	-0,35	-0,67	-0,26	-0,25	-0,13	0,01	0,00	-0,29	-0,27	0,04	0,21	-0,31
22																							0,46	0,57	0,39	0,34	0,17	0,05	-0,05	0,37	0,36	0,18	-0,30	0,27
23																								0,55	0,24	0,31	0,12	-0,07	-0,11	0,31	0,30	0,11	-0,24	0,44
24																									0,47	0,37	0,10	-0,04	-0,03	0,42	0,50	0,10	-0,25	0,47
25																										0,44	0,13	-0,11	-0,10	0,44	0,49	0,24	-0,33	0,49
26																											0,34	0,03	0,00	0,58	0,50	0,24	-0,29	0,32
27																												0,13	0,11	0,31	0,11	0,27	-0,37	0,08
28																													0,84	-0,12	-0,11	-0,08	0,05	-0,28
29																														-0,16	-0,09	-0,01	0,05	-0,23
30																															0,58	0,12	-0,33	0,38
31																																0,17	-0,18	0,48
32																																	-0,13	0,14
33																																		0,00
34																																		

Źródło: opracowanie własne

Analiza korelacji odpowiedzi udzielonych przez respondentów badania wskazuje na związki pomiędzy poszczególnymi obszarami.

Zgodność poczucia bezpieczeństwa z praktyką i kulturą organizacyjną – przeprowadzona analiza macierzy korelacji wskazuje, że deklarowane przez respondentów poczucie ogólnego bezpieczeństwa z występowania w budynku krzesła ewakuacyjnego jest spójne w ujęciu z trzema wymiarami praktyki organizacyjnej. Jeden wymiar obejmuje swym zakresem świadomość bezpieczeństwa wzmacnianą ćwiczeniami praktycznymi z użyciem krzeseł ewakuacyjnych (r = 0,386), drugi dotyczy postrzegania troski w organizacji o bezpieczeństwo ewakuacji osób ze szczególnymi potrzebami (r = 0,289) oraz trzeci, który odnosi się do wiedzy o lokalizacji najbliższego krzesła ewakuacyjnego (r = 0,274). Poczucie bezpieczeństwa respondentów występuje jako emergentny efekt praktykowania. Jeżeli ćwiczenia ewakuacyjne z użyciem krzeseł ewakuacyjnych są przeprowadzane regularne i na bieżąco wyjaśniane wszelkie niejasności oraz dostępność sprzętu ewakuacyjnego jest łatwo dostępna, tam rośnie poczucie bezpieczeństwa w organizacji.

Poczucie pewności operatora krzesła ewakuacyjnego względem ergonomii użytkowania – wyniki analizy korelacji wskazują, że pytanie „czuję się pewnie jako operator krzesła ewakuacyjnego" jest ściśle powiązane z ocenami respondentów dotyczącymi ergonomii, solidności i możliwością manewrowania krzesłem ewakuacyjnym - w kierunku przeciwnym z odczuwalnym obciążeniem ciała operatora krzesła ewakuacyjnego. Dla krzesła ewakuacyjnego na czterech stałych kołach (typu Falcon) respondenci ocenili, że krzesło ewakuacyjne spełnia oczekiwania w zakresie ergonomii (r = 0,548) oraz, że jest solidne (r = 0,537). Dla krzesła ewakuacyjnego ze składanymi tylnymi kołami (typu Robin) obserwuje się powiązanie z atrakcyjnością i akceptowalnością użytkową na poziomie (r – 0,486). Wyniki wskazują również, że pewność operatora krzesła ewakuacyjnego maleje wraz ze wzrostem odczuwanego obciążenia w trakcie ewakuacji przy użyciu krzesła ewakuacyjnego (dla krzesła ewakuacyjnego typu Robin, r = -0,306 natomiast dla krzesła ewakuacyjnego typu Falcon, r = -0,410). Taka sytuacja sugeruje, że ergonomia pracy operatora obejmująca wysokość uchwytów, stabilność krzesła ewakuacyjnego, obsługa w trakcie ewakuacji, czytelna i zrozumiała instrukcja oraz technika obsługi krzesła ewakuacyjnego wpływają w dużym stopniu na pewność i skuteczność operatora.

Praktyczne ćwiczenia a atrakcyjność wyglądu krzesła ewakuacyjnego – wyniki korelacji wskazują, że atrakcyjny wygląd krzesła ewakuacyjnego nie spełnia funkcji dźwigni w zakresie poprawy poczucia bezpieczeństwa. Związek z deklaracjami respondentów w ujęciu, że ćwiczenia praktyczne z użyciem krzesła ewakuacyjnego zwiększają świadomość jest ujemny

(dla krzesła ewakuacyjnego typu Robin, r = -0,331 natomiast dla krzesła ewakuacyjnego typu Falcon, r = -0,391). Percepcja bezpieczeństwa wynikająca z obecności krzesła ewakuacyjnego w budynku podobnie koreluje w sposób ujemny z wybranymi cechami wizualnymi (r = -0,20) oraz materiałowymi (r = -0,21).

Akceptacja estetyczna może działać jako czynnik dodatkowy, lecz nie jest w stanie zastąpić praktycznych treningów z użyciem krzesła ewakuacyjnego. Atrakcyjność wizualna rozwiązania ma znaczenie, lecz nie wpływa na poprawę poczucia bezpieczeństwa w organizacji.

Pętla doskonalenia - analiza macierzy korelacji w zakresie odpowiedzi na pytania „ile razy przeprowadzałeś ewakuację przy użyciu krzesła ewakuacyjnego" wskazuje interesujący, choć paradoksalny wzorzec. Wyniki wskazują, że większa liczba przeprowadzonych ewakuacji przy użyciu krzesła ewakuacyjnego wiąże się z wyższym odczuwalnym obciążeniem ciała operatora (r = 0,338), niższą oceną łatwości ewakuacji przy użyciu krzesła ewakuacyjnego (r = -0,330) oraz niższym poczuciem pewności operatora (r = -0,292). Otrzymane wyniki sugerują, że gdy operator nabywa doświadczenie w obsłudze krzeseł ewakuacyjnych nabywa pewności natomiast wyzbywa się również poczucia łatwości przeprowadzenia całościowego procesu ewakuacji. Operator świadomy czynności, które są przed nim do zrealizowania dostrzega realne ograniczenia procesu. Taka sytuacja wymaga wzmocnienia potrzeby pętli doskonalenia, która powinna obejmować przegląd powysiłkowy (po każdym przeprowadzonym cyklu ćwiczenia), monitorować obciążenie operatora oraz implementować techniki w obsłudze krzesła ewakuacyjnego wpływające na trwałe usprawnienia procesu.

Ważnym aspektem również wynikającym z korelacji jest zwiększone poczucie bezpieczeństwa w przypadku, gdy budynek jest wyposażony w krzesła ewakuacyjne. To również dowodzi, że organizacja dba o każdą osobę i o jego zdrowie i życie.

Ogólne podsumowanie wyników analizy korelacji może sprzyjać kształtowaniu kultury bezpieczeństwa organizacji.

6.4 Podsumowanie i wnioski z badania ankietowego użytkowników krzeseł ewakuacyjnych

Przeprowadzone badanie ankietowe stanowiło istotny element triangulacji metod badawczych zastosowanych w części rozprawy doktorskiej i pozwoliło na uzyskanie zarówno danych ilościowych, jak i jakościowych, dotyczących użytkowania krzeseł ewakuacyjnych w warunkach symulowanej ewakuacji osób z niepełnosprawnościami. Jego nadrzędnym celem była ocena funkcjonalna, ergonomiczna i psychofizyczna użytkowników dwóch różnych pod

względem konstrukcji modeli krzeseł ewakuacyjnych – Falcon (z czterema stałymi kołami) oraz Robin (ze składanymi tylnymi kołami) – z perspektywy użytkowników pełniących rolę operatorów.

Respondenci badania tj. pracownicy i studenci budynków wielokondygnacyjnych – udzielili odpowiedzi bezpośrednio po przeprowadzonych próbach ewakuacyjnych, co pozwoliło na rejestrację ich autentycznych wrażeń oraz percepcji funkcjonowania urządzeń. Otrzymane dane pozwoliły na kompleksową ocenę poziomu świadomości bezpieczeństwa, doświadczeń z użytkowania oraz wskazań dotyczących możliwych usprawnień technicznych i organizacyjnych.

Z analizy wyników wyłania się kilka kluczowych wniosków:

1. Wpływ szkoleń i doświadczenia praktycznego

   Analiza korelacyjna wykazała istotny związek pomiędzy liczbą przeprowadzonych prób ewakuacji a poziomem deklarowanego przygotowania i kompetencji operatorów. Oznacza to, że regularne ćwiczenia z użyciem krzeseł ewakuacyjnych istotnie wpływają na wzrost świadomości oraz kompetencji personelu odpowiedzialnego za ewakuację OZN. Wyniki badania wskazują, że szkolenia przede wszystkim współtworzą odczuwane poczucie bezpieczeństwa.

2. Znaczenie obecności krzeseł ewakuacyjnych w budynku

   Respondenci jednoznacznie wskazali, że obecność krzesła ewakuacyjnego w budynku istotnie wpływa na ich poczucie bezpieczeństwa. Równocześnie ujawniono niedostateczny poziom świadomości lokalizacji takich urządzeń, co wskazuje na potrzebę lepszego oznakowania, aktualizacji planów ewakuacyjnych i komunikacji wewnątrzorganizacyjnej.

3. Ocena ergonomii i łatwości użytkowania

   Model Falcon (krzesło ewakuacyjne ze stałymi czterema kołami), został oceniony przez większość respondentów jako bardziej intuicyjny i ergonomiczny w użytkowaniu. Z kolei model Robin, mimo pozytywnych opinii, uzyskał niższe oceny w zakresie łatwości manewrowania, rozkładania oraz łatwości obsługi. Można przyjąć na podstawie przeprowadzonego badania, że krzesła ewakuacyjne ze stałymi czterema kołami są łatwiejsze w użyciu w porównaniu do krzeseł ze składanymi tylnymi kołami. Właściwy dobór krzeseł ewakuacyjnych do budynku ma istotne znaczenie i powinien uwzględniać zmniejszenie obciążenia pracy operatora w trakcie obsługi krzesła ewakuacyjnego podczas procesu ewakuacji.

4. Pętla doskonalenia

   Wyniki badania wskazują na przeprowadzanie regularnych ćwiczeń z użyciem krzeseł ewakuacyjnych. W trakcie ćwiczeń powinno się zwrócić uwagę na poprawę techniki obsługi krzesła ewakuacyjnego, obowiązujących procedur, zmiany ról operatorów w celu usprawniania procesu ewakuacji. Rolą wdrożenia pętli doskonalenia jest trwałe usprawnienia procesu ewakuacyjnego w organizacji.

5. Konstrukcja i funkcjonalność a efektywność ewakuacji

   Uzyskane odpowiedzi wskazują, że różnice konstrukcyjne pomiędzy krzesłami mogą istotnie wpływać na obciążenie operatora podczas ewakuacji, co bezpośrednio przekłada się na bezpieczeństwo osoby ewakuowanej. Brak regulacji wysokości uchwytu oraz większa złożoność przygotowania do użycia w przypadku krzesła ewakuacyjnego Robin były częściej wskazywane jako czynniki utrudniające obsługę.

6. Otwartość respondentów na zmiany i innowacje

   W odpowiedziach na pytania otwarte pojawiły się liczne propozycje usprawnień, takie jak: zwiększenie średnicy kół, dodanie podnóżka, możliwość regulacji uchwytu głównego oraz ogólna optymalizacja konstrukcji w kierunku prostoty obsługi. Zgłaszane postulaty dowodzą wysokiego zaangażowania respondentów i ich gotowości do partycypacji w procesie doskonalenia rozwiązań przeznaczonych do ewakuacji OZN.

7. Korelacje wspierające rozwój kultury bezpieczeństwa

   Analiza korelacyjna wykazała istotne powiązania pomiędzy obecnością i znajomością krzeseł ewakuacyjnych a poczuciem bezpieczeństwa, co wskazuje, że wyposażenie organizacji w odpowiednie rozwiązania ewakuacyjne ma bezpośrednie znaczenie dla postrzeganej dbałości organizacji o życie i zdrowie wszystkich użytkowników budynków, w tym osób ze szczególnymi potrzebami.

Wnioski z badania wskazują na konieczność systemowego podejścia do wdrażania i doskonalenia rozwiązań ewakuacyjnych, które nie tylko spełniają techniczne wymagania, ale również odpowiadają na potrzeby ergonomiczne i psychofizyczne użytkowników. Uzyskane dane mogą stanowić podstawę do opracowania rekomendacji dla producentów, administratorów budynków oraz instytucji odpowiedzialnych za kształtowanie polityki bezpieczeństwa w przestrzeniach publicznych i edukacyjnych.

7 Opracowanie metody kształtującej jakość ergonomiczną systemu ewakuacji OZN z budynków

7.1 Założenia metody

W kolejnym etapie realizacji rozprawy przeprowadzono pogłębioną analizę wyników badań własnych w celu opracowania kompleksowej metody wspierającej poprawę jakości ergonomicznej w systemach ewakuacyjnych przeznaczonych dla OZN. Opracowana metoda poprawy jakości ergonomicznej w systemach ewakuacyjnych ma charakter aplikacyjny i została zaprojektowana z myślą o praktycznym wdrożeniu w rzeczywistych warunkach organizacyjnych. Jej struktura opiera się na czterech kluczowych etapach: zdefiniowania, planowania, monitorowania oraz wdrażania wyników projektu, co umożliwia systematyczne doskonalenie ergonomicznych aspektów ewakuacji, ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb osób z niepełnosprawnościami (OzN).

Centralnym założeniem metody jest dokonanie kompleksowej oceny jakości ergonomicznej systemów ewakuacyjnych, obejmującej zarówno cechy sprzętu ewakuacyjnego, jak i doświadczenia użytkowników – operatorów i ewakuowanych. W przypadku identyfikacji niewystarczającego poziomu któregoś z analizowanych czynników (np. komfortu użytkowania, łatwości manewrowania, intuicyjności obsługi), metoda przewiduje wdrażanie działań naprawczych i doskonalących, mających na celu podniesienie poziomu jakości danego komponentu.

W tym celu opracowanie zostało uzupełnione o zbiór rekomendacji, które wspierają proces kształtowania pożądanego poziomu każdego z ocenianych czynników. Rekomendacje obejmują zarówno działania konstrukcyjne (np. zmiany w układzie uchwytów), jak i organizacyjne (np. zwiększenie częstotliwości szkoleń z zakresu obsługi sprzętu ewakuacyjnego).

Metoda jest otwarta na adaptację do różnych typów organizacji, dzięki czemu może służyć zarówno jako narzędzie diagnozy stanu obecnego, jak i jako model wspierający rozwój kultury bezpieczeństwa w instytucjach odpowiedzialnych za ewakuację osób o szczególnych potrzebach.

7.2 Grupy docelowe i zakres zastosowania metody

Metoda jest adresowana do trzech głównych grup interesariuszy zaangażowanych w proces projektowania, wdrażania i realizacji systemów ewakuacyjnych:

- Projektantów i producentów sprzętu ewakuacyjnego, dla których stanowi źródło wytycznych w zakresie kształtowania rozwiązań ergonomicznych i funkcjonalnych,

- Decydentów organizacyjnych, odpowiedzialnych za wybór i wdrażanie procedur oraz narzędzi ewakuacyjnych w strukturze organizacji,
- Operatorów systemów ewakuacyjnych, czyli osób bezpośrednio realizujących procedury ewakuacyjne w warunkach symulowanych i rzeczywistych.

