

dr inż. ANNA DĄBROWSKA  
 Centralny Instytut Ochrony Pracy  
 – Państwowy Instytut Badawczy  
 mgr inż. PAMELA MIŚKIEWICZ  
 Politechnika Łódzka  
 Kontakt: [andab@ciop.lodz.pl](mailto:andab@ciop.lodz.pl)  
 DOI: 10.5604/01.3001.0012.2224

# Wymagania funkcjonalne wobec inteligentnej odzieży dla ratowników górskich – wyniki badań własnych

Fot. Jale Ibrak/Bigstockphoto



Elektronika w odniesieniu do tekstyliów znajduje najczęściej zastosowanie w specjalistycznej odzieży ochronnej. Daje możliwość monitorowania czynności życiowych użytkownika oraz poziomu zagrożeń istniejących w jego bezpośrednim otoczeniu. Z uwagi na bardzo niebezpieczne i zmienne warunki pracy inteligentna odzież z pewnością byłaby przydatna dla ratowników górskich. Świadczą o tym wyniki badań ankietowych, omówionych w artykule, dotyczących określenia oczekiwań ratowników górskich w stosunku do inteligentnej odzieży ochronnej, dostosowanej do warunków pracy w trakcie akcji ratowniczych w górach. Badania wykazały potrzebę prowadzenia prac badawczych ukierunkowanych na opracowanie nowej, innowacyjnej odzieży dla ratowników górskich. Spośród wybranych elementów aktywnych największe zastosowanie w niej znajdują czujnik lokalizacji, system chłodzenia/grzania, czujnik stanu fizjologicznego oraz alternatywne źródła energii elektrycznej wspomagające zasilanie np. telefonu komórkowego.

*Słowa kluczowe: odzież inteligentna, alternatywne źródła energii elektrycznej, elektronika noszona, odzież dla ratowników górskich*

## Functional requirements for smart clothing for mountain rescuers – results of own research

Wearable electronics in textile products can be used in specialized protective clothing to monitor users' health and hazards in their direct surroundings. Considering the very hazardous and variable working conditions during rescue operations, mountain rescuers could also use such smart clothing. This has been confirmed by the results of a survey on mountain rescuers' needs for smart protective clothing for rescue operations in the mountains. According to the results of this survey, it is necessary to develop new, innovative clothing for mountain rescuers with a location sensor, cooling/heating system, physiological state sensor and energy harvester supporting powering of, e.g., a smartphone.

*Keywords: smart clothing, energy harvesters, wearable electronics, clothing for mountain rescuers*

## Wstęp

Istotny postęp techniki, a także rozwój nowych technologii oraz innowacyjnych rozwiązań konstrukcyjnych, zauważalny w ostatnich latach w wielu dziedzinach nauki, obejmuje także włókiennictwo, znacząco oddziałując na rozwój tekstyliów, w tym głównie na akcesoria tekstylne i odzież. Tekstylija inteligentne, inaczej nazywane są interaktywnymi, adaptacyjnymi oraz aktywnymi, a dziedzina nauki odpowiadająca za scalanie wyrobów włókienniczych z elementami elektroniki to tekstronika [1]. Europejski Komitet Standaryzacji (CEN) definiuje inteligentne tekstylija jako funkcjonalne, czyli takie, które zmieniają swoje właściwości w reakcji na bodziec otoczenia, np. reagują lub przystosowują się do zmian w nim [2]. Najbardziej perspektywiczne i przyszłościowe zastosowanie tekstyliów inteligentnych w odzieży obejmuje odzież ochronną, użytkowaną przez grupy zawodowe, pracujące w środowisku wysokiego ryzyka [1]. Do głównych zadań inteligentnych tekstyliów należą funkcje pomiarowe i wykonawcze, komunikacja, przetwarzanie danych oraz dostarczanie energii [2].

Ze względu na wzrastające zainteresowanie elektroniką noszoną można dostrzec wyraźny wzrost dostępności różnego rodzaju czujników. Jednakże zasadniczy problem związany z użytkowaniem mikrosystemów elektronicznych stanowi sposób zasilania ich energią [3]. Pomimo że technologie sensoryczne od wielu lat są przedmiotem licznych badań, wciąż nie został rozwiązany problem ich zasilania, zapewnianiającego stabilną i długotrwałą pracę [4]. Z tego względu w pracach badawczych zaczęto szczególną uwagę poświęcać alternatywnym, w stosunku do zasilania bateryjnego, źródłom energii elektrycznej. Istotnym obszarem wykorzystania alternatywnych źródeł energii elektrycznej (*energy harvesters* – EH) są również systemy wspomagające zasilanie z akumulatorów [5].

Obecnie na całym świecie trwają prace nad opracowaniem mikrogeneratorów EH, które wyeliminowałyby konieczność stosowania okablowania i tradycyjnych baterii w noszonych urządzeniach elektronicznych, takich jak np. czujniki, do których dostęp jest znacznie utrudniony, a niekiedy nawet niemożliwy. W przypadku bezprzewodowych sieci sensorowych, noszonych przez człowieka, są to niewielkie generatory, które do wytworzenia energii elektrycznej zamiast paliw kopalnianych wykorzystują energię pierwotną, występującą w otoczeniu człowieka, np. energię promieniowania słonecznego, energię elektromagnetyczną, wibracje, energię ciepłą, czy częstotliwość radiową. Potencjalnym źródłem zasilania może być również sam użytkownik elektroniki noszonej, przy czym w zależności od charakteru wykonywanych przez niego czynności, różnią się metody aktywnej i pasywnej pozyskiwania energii.

Aktywne pozyskiwanie energii ma miejsce, gdy użytkownik elektroniki noszonej musi wykonać określone czynności (np. wykonać ruch poprzez zginanie rąk czy maszerowanie), aby zasilić urządzenie. Z kolei w przypadku metody pasywnej, energia do zasilenia urządzenia pozyskiwana jest w wyniku zachodzenia w organizmie człowieka typowych funkcji życiowych lub typowej aktywności użytkownika, takiej jak chociażby oddychanie, wydzielanie ciepła czy nawet cyrkulacja krwi [6,7].

Przez integrację specjalistycznych mikrosystemów elektronicznych z tekstyliami i odzieżą możliwe jest osiągnięcie ich zupełnie nowych funkcji, które nie są dostępne przy wykorzystaniu tradycyjnych materiałów [1]. Dodatkowo, stosowanie technologii polegającej na eksploatacji alternatywnych źródeł energii elektrycznej pozwala na poprawę niezawodności tych systemów z uwagi na wydłużenie czasu pracy elementów elektronicznych, jak również przyczynia się do poprawy ergonomii i funkcjonalności odzieży ze zintegrowaną elektroniką.

Jest to możliwe dzięki ograniczeniu konieczności częstego wymieniać zużytych baterii, niezbędnych do zasilania elektroniki noszonej, co z kolei przyczynia się do ochrony środowiska. Możliwość monitorowania funkcji życiowych użytkownika odzieży oraz parametrów środowiskowych bezpośrednio w jego otoczeniu ma szczególne znaczenie podczas pracy w trudnych i niebezpiecznych warunkach [8]. Z tego względu odzież ochronna z wbudowanymi mikrosystemami elektronicznymi stała się w ostatnich czasach jednym z głównych kierunków prowadzenia prac badawczych w obszarze inteligentnych tekstyliów.

Biorąc to pod uwagę, w ramach projektu badawczego realizowanego w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym, podjęto się opracowania inteligentnej odzieży ochronnej, przeznaczonej dla ratowników górskich. Wybór tej grupy zawodowej podyktowany był faktem, że ratownicy górscy podczas pracy, w szczególności w sezonie zimowym, ekspozowani są na bardzo uciążliwe

i niebezpieczne warunki pracy (związane z warunkami atmosferycznymi i topograficznymi), które dodatkowo mogą być zmienne i trudne do przewidzenia. Zastosowanie w odzieży dla ratowników górskich elementów elektroniki noszonej, odpowiednio dobranych do ich potrzeb i warunków pracy, może przyczynić się do znaczącej poprawy bezpieczeństwa i komfortu pracy.