7.3 Podstawy opracowania metody

Opracowana metoda kształtowania jakości ergonomicznej systemów ewakuacyjnych uwzględniających potrzeby OzN powstała w oparciu o zintegrowane badania własne opisane powyżej w dysertacji, łączące podejście teoretyczne z empirycznym. W pierwszym etapie przeprowadzono analizę literatury z zakresu ergonomii, projektowania sprzętu ewakuacyjnego oraz zarządzania bezpieczeństwem, identyfikując istotne czynniki wpływające na jakość ergonomii w procedurach ewakuacyjnych. W kolejnym kroku zrealizowane wywiady z użytkownikami krzeseł ewakuacyjnych, które pozwoliły na poznanie rzeczywistych trudności i oczekiwań względem funkcjonalności urządzeń w warunkach rzeczywistych. W ramach badań eksperymentalnych wykorzystano system motion capture do oceny biomechanicznych obciążeń operatorów podczas symulowanych scenariuszy ewakuacyjnych, co umożliwiło obiektywną analizę ergonomii działania. Równolegle przeprowadzono badania ankietowe wśród 102 respondentów, których wyniki poddano analizie statystycznej. Zidentyfikowano m.in. korelacje między doświadczeniem operatorów a postrzeganym bezpieczeństwem i komfortem użytkowania.

Zgromadzone dane posłużyły jako fundament do opracowania metody umożliwiającej systemowe kształtowanie jakości ergonomicznej systemów ewakuacyjnych, z uwzględnieniem potrzeb użytkowników, warunków przestrzennych oraz roli poszczególnych interesariuszy.

7.4 Założenia metodologiczne

Założenia metodologiczne opracowanej metody opierają się na interdyscyplinarnym podejściu, łączącym perspektywę ergonomii kognitywnej, fizycznej i organizacyjnej z wiedzą inżynierską i zarządczą. Kluczowym punktem odniesienia jest traktowanie jakości ergonomicznej nie jedynie jako cechy fizycznej konstrukcji sprzętu ewakuacyjnego, ale jako złożonego efektu współoddziaływania trzech kluczowych komponentów systemu ewakuacyjnego: człowieka, urządzenia i otoczenia organizacyjno-przestrzennego.

Przyjęta koncepcja metodologiczna opiera się na paradygmacie systemowym, zgodnie z którym efektywność i bezpieczeństwo ewakuacji – szczególnie w odniesieniu do OzN – zależy od właściwej synchronizacji działań podejmowanych na poziomie projektowania sprzętu, organizacji procedur oraz szkolenia operatorów. W tym kontekście jakość

ergonomiczna nie jest traktowana jako statyczna właściwość techniczna, lecz jako parametr dynamiczny, kształtowany przez warunki użytkowania, kontekst operacyjny oraz przygotowanie użytkowników do działania w sytuacjach zagrożenia. Założenie to zostało potwierdzone w toku badań własnych, przeprowadzonych w ramach rozprawy.

Zastosowana metodologia zakłada również, że ocena jakości ergonomicznej powinna uwzględniać procesową naturę ewakuacji, w której różne elementy systemu – ludzkie, organizacyjne i techniczne – muszą działać spójnie, by zapewnić skuteczne i bezpieczne przemieszczenie osób ze szczególnymi potrzebami. W związku z tym, opracowana metoda została uzupełniona o zestaw rekomendacji wspierających projektowanie, wybór oraz wdrażanie sprzętu ewakuacyjnego, uwzględniających perspektywę wszystkich kluczowych interesariuszy: projektantów, decydentów organizacyjnych oraz operatorów.

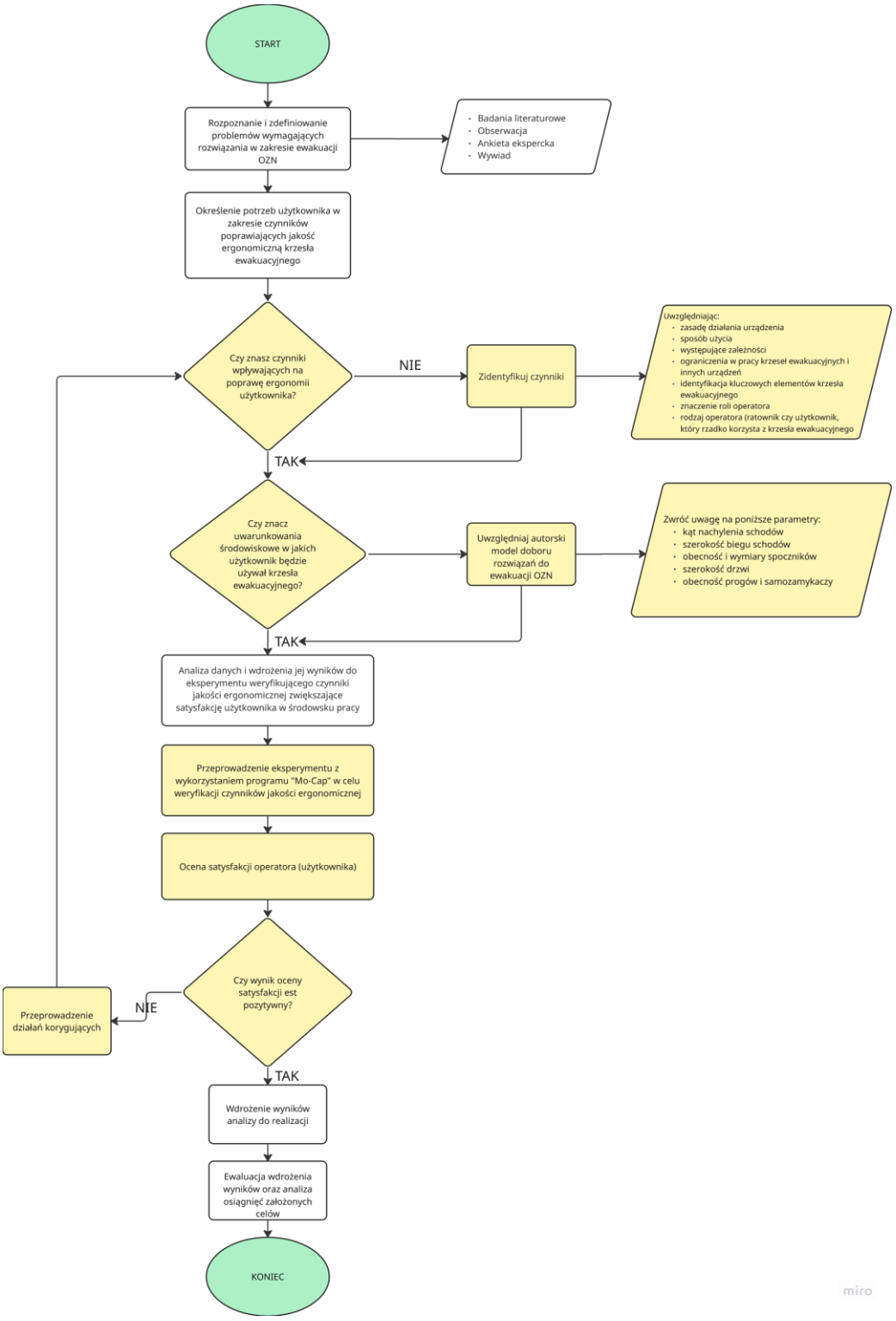
7.5 Etapy działań dla poszczególnych interesariuszy

Struktura opracowanej metody kształtowania jakości ergonomicznej w systemach ewakuacji OzN została ujęta w formie schematycznych procedur decyzyjnych, dostosowanych do charakterystyki i zakresu kompetencji trzech kluczowych grup interesariuszy: producentów sprzętu ewakuacyjnego, decydentów w organizacjach oraz operatorów realizujących procedury ewakuacyjne. Metoda oparta jest na czterech zasadniczych etapach: definiowaniu wymagań ergonomicznych, planowaniu wdrożeń, monitorowaniu jakości użytkowania sprzętu oraz wdrażaniu działań usprawniających. Poniżej został opisany szczegółowo przebieg metody dla każdej z grup interesariuszy.

Szczegółowe propozycje działań w podziale na trzy obszary, zostały przedstawione odrębnie dla interesariuszy na odpowiednich schematach.

7.5.1 Schemat postępowania dla projektanta/producenta

Opracowany schemat postępowania jest skierowany do projektantów oraz producentów sprzętu ewakuacyjnego i stanowi narzędzie kształtujące jakość ergonomicznej już na etapie projektowania i rozwoju produktu. Procedura opiera się na systematycznym procesie decyzyjno-wdrożeniowym, którego celem jest ulepszenie i dostosowanie krzeseł ewakuacyjnych jako elementu ergonomicznej jakości do rzeczywistych warunków użytkowania oraz potrzeb operatorów i ewakuowanych osób z niepełnosprawnościami. Schemat postępowania dla projektanta /producenta sprzętu ewakuacyjnego pokazano na rysunku 73.



Rysunek 73. Schemat postępowania dla projektanta/producenta krzeseł ewakuacyjnych

Źródło: opracowanie własne

Opis kolejnych etapów postępowania:

Etap 1: Rozpoznanie potrzeb i określenie wymagań

Proces rozpoczyna się od diagnozy problemów związanych z ewakuacją osób z niepełnosprawnością oraz określenie potrzeb użytkownika, w zakresie czynników

poprawiających jakość ergonomiczną krzesła ewakuacyjnego. Celem tego etapu jest rozpoznanie możliwie szczegółowe problemów wymagających rozwiązania w zakresie ewakuacji OZN oraz oczekiwań użytkownika od projektowanego krzesła ewakuacyjnego. Pozyskanie tych informacji umożliwia dalsze działanie związane z kolejnymi etapami realizacji schematu. Użytkownicy bowiem mogą mieć odmienne oczekiwania co w przypadku niewłaściwego określenia może powodować niezadowolenie użytkownika oraz niespełnienie przez projektanta lub producenta istotnych wymagań.

Etap 2: Identyfikacja istotnych czynników projektu

Kolejnym krokiem w ścieżce postępowania w schemacie jest odpowiedź na pytanie do projektanta lub producenta krzeseł ewakuacyjnych – czy znasz czynniki wpływające na poprawę ergonomii użytkownika? Jeżeli odpowiedź jest negatywna to należy w kolejnym kroku zaznajomić się niniejszymi czynnikami, które uwzględniają zasadę działania krzesła ewakuacyjnego, sposób użycia, występujące zależności, ograniczenia w pracy krzeseł ewakuacyjnych i innych urządzeń, identyfikację kluczowych elementów w krześle ewakuacyjnym, znaczenie roli operatora oraz kwestia związana określeniem rodzaju operatora, który może być osobą z personelu budynku (incydentalnie używa krzesło ewakuacyjne) lub profesjonalny ratownik np. strażak (często używa krzesło ewakuacyjne i posiada wiedzę i doświadczenie w tym zakresie).

Po zidentyfikowaniu i potwierdzeniu powyższych czynników w następnym etapie 3 jest sformułowane kolejne pytanie.

Etap 3: Identyfikacja uwarunkowań infrastrukturalnych

W tym etapie postawione jest kolejne pytanie – czy znasz uwarunkowania środowiskowe w jakich użytkownik będzie użytkował krzesło ewakuacyjne? Jeżeli odpowiedź jest negatywna to należy zapoznać się i uwzględnić opracowany w ramach badań do niniejszej dysertacji autorski model doboru rozwiązań do ewakuacji. W ramach niniejszego etapu należy zwrócić uwagę na następując zmienne środowiska pracy tj. kąt nachylenia schodów, szerokość biegu schodów, obecność i wymiary spoczników, szerokość drzwi oraz obecność progów i samozamykaczy w drzwiach na drodze ewakuacyjnej, które stanowią pewną trudność w trakcie przemieszczania się na sprzęcie ewakuacyjnym. Po zidentyfikowaniu i uwzględnieniu uwarunkowań środowiskowych kolejnym etapem postępowania jest analiza danych i drożenie jej wyników do eksperymentu weryfikującego czynniki jakości ergonomicznej zwiększające satysfakcję użytkownika w środowisku pracy. Ważnym etapem po wykonaniu wcześniejszych kroków jest przeprowadzenie eksperymentu z wykorzystaniem

oprogramowania Mo-Cap (na wzór postępowania opisanego w punkcie rozprawy) w celu weryfikacji czynników jakości ergonomicznej.

Etap 4: Walidacja ergonomii poprzez eksperyment użytkowy (VCET)

Ocenę jakości ergonomicznej przeprowadza się poprzez eksperyment z wykorzystaniem modelu VCET (Verification of Critical Ergonomic Tasks), podczas którego analizowane są reakcje użytkowników oraz subiektywna ocena operatora – czy uznaje sprzęt za satysfakcjonujący pod względem komfortu i bezpieczeństwa obsługi. Jeżeli po przeprowadzonym eksperymencie ocena satysfakcji operatora (użytkownika) jest pozytywna można przejść do etapu 4. Jeżeli ocena jest negatywna należy wprowadzić działania korekcyjne.

Etap 5: Działania korekcyjne i ostateczna ocena

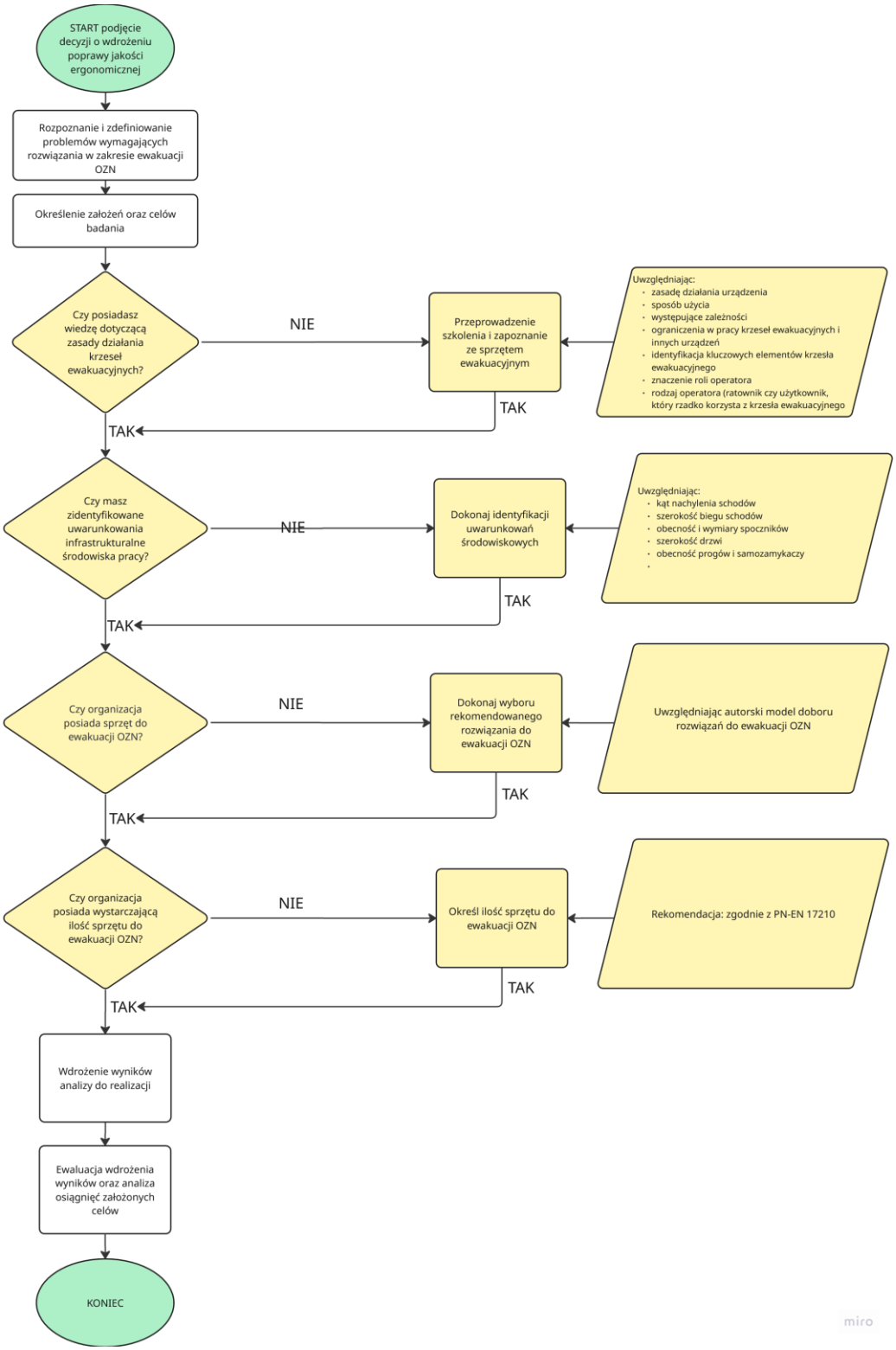
W przypadku negatywnych wyników walidacji ergonomicznej, wprowadza się działania usprawniające projekt, dotyczące np.: modyfikacji uchwytów, zmiany kąta pochylenia krzesła ewakuacyjnego. W celu doskonalenia procesu projektowego należy w taki przypadku wrócić do początku etapu 2 i przejść ścieżkę postępowania ponownie w celu osiągnięcia pozytywnej oceny satysfakcji operatora (użytkownika). Jeśli wyniki są pozytywne, następuje końcowa ewaluacja zgodności rozwiązania z założeniami ergonomicznymi oraz dopuszczenie projektu do etapu produkcji.