W artykule przedstawiono wyniki badań własnych, ankietowych, przeprowadzonych wśród ratowników górskich w celu określenia ich wymagań wobec inteligentnej odzieży ochronnej.

## Metodyka badań ankietowych

### Charakterystyka ankietowanej grupy zawodowej

Celem badań ankietowych było uzyskanie od ratowników górskich opinii, dotyczących wymagań stawianych inteligentnej odzieży ochronnej. Po konsultacjach z przedstawicielem Górskiego Ochotniczego Pogotowia Ratunkowego postanowiono przeprowadzić badania ankietowe wśród większej grupy ratowników, pozwalające na rozpoznanie ich potrzeb w zakresie inteligentnej odzieży ochronnej. Badania ankietowe miały na celu zidentyfikowanie elementów aktywnych, które zdaniem ratowników znalazłyby zastosowanie w odzieży ochronnej, określenie zainteresowania stosowaniem takiego rodzaju odzieży oraz poznanie opinii ratowników górskich na temat ewentualnych innych udogodnień, które powinny zostać uwzględnione przy projektowaniu nowej odzieży przeznaczonej dla tej grupy zawodowej.

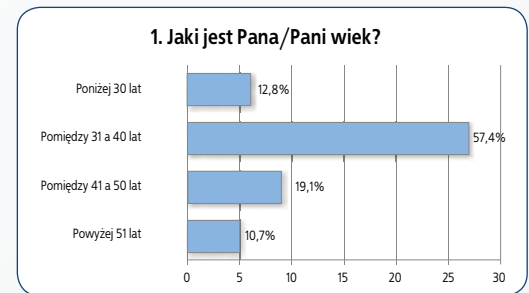
Do udziału w badaniu ankietowym zaproszono ratowników górskich z Tatrzańskiego Ochotniczego Pogotowia Ratunkowego (TOPR) oraz siedmiu grup Górskiego Ochotniczego Pogotowia Ratunkowego (GOPR), tj. Karkonoskiej, Beskidzkiej, Bieszczadzkiej, Podhalańskiej, Krynickiej, Jurajskiej oraz Wałbrzysko-Kłodzkiej. W odpowiedzi na wysłane zaproszenia w badaniu ankietowym, przeprowadzonym on-line, wzięło udział 47 ratowników górskich.

### Struktura ankiety dotyczącej wymagań funkcjonalnych wobec inteligentnej odzieży ochronnej

Ankieta zawierała 6 pytań: pierwszych 5 miało charakter zamknięty, natomiast ostatnie – otwarte.

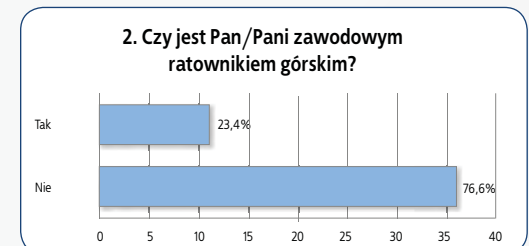
Odpowiedzi na pierwsze 3 pytania charakteryzowały respondentów pod kątem wykonywanego zawodu i pozwalały uzyskać informacje o wieku i stażu pracy ratownika górskiego. Odpowiedzi na te pytania były obowiązkowe i konieczne do sporządzenia profilu osoby zgłaszającej określone wymagania w odniesieniu do inteligentnej odzieży ochronnej.