Schemat, który został opracowany stanowi aplikacyjny komponent metodyki i ilustruje kluczowe zależności między fazą projektowania a empiryczną walidacją jakości użytkowej sprzętu. Wdrażanie tego podejścia może znacząco przyczynić się do poprawy efektywności ewakuacji, bezpieczeństwa użytkowników oraz promocji ergonomicznych standardów w systemach ewakuacyjnych.

7.5.2 Schemat postępowania dla decydenta

W ramach opracowanej metody przygotowano schemat postępowania skierowany do decydentów odpowiedzialnych za dobór sprzętu ewakuacyjnego dla OzN w organizacji. Opis ten stanowi integralną część metody kształtowania jakości ergonomicznej systemów ewakuacyjnych, której celem jest racjonalizacja decyzji zakupowych oraz zwiększenie skuteczności i bezpieczeństwa ewakuacji.

Schemat decyzyjny został opracowany z myślą o wsparciu decydentów organizacyjnych w podejmowaniu decyzji opartych na przesłankach ergonomicznych, funkcjonalnych i środowiskowych. Poszczególne kroki stanowią uporządkowany proces weryfikacji potrzeb organizacji oraz oceny dostępnych rozwiązań z perspektywy jakości ergonomicznej. Schemat postępowania dla decydenta sprzętu ewakuacyjnego pokazano na rysunku 74.



Rysunek 74. Schemat postępowania dla decydenta krzeseł ewakuacyjnych

Źródło: opracowanie własne

Opis kolejnych etapów postępowania:

Etap 1: Rozpoznanie potrzeb i określenie wymagań

Proces rozpoczyna się od diagnozy problemów związanych z ewakuacją osób z niepełnosprawnością w organizacji oraz określenie potrzeb użytkowników. Celem tego etapu jest rozpoznanie możliwie szczegółowe problemów wymagających rozwiązania w zakresie ewakuacji osób z niepełnosprawnością oraz określenie założeń oraz celów badania. Po ustaleniu opisanych informacji dalsze działanie związane jest z możliwością przejścia do kolejnego etapu realizacji schematu. Użytkownicy w roli decydenta pełnią istotną rolę w procesie kształtowania systemów ewakuacyjnych w organizacji i ich decyzje mogą wpływać na poprawę lub pogorszenie efektywności systemów ewakuacyjnych w organizacji.

Etap 2: Ocena kompetencji i zasobów organizacyjnych

W tym etapie decydent ma odpowiedzieć na następujące pytanie – czy posiada wiedzę dotyczącą zasady działania krzeseł ewakuacyjnych. W przypadku jej braku, niezbędne jest przeprowadzenie szkolenia dla decydenta i zapoznanie ze sprzętem ewakuacyjnym. Szkolenie powinno się uwzględnić m.in. zasadę działania krzesła ewakuacyjnego, sposób użycia, występujące zależności, ograniczenia w pracy krzeseł ewakuacyjnych i innych urządzeń, identyfikację kluczowych elementów w krześle ewakuacyjnym, znaczenie roli operatora oraz kwestia związana określeniem rodzaju operatora, który może być osobą z personelu budynku (incydentalnie używa krzesło ewakuacyjne) lub profesjonalny ratownik np. strażak (często używa krzesło ewakuacyjne i posiada wiedzę i doświadczenie w tym zakresie).

Etap ten jest kluczowy z punktu widzenia poprawności dalszych decyzji zakupowych.

Etap 3: Analiza środowiska ewakuacji

Kolejnym krokiem jest odpowiedź na pytanie – czy masz zidentyfikowane uwarunkowania infrastrukturalne środowiska pracy? Jeżeli odpowiedź jest negatywna to należy dokonać identyfikacji uwarunkowań środowiskowych do których należą - kąt nachylenia schodów, szerokość biegu schodów, obecność i wymiary spoczników, szerokość drzwi oraz obecność progów i samozamykaczy w drzwiach na drodze ewakuacyjnej, które stanowią pewną trudność w trakcie przemieszczania się na sprzęcie ewakuacyjnym. W tym etapie uwzględnia się również bariery architektoniczne oraz rodzaje użytkowników wymagających wsparcia.

Etap 4: Analiza posiadanego sprzętu ewakuacyjnego w organizacji oraz dobór rekomendowanego modelu rozwiązania

W tym etapie decydent odpowiada na pytanie – czy organizacja posiada sprzęt do ewakuacji osób z niepełnosprawnościami. Jeżeli odpowiedź jest twierdząca przechodzi do kolejnego etapu 5, natomiast jeżeli odpowiedź jest negatywna zostaje skierowany do obszaru, w którym na

podstawie zgromadzonych danych dokonywany jest wybór odpowiedniego modelu sprzętu ewakuacyjnego. W tym celu decydent korzysta z opracowanego w rozprawie autorskiego modelu doboru rozwiązań do ewakuacji osób z niepełnosprawnością, który integruje aspekty ergonomiczne, operacyjne oraz bezpieczeństwa.

Etap 5: Ocena dostępności zasobów sprzętowych

Ostatni etap dotyczy analizy dostępności w organizacji sprzętu do ewakuacji osób z niepełnosprawnościami. Jeżeli liczba urządzeń jest niewystarczająca, należy przeprowadzić uzupełnienie zasobów zgodnie z zapisami normy – PN-EN 17210.

Wnioski funkcjonalne z algorytmu decyzyjnego

Opisany algorytm działania pozwala:

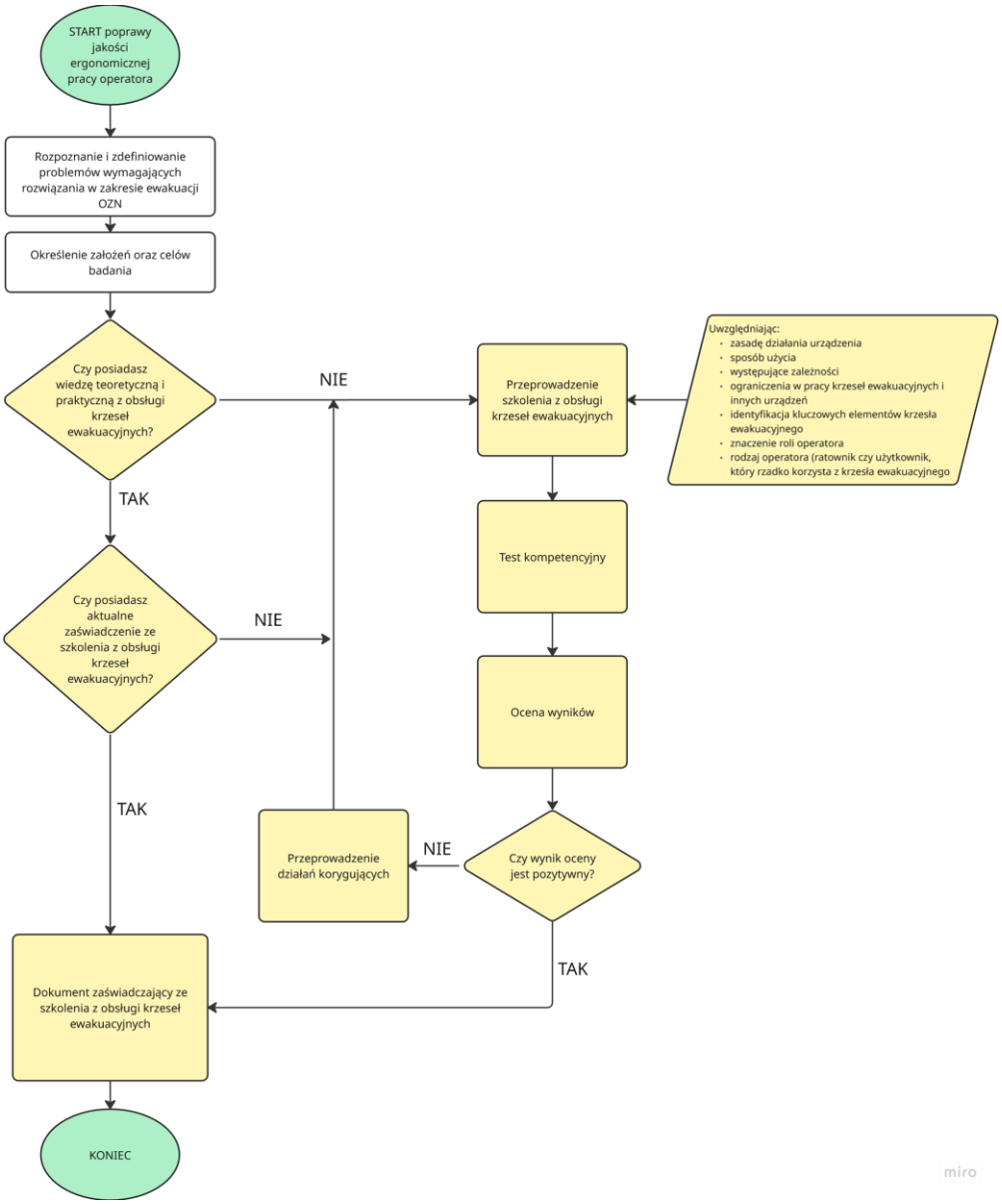
- zminimalizować ryzyko niewłaściwych inwestycji w sprzęt ewakuacyjny,
- dostosować wybór urządzenia do rzeczywistych potrzeb organizacji i warunków infrastrukturalnych,
- zwiększyć poziom bezpieczeństwa i komfortu użytkowania sprzętu przez operatorów,
- promować systemowe podejście do ewakuacji jako elementu kultury bezpieczeństwa.

Zastosowanie tej procedury decyzyjnej może znacząco wpłynąć na jakość ergonomii systemów ewakuacyjnych w jednostkach organizacyjnych, które odpowiadają za zapewnienie warunków bezpieczeństwa dla osób z niepełnosprawnością.

7.5.3 Schemat postępowania dla użytkownika (operatora)

W ramach rozprawy została opracowana metoda uwzględnia również schemat postępowania dla operatora (użytkownika) sprzętu ewakuacyjnego. Stanowi on integralną część metody kształtowania jakości ergonomicznej systemu ewakuacji osób z niepełnosprawnościami, koncentrując się na aspekcie kompetencyjnym oraz percepcyjnym użytkownika końcowego.

Celem przedstawionego schematu jest zapewnienie wysokiej jakości ergonomicznej obsługi krzeseł ewakuacyjnych poprzez weryfikację wiedzy, umiejętności oraz przygotowanie operatorów do bezpiecznego, skutecznego i zgodnego z zaleceniami używania sprzętu. Proces ten oparty jest na logice etapowej, uwzględniającej zarówno diagnozę poziomu kompetencji, jak i działania korekcyjne. Schemat postępowania dla operatora (użytkownika) sprzętu ewakuacyjnego pokazano na rysunku 75.



Rysunek 75. Schemat postępowania dla operatora (użytkownika) krzeseł ewakuacyjnych

Źródło: opracowanie własne

Etap 1: Rozpoznanie potrzeb i określenie wymagań

Pierwszy etap rozpoczyna się od rozpoznania problemów związanych z ewakuacją osób z niepełnosprawnością w organizacji. Celem tego etapu jest rozpoznanie problemów i wymagających rozwiązania w zakresie ewakuacji osób z niepełnosprawnością oraz określenie założeń oraz celów badania. Operator krzesła ewakuacyjnego jako istotny komponent w łańcuchy systemu ewakuacyjnego odgrywa ważną rolę w procesie, dlatego poznanie jego potrzeb jest kluczowe.

Etap 2: Diagnoza stanu wiedzy i umiejętności

Etap drugi odnosi się do wiedzy teoretycznej i praktycznej operatora oraz umiejętności obsługi krzeseł ewakuacyjnych. W przypadku stwierdzenia braków w zakresie tej wiedzy,

podejmowane są działania edukacyjne mające na celu uzupełnienie kompetencji. Szkolenie z obsługi krzeseł ewakuacyjnych powinno się uwzględnić m.in. zasady działania krzesła ewakuacyjnego, sposób użycia, występujące zależności, ograniczenia w pracy krzeseł ewakuacyjnych i innych urządzeń, identyfikację kluczowych elementów w krześle ewakuacyjnym, znaczenie roli operatora oraz kwestia związana określeniem rodzaju operatora, który może być osobą z personelu budynku (incydentalnie używa krzesło ewakuacyjne) lub profesjonalny ratownik np. strażak (często używa krzesło ewakuacyjne i posiada wiedzę i doświadczenie w tym zakresie).

Etap 3: Test kompetencyjny

Szkolenie kończy się przeprowadzeniem testu kompetencyjnego, którego wynik stanowi podstawę do dalszych decyzji. W przypadku wyniku negatywnego, procedura przewiduje wdrożenie działań korygujących, takich jak powtórzenie szkolenia.

Etap 4: Dokumentacja i potwierdzenie kompetencji

Pozytywny wynik testu skutkuje wydaniem dokumentu poświadczającego ukończenie szkolenia i nabycie kompetencji w zakresie bezpiecznej obsługi sprzętu ewakuacyjnego. Jest to nie tylko element formalny, ale również dowód spełnienia wymogów ergonomicznych i bezpieczeństwa obsługo krzeseł ewakuacyjnych.

Przedstawiona procedura ma na celu:

- zapewnienie odpowiedniego poziomu przygotowania operatorów,
- zwiększenie efektywności i szybkości działań ewakuacyjnych,
- zmniejszenie ryzyka błędów obsługowych i urazów,
- budowanie poczucia bezpieczeństwa i kompetencji u użytkowników końcowych,
- wdrożenie jednolitych standardów obsługi krzeseł ewakuacyjnych w organizacjach.

Metoda ta uwzględnia złożoność interakcji człowiek–sprzęt–środowisko infrastrukturalne i wpisuje się w założenia zintegrowanego podejścia do kształtowania jakości ergonomicznej systemów ewakuacyjnych.

7.6 Metoda kształtująca jakość ergonomiczną systemu ewakuacji OZN z budynków

W rozdziale przedstawiono opracowaną metodę dotyczącą kształtowania jakości ergonomicznej systemów ewakuacyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb osób z niepełnosprawnościami. Opracowana metodyka ma charakter aplikacyjny i integruje aspekty projektowe, organizacyjne oraz operacyjne, obejmując trzech kluczowych interesariuszy: producentów sprzętu ewakuacyjnego (projektanta), decydentów odpowiedzialnych za jego

wybór oraz operatorów (użytkowników końcowych) realizujących procedury ewakuacyjne w praktyce. Metoda powstała w wyniku złożonego procesu badawczego, obejmującego analizę literatury, wywiady z użytkownikami, eksperymenty z wykorzystaniem systemu Mo-Cap, a także badania ankietowe z oceną jakości ergonomicznej sprzętu. Na podstawie zebranych danych zidentyfikowano kluczowe czynniki determinujące postrzeganą jakość ergonomiczną oraz opracowano strukturalny model działań dedykowanych każdej grupie interesariuszy.

Metoda została oparta na czterech uniwersalnych etapach postępowania: zdefiniowaniu wymagań ergonomicznych, planowaniu wdrożeń, monitorowaniu efektywności użytkowania oraz wdrażaniu działań optymalizacyjnych. W każdym przypadku działania te zostały dostosowane do specyfiki zadań i odpowiedzialności danej grupy – co zilustrowano w postaci szczegółowych algorytmów decyzyjnych.

W ramach opracowanej metody sformułowano następujące wnioski:

- Zintegrowane podejście projektowo-organizacyjne – Jakość ergonomiczna systemów ewakuacyjnych nie jest wyłącznie rezultatem właściwości technicznych sprzętu, lecz efektem synergii między kompetencjami ich użytkowników, konstrukcją urządzeń, oraz organizacją procesów.
- Różnicowanie działań według ról interesariuszy – Ujęcie problemu z perspektywy trzech grup (producent, decydent, operator) pozwala na pełniejsze odwzorowanie rzeczywistego funkcjonowania systemów ewakuacyjnych i umożliwia wdrożenie działań dopasowanych do konkretnego poziomu odpowiedzialności.
- Walidacja metody na podstawie badań własnych – Metodyka została opracowana na podstawie empirycznie zebranych danych, dzięki czemu jest osadzona w rzeczywistych uwarunkowaniach użytkowania sprzętu ewakuacyjnego w środowiskach wielokondygnacyjnych i przestrzennie ograniczonych.
- Wsparcie decyzyjne i edukacyjne – Metoda pełni funkcję nie tylko optymalizacyjną, ale również wspierającą procesy decyzyjne (w zakresie doboru sprzętu) oraz edukacyjne (w zakresie szkoleń i oceny kompetencji operatorów).
- Możliwość skalowania i adaptacji – Dzięki modularnej strukturze i etapowemu podejściu, metoda może być dostosowywana do różnych typów budynków, struktur organizacyjnych oraz kategorii sprzętu, co czyni ją narzędziem uniwersalnym i łatwym do wdrożenia.

- Wkład w rozwój ergonomii systemowej – Opracowana metoda stanowi wkład w rozwój podejść makroergonomicznych, integrując komponenty sprzętowo-organizacyjne z oceną doświadczeń użytkowników końcowych.

W perspektywie praktycznej, metoda może wspierać organizacje w podnoszeniu poziomu kultury bezpieczeństwa oraz zwiększaniu skuteczności ewakuacji osób z niepełnosprawnościami w warunkach rzeczywistych zagrożeń.

8 Opis wdrożenia

Podczas realizacji pracy doktorskiej podjęto szereg działań wdrożeniowych. Było to możliwe dzięki oryginalności uzyskanych wyników oraz dużemu potencjałowi aplikacyjnemu wykonanych badań i analiz.

Tabela 6. Zestawienie wdrożeń

Etap prac	Realizowane działania	Efekty/Rezultaty	Obszar wdrożenia
Obserwacja i analiza	Zestawienie parametrów technicznych klatek schodowych w różnych obiektach (zabytkowych, użyteczności publicznej).	Uniwersalny model ergonomicznej jakości ewakuacji. Skala porównawcza niespełnienia wymagań budowlanych (Migas i in. 2024).	Projektowanie indywidualnych systemów ewakuacji
Prace badawcze	Wywiady z użytkownikami z poziomu wiedzy i świadomości nt. wyboru krzesła ewakuacyjnego przez decydentów (zewnętrznych interesariuszy)	Wiedza nt. postrzegania funkcji krzeseł ewakuacyjnych przez zewnętrznych interesariuszy (Migas i in. 2023)	Opracowywanie programów szkoleń
Prace badawcze	Zestawienie wiedzy teoretycznej z praktycznymi charakterystykami systemów ewakuacyjnych. Przeprowadzenie wywiadów z interesariuszami. Analiza ergonomii pracy operatora (kształt uchwytu, kąt nachylenia, podnóżek).	Projekt ewaluacji jakości ergonomicznej krzesła ewakuacyjnego. Opracowanie i wdrożenie kluczowych usprawnień konstrukcyjnych (geometria uchwytu, kąt nachylenia, regulowany podnóżek). Zmiany wdrożono w modelach Robin 2.0 i Falcon 2.0 pod zastrzeżoną nazwą „ergo use".	Produkowane przez spółkę Ensafe krzesła ewakuacyjne
Prace badawcze	Badanie ergonomii operatora przy użyciu systemu Motion Capture (MO-CAP) oraz oprogramowania 3D Static Strength Prediction Program (3DSSPP).	Stworzenie autorskiego modelu klasyfikacji pionowych dróg ewakuacyjnych. Identyfikacja kluczowych czynników wpływających na ergonomię i bezpieczeństwo. Zmiany wdrożono w programach szkoleń EnSafe.	Produkowane przez spółkę Ensafe krzesła ewakuacyjne
Prace wdrożeniowe	Wdrożenie wyników badań do wewnętrznych procedur firmy (Procedura ergonomii QAP-7.3-03, 2025).	Procedura jest wykorzystywana przez zespół R&D w procesie projektowania i ulepszania produktów oraz w działaniach zespołu handlowego i marketingowego. Pozwala na optymalizację procesów decyzyjnych, usystematyzowanie działań organizacyjnych oraz poprawę komfortu i bezpieczeństwa użytkowników.	Procedury wewnętrzne spółki EnSafe
Publikacja i wystąpienia	Wystąpienia na konferencjach naukowych.	Upowszechnienie wyników badań, rozwój wiedzy na temat koordynacji łańcucha działań ewakuacyjnych.	Publikacje i konferencje

Źródło: opracowanie własne

Podczas wstępnych prac analitycznych, w celu identyfikacji kluczowych cech systemu ewakuacji, dokonano inwentaryzacji parametrów technicznych elementów klatek schodowych w obiektach użyteczności publicznej oraz w budynkach zabytkowych, w których poszczególne elementy nie spełniają obecnie obowiązujących przepisów budowlanych. Na tym etapie przygotowano zestawienie porównawcze stopnia niespełnienia wymagań obecnie obowiązujących przepisów budowlanych w zakresie klatek schodowych, co stanowiło istotny wkład w opracowaniu uniwersalnego modelu ergonomicznej jakości sytuacji ewakuacyjnej w możliwie szerokim spektrum użytkowanych w Polsce obiektów budowanych. Wyniki tych prac zaprezentowano na konferencji naukowo-szkoleniowej „Mobilność osób o szczególnych potrzebach" zorganizowanej 26-27 października 2023 roku przez Wojskową Akademię Techniczną w Warszawie oraz opublikowano jako rozdział w monografii naukowej (Migas i in. 2024). W ramach wdrożenia uzyskane informacje zostały zaimplementowane do szkoleń dla decydentów organizacji w celu zobrazowania skali zagadnienia.

W pracach wdrożeniowych posłużono się także wynikami przeprowadzonych wywiadów wśród interesariuszy, w połączeniu z rezultatami prac inwentaryzacyjnych, pozwoliło na opracowanie metody ewaluacji jakości ergonomicznej krzesła ewakuacyjnego z uwzględnieniem parametrów technicznych klatek schodowych, charakteru i dynamiki procesu ewakuacji osób z budynku, wpływu użycia krzesła ewakuacyjnego w strumieniu ewakuacji osób o zróżnicowanej sprawności. Ewakuacja osób ze szczególnymi potrzebami odbywa się w tym samym czasie co ewakuacja osób sprawnych. Projektowanie indywidualnych systemów ewakuacji powinno uwzględniać tą zależność. W przypadku ewakuacji czas odgrywa kluczową rolę, dlatego cechy środowiska pracy krzeseł ewakuacyjnych powinny być ujęte w procesie doboru odpowiedniego sprzętu ewakuacyjnego indywidualnie dla każdego obiektu. W programach szkoleń wdrożono aspekt implementacji rozwiązań ewakuacyjnych w organizacji, uwzględniający cechy środowiska pracy.

Krzesła ewakuacyjne jako element ergonomicznej jakości są udoskonalane na podstawie wniosków wynikających z realizacji doktoratu. Wyniki badań, jak i efekty prac wdrożeniowych, prowadzą w zdecydowany sposób do rozwoju i poprawy wiedzy na temat koordynacji łańcucha działań przy uwzględnieniu ergonomicznej jakości krzeseł ewakuacyjnych w systemach ewakuacyjnych, która przekłada się na poprawę praktyk w szeroko pojętej dostępności usług i przestrzeni dla osób ze zróżnicowanym poziomem sprawności. W ramach rozprawy przeprowadzono również wywiady z użytkownikami dotyczące identyfikacji różnych potrzeb potencjalnych użytkowników sprzętu do ewakuacji. Wyniki tych prac zostały opublikowane w artykule naukowym w Zeszytach Naukowych SGSP

(Migas i in. 2023), a wnioski z analizy tych rezultatów wdrożono do programów szkoleń przedstawicieli organizacji projektujących lub modernizujących swój system ewakuacji. Do programu szkoleniowego w spółce EnSafe wdrożono sekcję prezentująca najważniejsze elementy krzesła ewakuacyjnego, na które należy zwrócić szczególną uwagę podczas wyboru i użycia krzesła, ponieważ mają bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo używania. Wskazano konieczność okresowych praktycznych ćwiczeń z krzesłami ewakuacyjnym z uwagi na fakt, że są używane incydentalnie. Użytkownicy zwracali uwagę, że cykliczne ćwiczenia wpływają pozytywnie na ich samopoczucie w trakcie obsługi sprzętu.

W wyniku przeprowadzonych prac badawczych dotyczących ergonomii pracy operatora zidentyfikowano kluczowe elementy krzesła ewakuacyjnego, mające istotny wpływ na ergonomię jego użytkowania. Należą do nich: kształt uchwytu głównego, kąt nachylenia krzesła względem schodów, podnóżek oraz kształt ramy siedziska, Spostrzeżenia i wnioski z badań zostały wdrożone do Procedury ergonomii QAP-7.3-03, która jest wykorzystywana przez zespół badawczo-rozwojowy w spółce EnSafe Sp. z o.o., jedynym polskim producencie sprzętu ewakuacyjnego dla osób ze szczególnymi potrzebami.

W ramach wdrożenia rezultatów w spółce EnSafe wprowadzono zmiany w projektowanych krzesłach, modyfikując geometrię uchwytu głównego (Rysunki 76 i 77), kąt nachylenia krzesła względem schodów (Rysunki 78 i 79) oraz kształt konstrukcji siedziska w celu zwiększenia wygody osoby ewakuowanej (Rysunki 80 i 81). Dodatkowo zastosowano regulowany podnóżek. Zastosowane zmiany w istotny sposób wpływają na poprawę ergonomii użytkownika w tracie procesu ewakuacji. Wspomniane zmiany zaimplementowano w obecnie produkowanych przez spółkę krzesłach ewakuacyjnych Robin 2.0 i Falcon 2.0. Zostały one ujęte w zestawie elementów poprawiających ergonomiczną jakość produktu pod zastrzeżoną nazwą znaku towarowego „ergo use” (EUIPO 019093506).

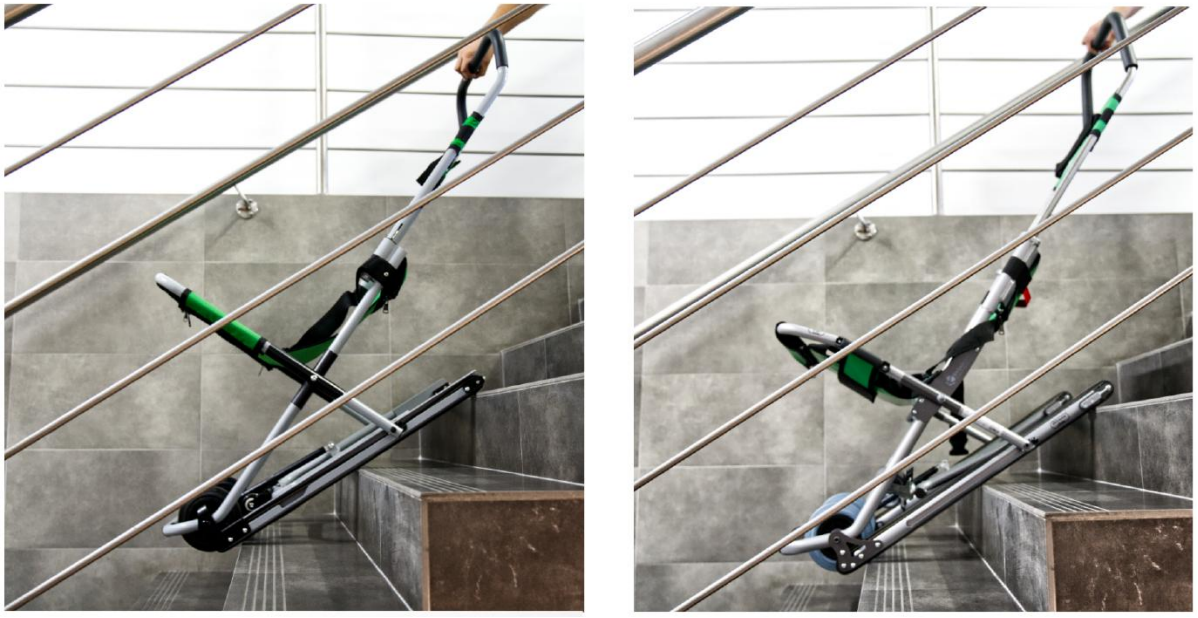
Rysunek 76. Uchwyt główny przed modyfikacją (po lewej), po modyfikacji (po prawej)

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 77. Uchwyt główny przed modyfikacją oraz po modyfikacji – w ujęciu wspólnym

Źródło: opracowanie własne

Wprowadzona modyfikacja kształtu uchwytu głównego powoduje większą satysfakcję operatora w trakcie używania krzesła ewakuacyjnego w procesie ewakuacyjnym.



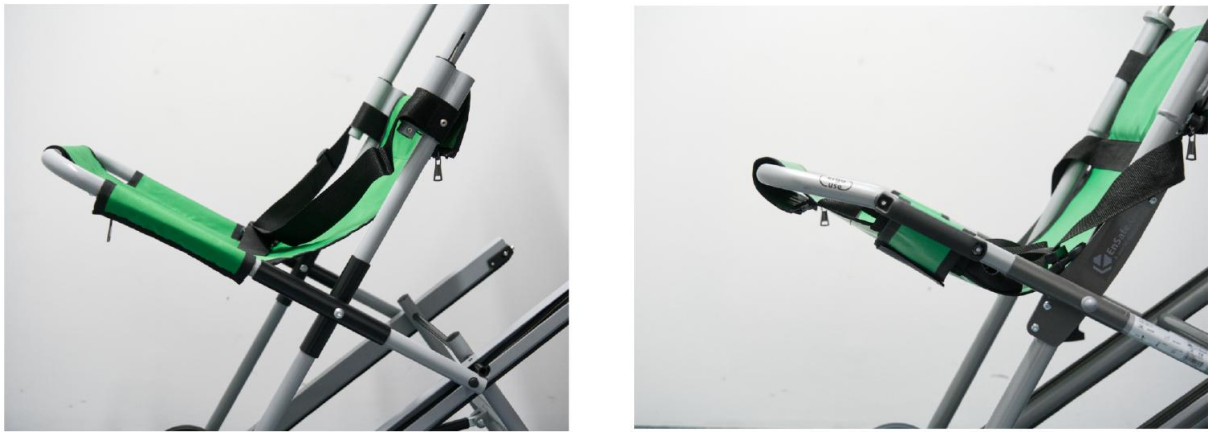
Rysunek 78. Kąt nachylenia krzesła ewakuacyjnego względem schodów przed modyfikacją (po lewej), po modyfikacji (po prawej)

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 79. Kąt nachylenia krzesła ewakuacyjnego względem schodów przed modyfikacją oraz po modyfikacji – w ujęciu wspólnym

Źródło: opracowanie własne

Zmiana nachylenia krzesła ewakuacyjnego względem schodów wpływa na poprawę ergonomii pracy operatora oraz osoby ewakuowanej w trakcie procesu ewakuacji.