Pytanie nr 4 miało na celu zidentyfikowanie obiektów elektroniki noszonej, które zdaniem ratowników górskich znalazłyby zastosowanie w nowo opracowanej inteligentnej odzieży. Udzielenie odpowiedzi na to pytanie również było obowiązkowe, miało charakter zamknięty, jednakże w tym wypadku istniała możliwość



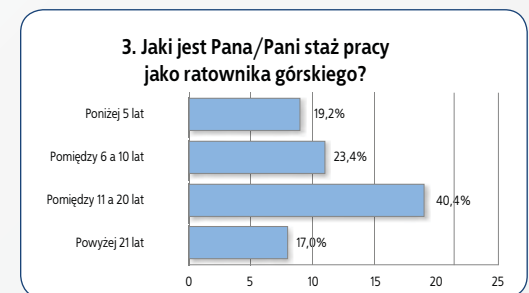
Rys. 1. Wiek respondentów

Fig. 1. Respondents' age



Rys. 2. Zawodowość respondentów

Fig. 2. Respondents' professionalism



Rys. 3. Staż pracy respondentów jako ratowników górskich

Fig. 3. Work experience of respondents as mountain rescuers

wielokrotnego wyboru odpowiedzi. Wśród zaproponowanych znalazły się następujące obiekty elektroniki noszonej:

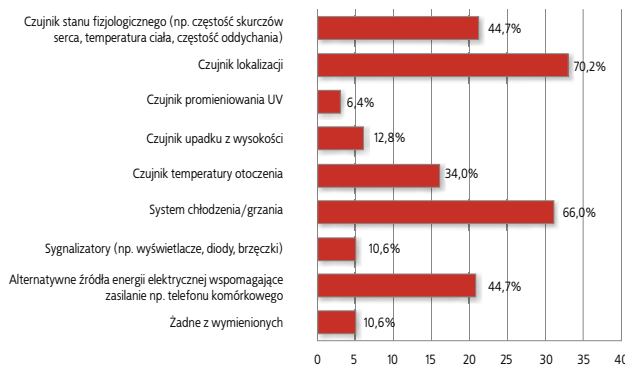
- czujnik stanu fizjologicznego (np. mierzący temperaturę ciała, częstotliwość skurczów serca oraz częstość oddychania)
- czujnik lokalizacji
- czujnik promieniowania UV
- czujnik upadku z wysokości
- czujnik temperatury chłodzenia/grzania
- sygnalizatory (np. wyświetlacze, brzęczki, diody)
- alternatywne źródła energii elektrycznej wspomagające zasilanie, np. telefonu komórkowego
- żadne z wymienionych.

Odpowiedź uzyskana na to pytanie była kluczowa dla określenia potrzeb ratowników górskich względem nowego asortymentu odzieży.

Pytanie nr 5 miało na celu określenie zainteresowania stosowaniem inteligentnej odzieży przez ratowników górskich. Miało charakter zamknięty, było obowiązkowe i jednokrotnego wyboru.

Ostatnie pytanie w ankiecie dotyczyło wskazania innych niż wymienione w poprzednich

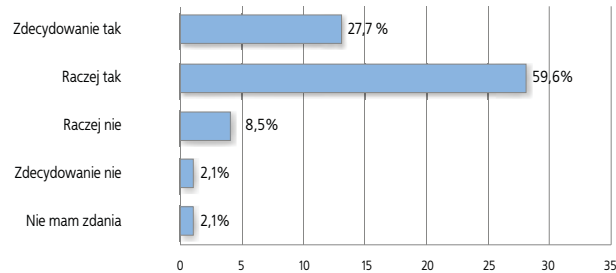
#### 4. Które elementy aktywne Pana/Pani zdaniem znalazłyby zastosowanie w inteligentnej odzieży dla ratowników górskich?