Rysunek 80. Kształt konstrukcji siedziska przed modyfikacją (po lewej), po modyfikacji (po prawej)

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 81. Kształt konstrukcji siedziska przed modyfikacją oraz po modyfikacji – w ujęciu wspólnym

Źródło: opracowanie własne

Ergonomiczny kształt siedziska wpływa na poprawę jakości ergonomicznej krzesła ewakuacyjnego. W poprzednim modelu krzesła ewakuacyjnego Robin 1.0 element siedziska był prosty i użytkownicy w trakcie wywiadów zgłaszali ucisk wpływający na niekomfortowe poczucie osoby ewakuowanej.

Wyniki badań stanowiły również wkład do wystąpień na konferencjach naukowych.

Przeprowadzono badania systemu ewakuacji obejmujące identyfikację rzeczywistych parametrów technicznych w relacji operator-krzesło ewakuacyjne - osoba ewakuowana, które umożliwiły pozyskanie istotnych danych i dokonanie ich analizy, które wykorzystano do wyselekcjonowania reprezentatywnych parametrów środowiska pracy systemu: operator – krzesło ewakuacyjne – osoba ewakuowana. Uzyskana wiedza stanowiła gruntowną podstawę do weryfikacji założeń projektowych w procesie analizy zastosowanych rozwiązań w krześle ewakuacyjnych. Spostrzeżenia i wnioski z przeprowadzonych badań zostały wdrożone do Procedury ergonomii QAP-7.3-03, która jest wykorzystywana przez zespół B+R w trakcie procesu projektowania w spółce EnSafe w celu ulepszenia produkowanych krzeseł ewakuacyjnych. Wyniki badania stanowiły również wkład do wystąpień na konferencjach naukowych.

W wyniku przeprowadzonych prac badawczych polegających na zmianie cech układu krzesło ewakuacyjne, operator – osoba ewakuowana przy różnych kątach pochylenia krzesła wykonano komputerowe wielowariantowe modele CAD układu. W ramach prac badawczych przygotowano trzy reprezentatywne środowiska pracy z uwzględnieniem dwóch różnych pod

względem konstrukcji krzeseł ewakuacyjnych. Badanie pozwoliło zidentyfikować wpływ środowiska pracy w procesie ewakuacji na ergonomie pracy operatora krzesła ewakuacyjne przy uwzględnieniu dwóch rodzajów krzeseł ewakuacyjnych (na czterech stałych kołach oraz na dwóch stałych kołach) w systemie ewakuacyjnym. Zaobserwowane zależności mają wpływ na ergonomię użytkowania krzesła przez docelowego użytkownika w zależności od występujący w budynku rodzajów klatek schodowych. Na podstawie przeprowadzonego badania opracowano autorski model klasyfikacji pionowych dróg ewakuacyjnych uwzględniający reprezentatywne warianty środowiska pracy systemu operator – krzesło ewakuacyjne – osoba z niepełnosprawnością, który został wdrożony w spółce EnSafe do programu szkoleń bezpośrednich, online oraz webinariów organizowanych dla decydentów oraz użytkowników krzeseł ewakuacyjnych. Autorski model jest wykorzystywany również przez zespół handlowy i marketingowy EnSafe jako narzędzie optymalizacji procesu doboru odpowiedniego sprzętu ewakuacyjnego dla klienta. Wyniki badania zostały wdrożone do Procedury ergonomii QAP-7.3-03, w spółce EnSafe Sp. z o.o. oraz stanowiły kluczowy wkład do kolejnego artykułu naukowego oraz wystąpienia na konferencjach naukowych.

W kolejnym etapie badań dokonano analizy ryzyka dotyczącej zbadania ergonomii pracy operatora w systemie ewakuacyjnym. Przeprowadzone badanie obejmowało translację danych ruchowych, uzyskanych za pomocą systemu Motion Capture (MO-CAP), do środowiska analitycznego oprogramowania 3D Static Strength Prediction Program (3DSSPP). Otrzymane wyniki badania pozwoliły na zidentyfikowanie poziomu ryzyka dla różnych wariantów układu wykonanych w badaniu. Przeprowadzona analiza ryzyka stanowi istotny wpływ na ergonomie pracy w systemie ewakuacyjnym: operator – krzesło ewakuacyjne – osoba ewakuowana. W ramach symulacji badawczej uwzględniającej zmienność przyłożonych sił oraz zróżnicowanie masy ciała operatora oraz ich odwzorowanie w realistycznych warunków pracy jak również identyfikacja momentów krytycznych, umożliwiło ocenę wpływu modyfikacji parametrów pracy (np. zmiany pozycji kończyn górnych, modyfikacji toru ruchu, czy też zmniejszenia przenoszonego obciążenia) na poprawę ergonomii i bezpieczeństwa. Zastosowanie metody 3DSSPP w niniejszym badaniu okazało się szczególnie użyteczne z punktu widzenia oceny jakości ergonomicznej stanowiska pracy. Narzędzie to pozwoliło na identyfikację potencjalnych zagrożeń związanych z przeciążeniem statycznym oraz umożliwia formułowanie rekomendacji projektowych i organizacyjnych mających na celu redukcję ryzyka urazów układu mięśniowo-szkieletowego. Tym samym, analiza przeprowadzona w środowisku 3DSSPP stanowi istotny komponent walidacyjny dla wniosków ergonomicznych sformułowanych na podstawie danych empirycznych z systemu MO-CAP.

Uzyskana wiedza stanowi podstawę do weryfikowania założeń projektowych w procesie analizy zastosowanych rozwiązań w krześle ewakuacyjnych. Spostrzeżenia i wnioski zostały wdrożone do Procedury ergonomii QAP-7.3-03w spółce EnSafe Sp. z o.o. Wprowadzono sekcję prezentującą różnice w działaniu różnych typów krzeseł ewakuacyjnych oraz wskazano, różniące w obciążeniu układu mięśniowo szkieletowego operatora dla krzeseł ewakuacyjnych na czterech stałych kołach oraz ze składanymi tylnymi kołami. Krzesła na czterech stałych kołach w obsłudze są bardziej ergonomiczne, komfortowe i bezpieczniejsze w użytkowaniu.

Wyniki badania zaimplementowano w produkowanych przez spółkę Ensafe krzesłach ewakuacyjnych ROBIN 2.0 i FALCON 2.0. Zmiana elementów konstrukcyjnych krzesła ewakuacyjnego wpływająca na poprawę jakości ergonomicznej krzeseł ewakuacyjnych ujęto pod zastrzeżoną nazwą znaku towarowego „ergo use" (EUIPO 019093506). Na rysunku 82 przedstawiono przykład komunikacji marketingowej wykorzystywanej w celu promowania krzesła ewakuacyjnego ROBIN 2.0 natomiast na rysunku 83 krzesła ewakuacyjnego FALCON 2.0 zawierających elementy poprawiające ergonomię pracy.

EnSafe.One
A world open to all

MADE IN POLAND MD CE

KRZESŁO EWAKUACYJNE ROBIN 2.0 zapewnia skuteczną ewakuację osoby w dół po schodach w sytuacjach zagrożenia

NOWOŚĆ!

extreme slide

ergo use

- Model: Robin 2.0
- Klasa wyrobu: wyrób medyczny nieinwazyjny klasy I zgodny z rozporządzeniem UE 2017/745
- Wymiary po złożeniu (bez uchwytów): W 121 x S 53,5 x G 33 cm
- Wymiary po rozłożeniu (bez uchwytów): W 153 x S 53,5 x G 85 cm
- Materiał: tkanina trudno zapalna, łatwo zmywalna
- Pasy bezpieczeństwa: 2 szt.
- Waga: 13,8 kg
- Maksymalna waga użytkownika: 260 kg

Nowy, wzmocniony system jezdny:
+ płoza
+ napinacz
+ rolki
+ pas

Elementy podnoszące komfort użytkowania:
+ ergonomiczne siedzisko
+ uchwyty boczne
+ wysuwany uchwyt górny z trzystopniową regulacją
+ komfortowe oparcie
+ ergonomiczny podnóżek (opcja)
+ rozkładane podłokietniki (opcja)

Innowacyjna ergonomia siedziska

Innowacyjny trzypunktowy system regulacji uchwytu

Uchwyty boczne

ROBIN 2.0

KRZESŁO EWAKUACYJNE

To jest wyrób medyczny. Używaj go zgodnie z instrukcją używania lub etykietą.

<<<

Rysunek 82. Karta katalogowa krzesła ewakuacyjnego ROBIN 2.0

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 83. Karta katalogowa krzesła ewakuacyjnego FALCON 2.0

Źródło: opracowanie własne

Po przeprowadzeniu badań i analiz prezentowanych w rozprawie doktorskiej opracowano metodę kształtowania ergonomicznej jakości w systemach ewakuacyjnych osób ze szczególnymi potrzebami z budynków z użyciem krzeseł ewakuacyjnych polega na realizacji poszczególnych kroków zdefiniowania, planowania, monitorowania oraz wdrażania wyników projektu. Opracowana metoda obejmuje swym zakresem trzy grupy interesariuszy tj. producenta, decydent oraz użytkownika (operatora sprzętu ewakuacyjnego). Ważnym aspektem w zastosowaniu metody jest dokonanie jakości ergonomicznej w systemach ewakuacyjnych uwzględniających ewakuację OzN, a w przypadku stwierdzenia niedostatecznego poziomu danego czynnika, wdraża się działania kształtujące jego wyższy poziom (w tym celu uzupełniono metodę o zbiór rekomendacji dotyczących kształtowania pożądanego poziomu każdego z czynników ujętych w metodzie).

Opracowana metoda została zaimplementowana w spółce EnSafe w następujących obszarach:

- W procedurze ergonomii QAP-7.3-03 – zakres dotyczący producenta krzeseł ewakuacyjnych,
- W pracach zespołu handlowego i marketingowego, szkoleniach bezpośrednich, online, webinariach - zakres dotyczący decydentów oraz użytkowników.

Zastosowanie zaproponowanej metody w kontekście kształtowania jakości ergonomicznej w systemach ewakuacyjnych dla osób z niepełnosprawnością pozwala na:

- optymalizację procesów decyzyjnych na poziomie projektowania i wdrażania sprzętu,
- usystematyzowanie działań organizacyjnych związanych z ergonomią i dostępnością w systemach bezpieczeństwa,
- implementację udoskonaleń technicznych i proceduralnych w już istniejących systemach ewakuacyjnych, jak również ich integrację w nowo projektowanych rozwiązaniach.

Opisane wdrożenia dokonane w spółce EnSafe, będące wynikiem przeprowadzonych badań, mają bezpośredni i znaczący wpływ na: (1) osoby z niepełnosprawnościami (OzN); (2) dla osób projektujących systemy ewakuacji z budynków oraz (3) dla spółki Ensafe .

Wpływ wdrożeń na osoby z niepełnosprawnościami

Udoskonalenia w konstrukcji krzeseł ewakuacyjnych, takie jak poprawiona geometria uchwytu, kąt nachylenia krzesła oraz regulowany podnóżek, przekładają się na zwiększenie komfortu i poczucia bezpieczeństwa ewakuowanej osoby. Modyfikacje te, oparte na analizie ergonomii ruchu, redukują przeciążenia i minimalizują ryzyko urazów dla operatora

zwiększając w ten sposób bezpieczeństwo OZN. Działania te poprawiają praktyczną dostępność w sytuacjach kryzysowych oraz mają wymiar psychospołeczny. Użycie sprzętu, który został zaprojektowany z uwzględnieniem potrzeb i komfortu OZN, wzmacnia ich poczucie godności i równości, a także zaufanie do systemów bezpieczeństwa. Opracowanie kompleksowej metody ewaluacji ergonomicznej jakości ewakuacji, w połączeniu z udoskonalonymi produktami do wspomaganej ewakuacji, tworzy spójny system, który odpowiada na realne potrzeby społeczne i sprzyja inkluzji OzN w przestrzeni publicznej.

Skutki wdrożeń dla administratorów budynków

Opisane wdrożenia dostarczają administratorom budynków, w tym decydentom odpowiedzialnym za projektowanie i modernizację systemów ewakuacyjnych, narzędzia i wytyczne do podejmowania optymalnych decyzji. Opracowany autorski model klasyfikacji pionowych dróg ewakuacyjnych stanowi kluczowe i efektywne narzędzie analityczne, które pozwala na dopasowanie odpowiedniego sprzętu do specyfiki danego obiektu, co optymalizuje procesy decyzyjne. Uaktualnione programy szkoleń, wzbogacone o wyniki badań, podnoszą poziom wiedzy i świadomości administratorów na temat ergonomicznych aspektów ewakuacji. Dzięki temu mogą oni nie tylko spełniać formalne wymogi prawne, ale także tworzyć systemy, które są rzeczywiście funkcjonalne i bezpieczne. Wdrożone procedury i rekomendacje, bazujące na solidnych danych badawczych (np. z analizy z użyciem Motion Capture i 3DSSPP), redukują ryzyko prawne związane z zapewnieniem dostępności. W efekcie, administratorzy budynków zyskują pewność, że wdrożone rozwiązania są zgodne z najlepszymi praktykami inżynierii i ergonomii, co przyczynia się do podniesienia kultury bezpieczeństwa na poziomie instytucjonalnym.

Wpływ wdrożeń na spółkę EnSafe

Wdrożenia wyników badań przeprowadzonych w ramach rozprawy doktorskiej w spółce EnSafe stanowią przykład skutecznego transferu wiedzy z obszaru nauki do praktyki gospodarczej. Proces ten nie tylko przyniósł wymierne efekty w zakresie poprawy ergonomii oferowanych rozwiązań ewakuacyjnych, lecz również umożliwił organizacji osiągnięcie trwałej przewagi konkurencyjnej poprzez innowacje produktowe i organizacyjne.

Zastosowanie wyników badań, w tym zidentyfikowanie kluczowych elementów ergonomicznych i wdrożenie ich pod zastrzeżoną nazwą „ergo use", pozycjonuje firmę jako innowacyjnego lidera w branży. Koncepcja ta została zinstytucjonalizowana poprzez opracowanie i implementację wewnętrznej procedury ergonomicznej QAP-7.3-03, która pełni rolę wewnętrznego standardu projektowego, służącego do oceny i optymalizacji rozwiązań pod kątem ich użyteczności, komfortu oraz bezpieczeństwa użytkowania. Ujednolicenie podejścia

projektowego przyczyniło się do wzrostu spójności i jakości projektowanych wyrobów oraz ich lepszego dostosowania do potrzeb końcowych użytkowników – w tym osób z niepełnosprawnościami.

Wprowadzenie tych rozwiązań miało wielowymiarowy wpływ na funkcjonowanie spółki. Z jednej strony poprawie uległa efektywność operacyjna, dzięki usprawnieniu procesów projektowych i produkcyjnych. Z drugiej – wzrosła wartość rynkowa oferowanych produktów, których cechy funkcjonalne i ergonomiczne stały się istotnym wyróżnikiem konkurencyjnym. Dodatkowo, wypracowane rozwiązania znalazły zastosowanie w działaniach marketingowo-sprzedażowych, m.in. jako narzędzia wspierające proces doboru sprzętu dla klientów z uwzględnieniem ich indywidualnych potrzeb i warunków eksploatacji, co bezpośrednio przełożyło się na wzrost zaufania do marki oraz lojalności klientów.