Rys. 4. Elementy aktywne wybrane przez ratowników górskich do zastosowania w inteligentnej odzieży

Fig. 4. Active elements selected for smart clothing for mountain rescuers

#### 5. Czy byłby/byłaby Pan/Pani zainteresowany/zainteresowana użytkowaniem tak wyposażonej inteligentnej odzieży?



Rys. 5. Zainteresowanie ratowników górskich użytkowaniem inteligentnej odzieży

Fig. 5. Mountain rescuers' interest in using smart clothing

pytaniach potrzeb lub sugestii względem odzieży inteligentnej. W związku z tym pytanie to jako jedyne miało charakter otwarty i udzielenie odpowiedzi na nie było opcjonalne. Odpowiedzi w tym temacie udzieliło 43% respondentów.

### Wyniki badań ankietowych oraz ich analiza

Wyniki badań dotyczące podstawowej charakterystyki grupy respondentów przedstawiono na wykresach (rys. 1. – 3.).

Większość ratowników górskich, którzy udzielili odpowiedzi na pytania zawarte w ankiecie, stanowili osoby pomiędzy 31. a 40. rokiem życia (57,4%, rys. 1.), niebędące zawodowymi ratownikami górskimi (76,6%, rys. 2.), ze stażem pracy pomiędzy 11 a 20 lat (40,4%, rys. 3.). Wśród respondentów znalazło się również 12,8% (6 osób) w wieku poniżej 30 lat oraz 10,7% (tj. 5 osób) w wieku powyżej 51 lat. Respondenci będący zawodowymi ratownikami górskimi to jedynie 23,4% (11 osób). Zdecydowana większość respondentów miała ponad pięcioletnie doświadczenie zawodowe jako ratownik górski – 80,8% (38 osób).

W kolejnej sekcji pytań ratownicy górscy określali swoje potrzeby w odniesieniu do inteligentnej odzieży, jak również zainteresowanie jej użytkowaniem. Otrzymane odpowiedzi przedstawiono w formie wykresów na rys. 4. i 5.

Udzielając odpowiedzi na pytanie, dotyczące wskazania elementów aktywnych do zastosowania w inteligentnej odzieży najczęściej respondentów wytypowało czujnik lokalizacji (70,2%), system chłodzenia/grzania (66%), alternatywne źródła energii elektrycznej wspomagające zasilanie np. telefonu komórkowego (44,7%) oraz czujnik stanu fizjologicznego (44,7%), (rys. 4.). Nieco mniej osób wskazało czujnik temperatury otoczenia (34%), natomiast najmniej – czujnik upadku z wysokości (12,8%), sygnalizatory (10,6%) oraz czujnik promieniowania UV (6,4%). 5 respondentów (10,6%) wskazało, że żaden z wymienionych elementów aktywnych nie znalazłby zastosowania w inteligentnej

odzieży dla ratowników górskich. Respondenci mieli możliwość udzielenia na to pytanie więcej niż jednej odpowiedzi.

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że zdecydowana większość ratowników górskich (ok. 87,3%) byłaby zainteresowana użytkowaniem inteligentnej odzieży (rys. 5.). 4 spośród 47 respondentów uznało, że raczej nie byłoby zainteresowani stosowaniem takiej odzieży, a jedna – że zdecydowanie nie.

Odpowiedzi udzielone przez ratowników górskich na pytanie otwarte, dotyczące innych potrzeb lub sugestii względem inteligentnej odzieży wskazują, że przy projektowaniu nowej odzieży duży nacisk należy położyć na prawidłowy dobór materiałów oraz właściwą konstrukcję odzieży. Ratownicy dostrzegają przede wszystkim potrzebę zapewnienia odpowiedniej ochrony przed warunkami atmosferycznymi (tj. wodoszczelności i izolacyjności cieplnej) oraz oddychalności (odzież powinna charakteryzować się niskim oporem przenikania pary wodnej). Ponadto chcieliby, aby odzież charakteryzowała się dużą odpornością mechaniczną, odpornością na konserwację, niską masą i wysoką ścisłością (możliwość łatwego zwinięcia odzieży i schowania jej do plecaka). Ratownicy zwracali uwagę na to, że odzież powinna być ergonomiczna, np. o modułowej konstrukcji, co umożliwi jej indywidualne dopasowanie do potrzeb danego ratownika.