Istotnym aspektem wpływającym na postrzeganie spółki EnSafe jako innowacyjnego i odpowiedzialnego partnera biznesowego jest współpraca z Politechniką Poznańską, renomowanym ośrodkiem naukowym i publikowanie wyników jako prace naukowe buduje wizerunek EnSafe jako eksperta i umożliwia ciągłą adaptację i doskonalenie produktów w oparciu o najnowsze osiągnięcia naukowe. Dzięki temu spółka zyskała dostęp do najnowszych osiągnięć w dziedzinie ergonomii oraz bezpieczeństwa, co sprzyja ciągłemu doskonaleniu produktów i usług. Synergia pomiędzy środowiskiem naukowym a przemysłem umożliwiła także wdrożenie modelu otwartej innowacji, w ramach którego podejmowane są wspólne działania badawczo-rozwojowe oraz implementacja ich wyników w praktyce rynkowej.

W rezultacie, wdrożenia te nie tylko przyczyniły się do zwiększenia skuteczności ewakuacji osób z niepełnosprawnościami, ale także realnie wpłynęły na pozycjonowanie EnSafe jako eksperta branżowego, lidera w zakresie ergonomii sprzętu ewakuacyjnego. Tym samym, dokonania te potwierdzają tezę o wysokiej wartości dodanej wynikającej z wykorzystania badań naukowych w kreowaniu przewag rynkowych oraz kształtowaniu kultury innowacyjności w przedsiębiorstwach.

9 Podsumowanie i wnioski

Głównym celem pracy było opracowanie metodyki oceny i poprawy ergonomicznej jakości ewakuacji, z wykorzystaniem krzeseł ewakuacyjnych. Praca ma na celu dostarczenie praktycznych wytycznych dla różnych grup interesariuszy, takich jak producenci sprzętu, projektanci budynków oraz użytkownicy, czyli operatorzy krzeseł ewakuacyjnych. Rozprawa opiera się na wielu etapach badawczych:

- Metodyczny przegląd literatury naukowej, który posłużył jako podstawa do dalszych badań.
- Analiza percepcji decydentów oraz użytkowników na temat krzeseł ewakuacyjnych, co pozwoliło zidentyfikować kluczowe wymagania i obszary do poprawy.
- Badanie warunków przestrzennych dróg ewakuacyjnych, co prowadziło do stworzenia autorskiego modelu klasyfikacji pionowych dróg ewakuacyjnych i dostosowania doboru sprzętu do konkretnych warunków.
- Eksperyment, który pozwolił na obiektywną ocenę ergonomicznej jakości krzeseł ewakuacyjnych poprzez analizę ruchu operatora krzesła.
- Badanie ankietowe użytkowników na temat ich doświadczeń i opinii, co uzupełnia i weryfikuje wyniki poprzednich badań.

Wynikiem tych badań jest autorska metodyka kształtowania ergonomicznej jakości systemu ewakuacji. Metodyka ta zawiera szczegółowe schematy postępowania dla:

- Projektantów/producentów wskazując, jakie cechy ergonomiczne powinien mieć sprzęt.
- Decydentów (projektantów systemów ewakuacji) pomagając w wyborze odpowiednich krzeseł w zależności od specyfiki budynku.
- Użytkowników (operatorów) wskazując jak efektywnie i bezpiecznie używać sprzętu ewakuacyjnego.

Na podstawie opisanych w rozprawie działań można sformułować następujące główne wnioski naukowe:

1. Przegląd literatury naukowej wskazuje, że krzesła ewakuacyjne stanowią najbardziej efektywne i bezpieczne rozwiązanie dla ewakuacji osób z niepełnosprawnościami, ale ich skuteczność zależy od integracji z systemem zarządzania bezpieczeństwem, przestrzegania standardów oraz odpowiedniego przygotowania personelu.

2. Analiza wiedzy decydentów wskazuje, że aby poprawić skuteczność ewakuacji osób ze szczególnymi potrzebami, niezbędne jest zwiększenie poziomu wiedzy i praktycznego przygotowania decydentów oraz użytkowników, opracowanie spójnych kryteriów oceny krzeseł ewakuacyjnych i wdrożenie systemowego, partycypacyjnego podejścia do projektowania i wdrażania rozwiązań ewakuacyjnych.
3. Autorski model klasyfikacji schodów (na trzy grupy: standardowe, niestandardowe/techniczne i zabytkowe) umożliwia szybkie i skuteczne dopasowanie rodzaju sprzętu ewakuacyjnego do warunków przestrzennych budynku. Model ten porządkuje proces decyzyjny, wspiera projektantów, zarządców i służby ratownicze w wyborze najbardziej adekwatnych rozwiązań oraz podnosi poziom bezpieczeństwa i efektywności ewakuacji w różnych typach obiektów.
4. Wykonane badania jakości ergonomicznej krzeseł ewakuacyjnych z punktu widzenia ich operatora wykazały, że krzesła ewakuacyjne z czterema stałymi kołami (np. model Falcon) zapewniają mniejsze odchylenie tułowia operatora i bardziej przewidywalne obciążenia biomechaniczne niż krzesła z dwoma składanymi kołami. Oznacza to, że odpowiednia konstrukcja krzesła znacząco zmniejsza ryzyko przeciążeń i urazów u operatorów.
5. Badanie ankietowe wykazało, że obecność krzeseł ewakuacyjnych w budynkach znacząco podnosi poczucie bezpieczeństwa użytkowników, jednak świadomość ich lokalizacji i zasad użycia jest wciąż niewystarczająca. Regularne szkolenia i praktyczne ćwiczenia z użyciem krzeseł ewakuacyjnych istotnie zwiększają kompetencje i pewność operatorów, co przekłada się na skuteczność ewakuacji. Uczestnicy badania wyraźnie preferowali krzesła ewakuacyjne na czterech stałych kołach, oceniając je jako bardziej ergonomiczne, łatwiejsze w obsłudze i bezpieczniejsze w użytkowaniu niż modele ze składanymi kołami. Wyniki te podkreślają potrzebę dalszego doskonalenia rozwiązań technicznych oraz systemowego podejścia do edukacji i organizacji procedur ewakuacyjnych w budynkach użyteczności publicznej.
6. Opracowana metoda kształtowania jakości ergonomicznej systemu ewakuacji osób z niepełnosprawnościami (OzN) z budynków to narzędzie aplikacyjne, które integruje aspekty projektowe, organizacyjne i operacyjne. Opracowując tę metodę stwierdzono, że Jakość ergonomiczna systemów ewakuacyjnych nie jest wyłącznie rezultatem właściwości technicznych sprzętu, lecz efektem synergii między

kompetencjami użytkowników, konstrukcją urządzeń oraz organizacją procesów. To systemowe, zintegrowane podejście przełamuje tradycyjne postrzeganie ergonomii jako cechy samego urządzenia, ukazując ją jako dynamiczny parametr kształtowany przez interakcję wszystkich elementów systemu ewakuacyjnego.

W świetle przeprowadzonych badań i ich rezultatów poznawczych i utylitarnych (a zwłaszcza opracowanej metodyki kształtowania jakości ergonomicznej systemu ewakuacji osób z niepełnosprawnościami), przyszłe działania powinny koncentrować się na dalszym rozwoju i wdrażaniu systemowych rozwiązań w zakresie ewakuacji osób z niepełnosprawnościami. Kluczowe jest opracowanie i upowszechnienie standardów szkoleniowych dla operatorów i decydentów, regularne prowadzenie ćwiczeń ewakuacyjnych oraz rozwijanie narzędzi wspierających ocenę i doskonalenie ergonomii sprzętu ewakuacyjnego. Równocześnie należy dążyć do ciągłej optymalizacji konstrukcji krzeseł ewakuacyjnych w oparciu o badania użytkowników i analizy biomechaniczne, a także do wdrażania rozwiązań organizacyjnych, które zapewnią nie tylko obecność sprzętu, ale także jego dostępność, widoczność i właściwe rozmieszczenie w budynkach. Istotnym kierunkiem jest także rozwój narzędzi diagnostycznych pozwalających na bieżącą ocenę jakości ergonomicznej systemów ewakuacyjnych w instytucjach publicznych i komercyjnych.

Spis cytowanych źródeł

Adams, Andrew P. M., i Edwin „Ed" R. Galea. 2011. „An Experimental Evaluation of Movement Devices Used to Assist People with Reduced Mobility in High-Rise Building Evacuations". S. 129–38 w *Pedestrian and Evacuation Dynamics*, zredagowane przez R. D. Peacock, E. D. Kuligowski, i J. D. Averill. Boston, MA: Springer US.

Agyemang, Cathy, i Max Kinateder. 2022. „A Review of the Biomechanics of Staircase Descent: Implications for Building Fire Evacuations". *Fire Technology* 58(1):379–413. doi:10.1007/s10694-021-01140-y.

Beyer, Hugh, i Karen Holtzblatt. 1998. *Contextual Design: Defining Customer-Centered Systems*. San Francisco, Calif.: Morgan Kaufmann.

Borg, Gunnar Anders Valdemar. 1982. „Psychophysical Bases of Perceived Exertion". *Medicine and Science in Sports and Exercise* 14(5):377–81.

Bowie, William R., i George B. Sampson. 1979. „Transport Device for Invalids". (US4136888A).

Boyce, Michael W., Janice Al-Awar Smither, Daniel O. Fisher, i Peter A. Hancock. 2017. „Design of instructions for evacuating disabled adults". *Applied Ergonomics* 58:48–58. doi:10.1016/j.apergo.2016.05.010.

Branowski, Bogdan, Marek Zabłocki, i Piotr Pohl. 2011. „Wybrane zagadnienia koncepcyjne i konstrukcyjne budowy urządzeń do ewakuacji osób niepełnosprawnych z wysokich budynków". S. 49–70 w *Ergonomia Niepełnosprawnym- współczesne i przyszłe kierunki rozwoju*. Łódź: Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej.

Bukowski, Richard W. 2016. *Egress concepts and design approaches*. New York, NY, USA: Springer.

Butler, Kathryn M., Susanne M. Furman, Erica D. Kuligowski, i Richard D. Peacock. 2016. *Perspectives of Occupants with Mobility Impairments on Fire Evacuation and Elevators*. NIST TN 1923. National Institute of Standards and Technology. doi:10.6028/NIST.TN.1923.

Cocking, Chris, John Drury, i Steve Reicher. 2009. „The Psychology of Crowd Behaviour in Emergency Evacuations: Results from Two Interview Studies and Implications for the Fire and Rescue Services". *The Irish Journal of Psychology* 30(1–2):59–73. doi:10.1080/03033910.2009.10446298.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/882 z dnia 17 kwietnia 2019 r. w sprawie wymogów dostępności produktów i usług. 2019. T. L 151.

Dz.U. 2024 poz. 1411. 2024. „Ustawa z dnia 19 lipca 2019 r. o zapewnieniu dostępności osobom ze szczególnymi potrzebami". (Dz.U. 2019 poz. 1696):Dz.U. 2019 poz. 1696.

Dz.U. 2025 poz. 188. 1991. „Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej". (Dz.U. 1991 Nr 81, poz. 351):Dz.U. 2025 poz. 188.

Evacuation chair. 1985. *Rehabilitation Nursing* 10(2):40–43. doi:10.1002/j.2048-7940.1985.tb00417.x.

Fowler, Floyd J., i Carol Cosenza. 2012. „Writing Effective Questions". S. 140–55 w *International Handbook of Survey Methodology*, *European Association of Methodology Series*, zredagowane przez E. D. de Leeuw, J. J. Hox, i D. A. Dillman. Florence, Italy: Taylor and Francis.

Fredericks, Tycho K., Steven E. Butt, Anil R. Kumar, i Supreeta G. Amin. 2006. „Biomechanical analysis of EMS personnel using stair chairs with track systems". S. 330–35 w *Proceedings of the 11th Annual International Journal of Industrial Engineering Theory, Applications & Practice*.

Fredericks, Tycho K., Sang D. Choi, Steven E. Butt, i Anil R. Kumar. 2002a. „Biomechanical analyses of paramedics using stairchairs". S. paper 45 w *Advances in Occupational Ergonomics and Safety*. T. 5. Toronto,Canada: International Society for Occupational Ergonomics and Safety.

Fredericks, Tycho K., Sang D. Choi, Steven E. Butt, i Anil R. Kumar. 2002b. „Postural Analyses of Paramedics Using Stairchairs". S. paper 44 w *Advances in Occupational Ergonomics and Safety*. T. 5, zredagowane przez P. J. Toronto,Canada: International Society for Occupational Ergonomics and Safety.

Freeman, R. Edward. 2010. *Strategic Management: A Stakeholder Approach*. Reissue. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Glenn Hedman E., Jay Mehta, Steven Lavender, Paul Reichelt, Karen Conrad, i Sanghyun Park. 2021. „Consumer Opinion of Stair Descent Devices Used during Emergency Evacuation from High-Rise Buildings". *Assistive Technology* 33(5):278–87. doi:10.1080/10400435.2019.1634656.

Guylène, Proulx, i Pineau Joelle. 1996. *Review of Evacuation Strategies for Occupants with Disabilities*. IRC-IR-712. Ottawa, Canada: National Fire Laboratory Institute for Research in Construction National Research Council Canada. https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=de2066972abf524cd20f97a97cb61be9e30a8ada.

Hale, Neville E., i Gardner Kenneth. 1966. „Vehicles for Invalids for Travel over Horizontal and Inclined Surfaces". (46979665A).

Hashemi, Mahdi. 2018. „Emergency Evacuation of People with Disabilities: A Survey of Drills, Simulations, and Accessibility" zredagowane przez S. Tomasiello. *Cogent Engineering* 5(1):1506304. doi:10.1080/23311916.2018.1506304.

Hedman, Glenn E. 2011. „Travel Along Stairs by Individuals with Disabilities: A Summary of Devices Used During Routine Travel and Travel During Emergencies". S. 109–19 w *Pedestrian and Evacuation Dynamics*, zredagowane przez R. D. Peacock, E. D. Kuligowski, i J. D. Averill. Boston, MA: Springer US.

Hollis III, William C. 2002. „Rights of people with disabilities to emergency evacuation under the Americans with Disabilities Act of 1990". *Journal of Health Care Law and Policy* 5(2):524–63.

Hostetter, Haley, i Mohammad Zarghaam Naser. 2022. „Characterizing disability in fire evacuation: A progressive review". *Journal of Building Engineering* 53:104573. doi:10.1016/j.jobe.2022.104573.

Hutchinson, Susan R. 2004. „Survey research". S. 283–302 w *Foundations for research: methods of inquiry in education and the social sciences*, *Inquiry and pedagogy across diverse contexts*, zredagowane przez K. B. DeMarrais i S. D. Lapan. Mahwah, NJ, USA: L. Erlbaum Associates.

ISO 21542 Building construction — Accessibility and usability of the built environment. 2021.

Jach, Katarzyna. 2019. *Metodyka wspomagania aktywności zawodowej osób z ograniczeniami funkcjonalnymi*. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.

Joshi, Ankur, Saket Kale, Satish Chandel, i D. Pal. 2015. „Likert Scale: Explored and Explained". *British Journal of Applied Science & Technology* 7(4):396–403. doi:10.9734/BJAST/2015/14975.

Kawka, Joanna, i Dagmara Płatonowicz. 2024. „Metoda Badania ewakuacji osób z niepełnosprawnościami jako element doskonalenia systemowego zarządzania bezpieczeństwem pracy / Method of research on the evacuation of people with disabilities as an element of improving the systemic management of occupational safety". Master's thesis, Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania / Poznan University of Technology, Faculty of Engineering Management, Poznań, Poland.

Kielch, Ewelina, i Paweł Gromek. 2020. „Wpływ rodzaju niepełnosprawności na ryzyko ewakuacji w obliczu pożarow i innych miejscowych zagrożeń". *Zeszyty Naukowe SGSP/Szkoła Główna Służby Pożarniczej* 4(76):157–75. doi:10.5604/01.3001.0014.5983.

Koo, Jongwook, Yong Suk Kim, Byung Ik Kim, i Kevin M. Christensen. 2013. „A comparative study of evacuation strategies for people with disabilities in high-rise building evacuation". *Expert Systems with Applications* 40(2):408–17. doi:10.1016/j.eswa.2012.07.017.

Krok, Ewa. 2015. „Survey questionnaire structure and its impact on the research results". *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Studia Informatica* 874(37):55–73. doi:10.18276/si.2015.37-05.

Lavender, Steven A., Glenn E. Hedman, Jay P. Mehta, Paul A. Reichelt, Karen M. Conrad, i Sanghyun Park. 2014. „Evaluating the Physical Demands on Firefighters Using Hand-Carried Stair Descent Devices to Evacuate Mobility-Limited Occupants from High-Rise Buildings". *Applied Ergonomics* 45(3):389–97. doi:10.1016/j.apergo.2013.05.005.

Lavender, Steven A., Jay P. Mehta, Glenn E. Hedman, Sanghyun Park, Paul A. Reichelt, i Karen M. Conrad. 2012. „Ergonomic Evaluation of Track-Type Stair Descent Devices Used for the Evacuation of High Rise Buildings". *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 56(1):1211–12. doi:10.1177/1071181312561263.

Lavender, Steven A., Jay P. Mehta, Glenn E. Hedman, Sanghyun Park, Paul A. Reichelt, i Karen M. Conrad. 2013. „An Ergonomic Evaluation of Hand-Carried, Track-Type, and Sled-Type Stair Descent Devices Used for High Rise Building Evacuation". S. 976–80 w *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. T. 57.

Levin, Bernard Martin. 1980. *Fire and life safety for the handicapped*. T. 185. NBS special publication. Gaithersburg, MA, USA: National Bureau of Standards.

Lewandowski, Jerzy. 1999. *Projektowanie systemów informacyjnych zarządzania w przedsiębiorstwie*. Łódź: Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej.

Lohr, Sharon L. 2019. *Sampling: Design and Analysis*. 2. wyd. Boca Raton, FL, USA: Chapman and Hall/CRC.

Lyu, Yimiao, i Hongchun Wang. 2025. „Fire Evacuation for People with Functional Disabilities in High-Rise Buildings: A Scoping Review". *Buildings* 15(4):634. doi:10.3390/buildings15040634.

Małek-Orłowska, Monika, i Katarzyna Jach. 2022. „Aspekty normatywne i aktualna sytuacja komisji etyki badań naukowych z udziałem ludzi na polskich uczelniach technicznych". *Diametros* 1–17. doi:10.33392/diam.1811.

Mehta, Jay P., Steven A. Lavender, Glenn E. Hedman, Paul A. Reichelt, Sanghyun Park, i Karen M. Conrad. 2015. „Evaluating the Physical Demands on Firefighters Using Track-Type Stair Descent Devices to Evacuate Mobility-Limited Occupants from High-Rise Buildings". *Applied Ergonomics* 46:96–106. doi:10.1016/j.apergo.2014.07.009.

Migas, Andrzej, Marcin Butlewski, i Maciej Sydor. 2023. „Evacuation Chairs: A Survey to Assess the State of the Art and Desirable Features from the Perspective of Decision Makers". *Zeszyty Naukowe SGSP* (87):7–18. doi:10.5604/01.3001.0053.8565.

Migas, Andrzej, Maciej Sydor, i Marcin Butlewski. 2024. „Infrastructural Determinants in Ergonomic Evacuation of Individuals with Special Needs". S. 133–44 w *Szkoła Logistyki 2024*, *Nauki ekonomiczne*, zredagowane przez J. Zawiła-Niedźwiecki i A. Płaczek. Radom: Instytut Naukowo-Wydawniczy „Spatium".

Minister Infrastruktury. 2024. *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*.

MSWiA, . 2023. *Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów*.

National Fire Protection Association (NFPA). 2024. *NFPA 101. Life Safety Code*. SKU: 10124. Quincy, MA, USA. www.nfpa.org/product/nfpa-101-code/p0101code#2024-edition-details.

Page, Matthew J., Joanne E. McKenzie, Patrick M. Bossuyt, Isabelle Boutron, Tammy C. Hoffmann, Cynthia D. Mulrow, Larissa Shamseer, Jennifer M. Tetzlaff, Elie A. Akl, Sue E. Brennan, Roger Chou, Julie Glanville, Jeremy M. Grimshaw, Asbjørn

Hróbjartsson, Manoj M. Lalu, Tianjing Li, Elizabeth W. Loder, Evan Mayo-Wilson, Steve McDonald, Luke A. McGuinness, Lesley A. Stewart, James Thomas, Andrea C. Tricco, Vivian A. Welch, Penny Whiting, i David Moher. 2021. „The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews". *Systematic Reviews* 10(1):89. doi:10.1186/s13643-021-01626-4.

PN-EN 179:2009. 2009. „Okucia budowlane -- Zamknięcia awaryjne do wyjść uruchamiane klamką lub płytką naciskową, przeznaczone do stosowania na drogach ewakuacyjnych -- Wymagania i metody badań".

PN-EN 17210. 2021. „Dostępność i dostosowanie środowiska zabudowanego -- Wymagania funkcjonalne".

Ponto, Julie. 2015. „Understanding and Evaluating Survey Research". *Journal of the Advanced Practitioner in Oncology* 6(2):168–71.

Quaill, Jennifer, Ruth Barker, i Caryn West. 2018. „Experiences of Individuals with Physical Disabilities in Natural Disasters: An Integrative Review". *The Australian Journal of Emergency Management* 33(3):58–63.

Reason, James T. 2009. *Human Error*. 20. wyd. Cambridge: Cambridge Univ. Press.

Rehabilitation Engineering & Assistive Technology Society of North America. 2014. *RESNA Position Paper on the Use of Evacuation Chairs*. Washington, DC, USA. https://www.resna.org/Portals/0/Documents/Position%20Papers/RESNA%20Position%20Paper%20Evac%20Chairs%202017.pdf.

RESNA ED-1:2019. 2019. *Emergency Stair Travel Devices Used by Individuals with Disabilities*. RESNA ED-1:2019. Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America.

Rice, Valerie J. B., Marilyn A. Sharp, William J. Tharion, i Timothy L. Williamson. 1996. „The effects of gender, team size, and a shoulder harness on a stretcher-carry task and post-carry performance. Part II. A mass-casualty simulation". *International Journal of Industrial Ergonomics* 18(1):41–49. doi:10.1016/0169-8141(95)00027-5.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. 2022.

Steen, J. A., i M. Bergeron. 2017. „The Human Right to Safe Exit: University Evacuation Policy and Mobility Impairment". *Journal of Policy Practice* 16(3):276–91. doi:10.1080/15588742.2016.1266723.

Steinfeld, Edward. 2006. „Evacuation of people with disabilities". *Journal of Security Education* 1(4):107–18. doi:10.1300/J460v01n04_10.

Szulc, Karolina, Marcin Cisek, i Małgorzata Król. 2022. „Evaluation of the Evacuation of People with Disabilities, Using an Evacuation Chair. Research Report". *Safety & Fire Technology* 60(2):42–59. doi:10.12845/sft.60.2.2022.2.

Trench, Nancy, Cerie Smith, Mike Wieder, i Kara Kalkbrenner. 2020. *Emergency Services Ergonomics and Wellness*. FA-356. Emmitsburg, MD, USA: U.S. Fire Administration

(USFA). https://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/publications/emergency-services-ergonomics-and-wellness.pdf.

University of Reading. 2011. *Guidance on evacuation chairs*. *Health and Safety Services*. Safety Note 60. Reading, England. https://www.reading.ac.uk/health-safety-services/-/media/project/functions/health-and-safety-services/documents/sn-60-evacuation-chairs.pdf?la=en&hash=E2842A3DC64ACE0DF19BAB80A0C8909D.

Wiśniewski, Zbigniew, Aleksandra Polak-Sopińska, Małgorzata Wiśniewska, i Małgorzata Jedraszek-Wiśniewska. 2020. „Dynamics of Interactions". S. 246–58 w *Advances in Human Factors and Simulation*. T. 958, *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Cham, Switzerland: Springer.

Wiśniewski, Zbigniew, Aleksandra Polak-Sopińska, Małgorzata Wiśniewska, i Magdalena Wróbel-Lachowska. 2018. „Dynamics of Interactions – Motivation". S. 155–63 w *Advances in Social & Occupational Ergonomics*. T. 605, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, zredagowane przez R. H. M. Goossens. Cham, Switzerland: Springer International Publishing.

Zając, Krzysztof, Andrzej Migas, Piotr Sobaś, i Paweł Garboś. 2020. „Patent aplication PL 435164 A1 Krzesło ewakuacyjne / Evacuation Chair". (PL 43516420 A).

Zając, Krzysztof, Maciej Sydor, i Beata Mrugalska. 2023. „Quality of Emergency Stair Travel Devices". *Zeszyty Naukowe SGSP* 86(2):23–51. doi:10.5604/01.3001.0053.7145.

Spis tabel

Tabela 1. Zestawienie cech różnych urzadzeń ewakuacyjnych 25
Tabela 2. Zestawienie ważniejszych wymagań dla dróg ewakuacyjnych..... 27
Tabela 3. Dobór urządzeń ewakuacyjnych w zależności od rodzaju schodów..... 51
Tabela 4 Podsumowanie deklarowanej kultury bezpieczeństwa respondentów 77
Tabela 5. Wyniki korelacji w badaniu ankietowym..... 93
Tabela 6. Zestawienie wdrożeń..... 111

Spis rysunków

Rysunek 1. Struktura realizacji rozprawy 16
Rysunek 2. Metodyka identyfikacji literatury dotyczącej ewakuacji z użyciem krzeseł ewakuacyjnych..... 19
Rysunek 3. Mapa słów kluczowych na podstawie 487 publikacji indeksowanych w Scopus, dotyczących ewakuacji osób o specjalnych potrzebach 20
Rysunek 4. Zawężona problematyka ewakuacji osób z niepełnosprawnościami (na podstawie 33 publikacji) 21
Rysunek 5. Rozkład odpowiedzi respondentów na pytanie: „Jaki element krzesła ewakuacyjnego jest najważniejszy?” 33
Rysunek 6. Rozkład odpowiedzi respondentów na pytanie: „Co należy zmienić w konstrukcji krzesła ewakuacyjnego?” 34
Rysunek 7. Rozkład odpowiedzi respondentów na pytanie: „Co należy zwiększyć w konstrukcji krzesła ewakuacyjnego?” 34
Rysunek 8. Rozkład odpowiedzi respondentów na pytanie: „Co należy zmniejszyć w konstrukcji krzesła ewakuacyjnego?” 35
Rysunek 9. Rozkład odpowiedzi respondentów na pytanie: „Co należy dodać do konstrukcji krzesła ewakuacyjnego?” 35
Rysunek 10. Rozkład odpowiedzi respondentów na pytanie: „Co należy usunąć z konstrukcji krzesła ewakuacyjnego?” 36
Rysunek 11. Mata do ewakuacji (po prawej: w trakcie użycia)..... 43
Rysunek 12. Siedzisko transportowe (po prawej: w trakcie użycia)..... 44
Rysunek 13. Materac do ewakuacji (po prawej: w trakcie użycia)..... 44
Rysunek 14. Krzesło ewakuacyjne ze składanymi tylnymi kołami (po prawej: w trakcie użycia)..... 45
Rysunek 15. Krzesło ewakuacyjne na czterech stałych kołach (po prawej: w trakcie użycia) 45
Rysunek 16. Przykład schodów standardowych (Grupa I) 48
Rysunek 17. Przykład schodów przemysłowych i niestandardowych (Grupa II)..... 49
Rysunek 18. Przykład schodów w obiektach zabytkowych (Grupa III) 50
Rysunek 19. Fotografie krzesła ewakuacyjnego Falcon 55
Rysunek 20. Fotografie krzesła ewakuacyjnego Robin 55
Rysunek 21. Antropomorficzny manekin testowy o masie 80 kg..... 56
Rysunek 22. Rozmieszczenie czujników inercyjnych oraz pozycje A-pose i T-pose 56
Rysunek 23. Rozmieszczenie czujników inercyjnych w trakcie badania 57

Rysunek 24. Parametry schodów w lokalizacjach WA-WIZ 57
Rysunek 25. Parametry schodów w lokalizacjach WISiE 58
Rysunek 26. Parametry schodów w lokalizacjach WIMiFT 58
Rysunek 27. Sekwencje ruchów dla krzesła ewakuacyjnego z czterema stałymi kołami (model Falcon) 59
Rysunek 28. Zjazd po schodach (model Falcon) 59
Rysunek 29. Sekwencje ruchów dla krzesła ewakuacyjnego z dwoma składanymi kołami (model Robin) 60
Rysunek 30. Złożenie kół (model Robin) 60
Rysunek 31. Kąty pochylenia tułowia dla krzesła ewakuacyjnego z czterema stałymi kołami (model Falcon) w trzech różnych klatkach schodowych 61
Rysunek 32. Kąty pochylenia tułowia dla krzesła ewakuacyjnego z dwoma składanymi kołami (model Robin) w trzech różnych klatkach schodowych 62
Rysunek 33. Porównanie wartości średnich kątów tułowia: Falcon vs. Robin 63
Rysunek 34. Nałożenie modelu człowieka 3DSSPP na model patyczkowy 63
Rysunek 35. Deklarowana płeć respondentów 69
Rysunek 36. Rok urodzenia respondentów na podstawie danych zebranych w badaniu ankietowym 70
Rysunek 37. Wzrost osób uczestniczących w badaniu ankietowym 70
Rysunek 38. Deklarowana masa ciała osób uczestniczących w badaniu ankietowym 71
Rysunek 39. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących ilości kondygnacji budynku .. 71
Rysunek 40. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących dbania przez organizację o bezpieczeństwo OZN 72
Rysunek 41. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących świadomości wyposażenia budynku w krzesła ewakuacyjne lub inny sprzęt ewakuacyjny 73
Rysunek 42. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących lokalizacji najbliższego krzesła ewakuacyjnego w budynku 73
Rysunek 43. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących wpływu obecności krzesła ewakuacyjnego w budynku na bezpieczeństwo w miejscu pracy 74
Rysunek 44. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących oceny wpływu ćwiczeń z krzesłem ewakuacyjnym na świadomość w zakresie bezpieczeństwa w organizacji .. 75
Rysunek 45. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących częstości użycia krzesła ewakuacyjnego 75

Rysunek 46. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących umiejętności operatora krzesła ewakuacyjnego 76
Rysunek 47. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących zasadności zastosowania krzesła ewakuacyjnego typu Falcon w budynkach 78
Rysunek 48. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących zasadności zastosowania krzesła ewakuacyjnego typu Robin w budynkach 78
Rysunek 49. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących czytelności piktograficznej instrukcji użytkowania krzesła ewakuacyjnego typu Falcon 79
Rysunek 50. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących czytelności piktograficznej instrukcji użytkowania krzesła ewakuacyjnego typu Robin 79
Rysunek 51. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących łatwości obsługi krzesła ewakuacyjnego typu Falcon 80
Rysunek 52. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących łatwości obsługi krzesła ewakuacyjnego typu Robin 80
Rysunek 53. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących łatwości ewakuacji OZN przy użyciu krzesła ewakuacyjnego typu Falcon 81
Rysunek 54. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących łatwości ewakuacji OZN przy użyciu krzesła ewakuacyjnego typu Robin 81
Rysunek 55. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących poczucia osoby w roli operatora krzesła ewakuacyjnego typu Falcon 82
Rysunek 56. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących poczucia osoby w roli operatora krzesła ewakuacyjnego typu Robin 82
Rysunek 57. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących odczucia niekomfortowego obciążenia ciała przez operatora w trakcie użycia krzesła typu Falcon 83
Rysunek 58. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących odczucia niekomfortowego obciążenia ciała przez operatora w trakcie użycia krzesła typu Robin 83
Rysunek 59. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących odpowiedniej wysokości uchwytu głównego w krześle ewakuacyjnym typu Falcon 84
Rysunek 60. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących odpowiedniej wysokości uchwytu głównego w krześle ewakuacyjnym typu Robin 84
Rysunek 61. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących łatwości manewrowania krzesłem ewakuacyjnym typu Falcon 85
Rysunek 62. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących łatwości manewrowania krzesłem ewakuacyjnym typu Robin 85

Rysunek 63. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących spełnienia przez krzesło ewakuacyjne typu Falcon oczekiwań w zakresie ergonomii 86
Rysunek 64. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących spełnienia przez krzesło ewakuacyjne typu Robin oczekiwań w zakresie ergonomii 86
Rysunek 65. odpowiedzi respondentów dotyczących rekomendacji krzesła ewakuacyjnego typu Falcon do innych obiektów 87
Rysunek 66. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących rekomendacji krzesła ewakuacyjnego typu Robin do innych obiektów 87
Rysunek 67. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących wyglądu zewnętrznego krzesła ewakuacyjnego typu Falcon 88
Rysunek 68. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących wyglądu zewnętrznego krzesła ewakuacyjnego typu Robin 88
Rysunek 69. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących oceny solidności krzesła ewakuacyjnego typu Falcon 89
Rysunek 70. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących oceny solidności krzesła ewakuacyjnego typu Robin 89
Rysunek 71. Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących odczuć w sprawie jakości materiału tekstylnych w krześle ewakuacyjnym typu Falcon 90
Rysunek 72. . Rozkład odpowiedzi respondentów dotyczących odczuć w sprawie jakości materiału tekstylnych w krześle ewakuacyjnym typu Robin 90
Rysunek 73. Schemat postępowania dla projektanta/producenta krzeseł ewakuacyjnych 101
Rysunek 74. Schemat postępowania dla decydenta krzeseł ewakuacyjnych 104
Rysunek 75. Schemat postępowania dla operatora (użytkownika) krzeseł ewakuacyjnych .. 107
Rysunek 76. Uchwyt główny przed modyfikacją (po lewej), po modyfikacji (po prawej) ... 113
Rysunek 77. Uchwyt główny przed modyfikacją oraz po modyfikacji – w ujęciu wspólnym 114
Rysunek 78. Kąt nachylenia krzesła ewakuacyjnego względem schodów przed modyfikacją (po lewej), po modyfikacji (po prawej) 114
Rysunek 79. Kąt nachylenia krzesła ewakuacyjnego względem schodów przed modyfikacją oraz po modyfikacji – w ujęciu wspólnym 115
Rysunek 80. Kształt konstrukcji siedziska przed modyfikacją (po lewej), po modyfikacji (po prawej) 115
Rysunek 81. Kształt konstrukcji siedziska przed modyfikacją oraz po modyfikacji – w ujęciu wspólnym 116

Rysunek 82. Karta katalogowa krzesła ewakuacyjnego ROBIN 2.0 119
Rysunek 83. Karta katalogowa krzesła ewakuacyjnego FALCON 2.0 120

Załączniki

Załącznik 1. Kwestionariusz ankiety wraz z informację wstępną

Badanie ankietowe dotyczące oceny użytkowania krzeseł ewakuacyjnych

Szanowni Państwo,

Celem badania ankietowego jest zebranie opinii użytkowników dwóch rodzajów krzeseł ewakuacyjnych wykorzystywanych w badaniu.

Ankieta jest anonimowa, uzyskane dane posłużą wyłącznie celom naukowym w ramach pracy doktorskiej przygotowywanej przez autora ankiety na Wydziale Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej.

W trakcie wypełniania ankiety nie są zbierane dane osobowe uczestników badania, poza anonimowo takimi jak płeć i wiek.

Autorem ankiety jest Andrzej Migas, z którym można się skontaktować pod adresem e-mail: andrzej.migas@doctorate.put.poznan.pl

Wypełnienie ankiety powinno zająć około 10 - 15 minut.

Rozpoczynając ankietę:

1. Oświadczam, że przeczytałem/am i zrozumiałem/am informacje dotyczące badania.
2. Wyrażam dobrowolną zgodę na udział w badaniu.
3. Jestem świadomy/ma, iż w każdej chwili mogę wycofać zgodę na udział w dalszej części badania, bez podania przyczyn, poprzez przerwanie wypełniania ankiety.

Ankieta jest dystrybuowana po uzyskaniu pozytywnej opinii Komisji ds. Etyki Badań Naukowych Politechniki Poznańskiej.

Pytanie 1

Moja organizacja dba o bezpieczeństwo ewakuacji osób ze szczególnymi potrzebami

- Całkowicie się nie zgadzam
- Nie zgadzam się
- Ani się nie zgadzam, ani się zgadzam
- Zgadzam się
- Całkowicie się zgadzam

Pytanie 2

W budynku, w którym pracuję/studiuję znajdują się krzesła ewakuacyjne (lub inny sprzęt służący do ewakuacji osób ze szczególnymi potrzebami)

- Tak
- Nie
- Nie wiem

Pytanie 3

Wiem, gdzie w budynku zlokalizowane jest najbliższe krzesło ewakuacyjne

- Całkowicie się nie zgadzam
- Nie zgadzam się
- Ani się nie zgadzam, ani się zgadzam
- Zgadzam się
- Całkowicie się zgadzam

Pytanie 4

Obecność krzesła ewakuacyjnego w budynku wpływa na poczucie ogólnego bezpieczeństwa w miejscu pracy

- Całkowicie się nie zgadzam
- Nie zgadzam się
- Ani się nie zgadzam, ani się zgadzam
- Zgadzam się
- Całkowicie się zgadzam

Pytanie 5

Ile kondygnacji nadziemnych ma Twój budynek

- 1
- do 4 kondygnacji
- do 9 kondygnacji
- 10 do 18 kondygnacji
- 19 lub więcej
- Nie wiem

Pytanie 6

Uważam, że ćwiczenia z krzesłem ewakuacyjnym zwiększają świadomość potrzeby zapewnienia bezpieczeństwa dla wszystkich osób w organizacji

- Całkowicie się nie zgadzam
- Nie zgadzam się
- Ani się nie zgadzam, ani się zgadzam
- Zgadzam się
- Całkowicie się zgadzam

Pytanie 7

Ile razy do tej pory ewakuowałeś osobę/manekina przy użyciu krzesła ewakuacyjnego?

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4 i więcej

Pytanie 8

Uważam, że po szkoleniu mam umiejętności, aby ewakuować osobę/manekina przy użyciu krzesła ewakuacyjnego

- Całkowicie się nie zgadzam
- Nie zgadzam się
- Ani się nie zgadzam, ani się zgadzam
- Zgadzam się
- Całkowicie się zgadzam

Pytanie 9

Uważam, że krzesło ewakuacyjne powinno znajdować się w każdym wielokondygnacyjnym budynku (zaznacz jedną odpowiedź dla danego krzesła)

	Zdecydowanie tak	Raczej tak	Trudno powiedzieć	Raczej nie	Zdecydowanie nie
Krzesło na stałych 4 kołach (typu Falcon)					
Krzesło ze składanymi tylnymi kołami (typu ROBIN)					

Pytanie 10

Czy instrukcja użytkowania krzesła nadrukowana na materiale zagłówka jest jasna i zrozumiała? (zaznacz jedną odpowiedź dla danego krzesła)

	Zdecydowanie tak	Raczej tak	Trudno powiedzieć	Raczej nie	Zdecydowanie nie
Krzesło na stałych 4 kołach (typu Falcon)					
Krzesło ze składanymi tylnymi kołami (typu ROBIN)					

Pytanie 11

Czy rozłożenie i przygotowanie krzesła ewakuacyjnego do użycia jest dla Ciebie łatwe? (zaznacz jedną odpowiedź dla danego krzesła)

	Zdecydowanie tak	Raczej tak	Trudno powiedzieć	Raczej nie	Zdecydowanie nie
Krzesło na stałych 4 kołach (typu Falcon)					
Krzesło ze składanymi tylnymi kołami (typu ROBIN)					

Pytanie 12

Czy przeprowadzenie ewakuacji osoby za pomocą krzesła ewakuacyjnego jest dla Ciebie łatwe? (zaznacz jedną odpowiedź dla danego krzesła)

	Zdecydowanie tak	Raczej tak	Trudno powiedzieć	Raczej nie	Zdecydowanie nie
Krzesło na stałych 4 kołach (typu Falcon)					
Krzesło ze składanymi tylnymi kołami (typu ROBIN)					

Pytanie 13

W trakcie ewakuacji manekina czuję się pewnie jako operator krzesła ewakuacyjnego? (zaznacz jedną odpowiedź dla danego krzesła)

	Zdecydowanie tak	Raczej tak	Trudno powiedzieć	Raczej nie	Zdecydowanie nie
Krzesło na stałych 4 kołach (typu Falcon)					
Krzesło ze składanymi tylnymi kołami (typu ROBIN)					

Pytanie 14

Podczas ewakuacji manekina za pomocą krzesła ewakuacyjnego odczuwałem/am niekomfortowe obciążenie ciała (zaznacz jedną odpowiedź dla danego krzesła)

	Zdecydowanie tak	Raczej tak	Trudno powiedzieć	Raczej nie	Zdecydowanie nie
Krzesło na stałych 4 kołach (typu Falcon)					
Krzesło ze składanymi tylnymi kołami (typu ROBIN)					

Pytanie 15

Podczas ewakuacji uchwyt główny krzesła ewakuacyjnego był na odpowiedniej wysokości (zaznacz jedną odpowiedź dla danego krzesła)

	Zdecydowanie tak	Raczej tak	Trudno powiedzieć	Raczej nie	Zdecydowanie nie
Krzesło na stałych 4 kołach (typu Falcon)					
Krzesło ze składanymi tylnymi kołami (typu ROBIN)					

Pytanie 16

Uważam, że krzesło ewakuacyjne jest łatwe w manewrowaniu (zaznacz jedną odpowiedź dla danego krzesła)

	Zdecydowanie tak	Raczej tak	Trudno powiedzieć	Raczej nie	Zdecydowanie nie
Krzesło na stałych 4 kołach (typu Falcon)					
Krzesło ze składanymi tylnymi kołami (typu ROBIN)					

Pytanie 17

Krzesło ewakuacyjne spełnia moje oczekiwania w kontekście ergonomii (zaznacz jedną odpowiedź dla danego krzesła)

	Zdecydowanie tak	Raczej tak	Trudno powiedzieć	Raczej nie	Zdecydowanie nie
Krzesło na stałych 4 kołach (typu Falcon)					
Krzesło ze składanymi tylnymi kołami (typu ROBIN)					

Pytanie 18

Czy poleciłbyś/aś to krzesło innym placówkom lub osobom odpowiedzialnym za bezpieczeństwo? (zaznacz jedną odpowiedź dla danego krzesła)

	Tak	Nie
Krzesło na stałych 4 kołach (typu Falcon)		
Krzesło ze składanymi tylnymi kołami (typu ROBIN)		

Pytanie 19

Czy wygląd krzesła ewakuacyjnego jest atrakcyjny? (zaznacz jedną odpowiedź dla danego krzesła)

	Zdecydowanie tak	Raczej tak	Trudno powiedzieć	Raczej nie	Zdecydowanie nie
Krzesło na stałych 4 kołach (typu Falcon)					
Krzesło ze składanymi tylnymi kołami (typu ROBIN)					

Pytanie 20

Czy krzesło ewakuacyjne w Twojej ocenie jest solidne? (zaznacz jedną odpowiedź dla danego krzesła)

	Zdecydowanie tak	Raczej tak	Trudno powiedzieć	Raczej nie	Zdecydowanie nie
Krzesło na stałych 4 kołach (typu Falcon)					
Krzesło ze składanymi tylnymi kołami (typu ROBIN)					

Pytanie 21

Czy uważasz, że materiały tekstylne użyte do produkcji krzesła ewakuacyjnego są wysokiej jakości? (zaznacz jedną odpowiedź dla danego krzesła)

	Zdecydowanie tak	Raczej tak	Trudno powiedzieć	Raczej nie	Zdecydowanie nie
Krzesło na stałych 4 kołach (typu Falcon)					
Krzesło ze składanymi tylnymi kołami (typu ROBIN)					

Pytanie 22

Czego brakowało lub co bym zmienił/a przy krześle ewakuacyjnym - typu FALCON?

Twoja odpowiedź: …….

Pytanie 23

Czego brakowało lub co bym zmienił/a przy krześle ewakuacyjnym - typu ROBIN?

Twoja odpowiedź: …….

Pytanie 24

Wymień najważniejsze cechy krzesła ewakuacyjnego

Twoja odpowiedź: …….

Pytanie 25

Proszę podaj swoją płeć

Kobieta

Mężczyzna

Osoba niebinarna

Nie chcę odpowiadać

Inne:

Pytanie 26

Podaj Twój rok urodzenia

Twoja odpowiedź: …….

Pytanie 27

Podaj Twój wzrost [cm]

Twoja odpowiedź: …….

Pytanie 28

Jaka jest Twoja masa ciała [kg]

Twoja odpowiedź: …….

Załącznik 2. Uchwała Komisji ds. Etyki Badań Naukowych PP w sprawie badań z udziałem ludzi

POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Komisja ds. Etyki Badań Naukowych prowadzonych z udziałem ludzi na Politechnice Poznańskiej
pl. M. Skłodowskiej-Curie 5, 60-965 Poznań, tel.: +48 61 665 37 78
prof. dr hab. Ryszard Czajka – Przewodniczący Komisji
e-mail: ryszard.czajka@put.poznan.pl, tel.: +48 61 665 32 34
www.put.poznan.pl

Poznań, dnia 07.06.2024 r.

UCHWAŁA nr 007/2024

Komisji ds. Etyki Badań Naukowych prowadzonych z udziałem ludzi na Politechnice Poznańskiej
w sprawie wyrażenia opinii o projekcie badawczym / badaniu naukowym

Dotyczy wniosku:
Wnioskodawca: ***dr hab. inż. Marcin Butlewski, prof. PP, (Wydział Inżynierii Zarządzania, Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Jakości, Zakład Zastosowań Ergonomii)***

Wniosek został złożony przez Kierownika zespołu badawczego: ***dr. hab. inż. Marcina Butlewskiego, prof. PP, (Wydział Inżynierii Zarządzania, Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa i Jakości, Zakład Zastosowań Ergonomii)***
Data wpłynięcia wniosku: 2024.04.17
Przedmiot opinii: Wniosek do Komisji pt. ***„Porównawcze badania właściwości użytkowych krzeseł ewakuacyjnych (2 typy)"***
oraz
Zał. nr 1: INFORMACJA DLA UCZESTNIKÓW BADANIA,
Zał. nr 2: Procedura postępowania z systemem NEURON PERCEPTION z oprogramowaniem AXIS STUDIO QUICK START GUIDE
Zał 3 Formularz ankiety 15.05.2024.pdf
Zał. nr 4 Oświadczenie o wyrażeniu zgody.doc

Zgodnie z Regulaminem pracy Komisji ds. Etyki Badań Naukowych prowadzonych z udziałem ludzi na Politechnice Poznańskiej (Załącznik do Zarządzenia Nr 15 Rektora PP z dnia 4 kwietnia 2022 r. (RO/IV/15/2022), po zapoznaniu się z ww. dokumentacją, uzupełnioną i poprawioną zgodnie z uwagami ZR-007/2024 oraz końcową opinią przygotowaną przez Zespół Roboczy ZR-007/2024 (zał. nr 1 do Uchwały) pod przewodnictwem **prof. dr. hab. inż. Mieczysława Kuczmy, z udziałem dr. hab. inż. Filipa Ciesielczyka, prof. PP oraz prof. dr. hab. inż. Dariusza Horli,**

Komisja ds. Etyki Badań Naukowych prowadzonych z udziałem ludzi na Politechnice Poznańskiej, zgodnie z § 3. p.5 a) ww. Regulaminu, wydaje:
opinię pozytywną - potwierdzającą zgodność zaproponowanych procedur badawczych z przyjętymi normami etycznymi.

Za Komisję,

Przewodniczący Komisji

.....

prof. dr hab. Ryszard Czajka