### Analiza krzyżowa wyników badań ankietowych

Otrzymane wyniki dodatkowo poddano analizie krzyżowej, która polegała na zestawieniu odpowiedzi udzielonych przez respondentów na dwa różne pytania. Na tej podstawie możliwe było przeprowadzenie oceny wpływu wybranych czynników na udzielane odpowiedzi. W analizie krzyżowej postanowiono uwzględnić zestawienia wskazujące na wpływ wieku (tab. 1.) oraz stażu pracy (tab. 2.) ratowników górskich na wybierane przez nich elementy aktywne do zastosowania w inteligentnej odzieży ochronnej. Ponadto przygotowano zestawienie wskazujące zależność

zainteresowania użytkowaniem inteligentnej odzieży dla ratowników górskich i wybranych elementów aktywnych do zastosowania w odzieży (tab. 3.).

Analiza krzyżowa, przedstawiająca zależność wieku respondentów i wybranych elementów aktywnych, wskazuje, że najczęściej (ok. 67%) ratowników górskich mających poniżej 30 lat wybrało czujnik lokalizacji do zastosowania w inteligentnej odzieży (4 osoby spośród 6). Respondenci w wieku pomiędzy 31 a 40 lat w ok. 74% wskazali system chłodzenia/grzania (20 osób spośród 27), a ci w wieku pomiędzy 41 a 50 lat, podobnie jak w przypadku najmłodszej grupy respondentów – czujnik lokalizacji (ok. 89%, tj. 8 osób spośród 9). Najwięcej ratowników (80%) w wieku powyżej 51 lat wybrało natomiast system chłodzenia/grzania (4 osoby spośród 5).

Wyniki te wskazują, że niemal niezależnie od grupy wiekowej ratowników ich największą potrzebą jest wprowadzenie do odzieży czujnika lokalizacji oraz systemu chłodzenia/grzania. Należy jednakże zauważyć, że wśród respondentów najbardziej liczną grupę stanowili ratownicy w wieku pomiędzy 31 a 40 lat, którzy oprócz wymienionych elementów aktywnych bardzo licznie wskazali również potrzebę umieszczenia w odzieży czujnika stanu fizjologicznego 41% (11 osób), czujnika temperatury otoczenia 37% (10 osób) oraz alternatywnych źródeł energii elektrycznej, wspomagających zasilanie np. telefonu komórkowego 33% (9 osób).

Na podstawie zestawienia przedstawiającego zależność stażu pracy respondentów i wybranych elementów aktywnych do zastosowania w inteligentnej odzieży dla ratowników górskich można stwierdzić, że najczęściej ratowników ze stażem pracy poniżej 5 lat wybrało (ok. 89%) system chłodzenia/grzania (8 osób spośród 9), w przypadku stażu pracy pomiędzy 6 a 10 lat oraz pomiędzy 11 a 20 lat najczęściej (odpowiednio – ok. 73% i 79%) ratowników wskazało czujnik lokalizacji (8 osób spośród 11 oraz 15 osób spośród 19). Natomiast w przypadku ratowników ze stażem pracy powyżej 21 lat – ponownie najczęściej głosów (ok. 88%) otrzymał system chłodzenia/

Tabela 1. Tabela krzyżowa: wiek respondentów a wybrane elementy aktywne do zastosowania w inteligentnej odzieży dla ratowników górskich

Table 1. A cross-table: respondents' age and selected active elements for smart clothing for mountain rescuers

Element aktywny do zastosowania w inteligentnej odzieży dla ratowników górskich	Wiek respondentów			
	poniżej 30 lat	między 31 a 40 lat	między 41 a 50 lat	powyżej 51 lat
Czujnik stanu fizjologicznego	3	11	6	1
Czujnik lokalizacji	4	18	8	3
Czujnik promieniowania UV	0	3	0	0
Czujnik upadku z wysokości	0	4	2	0
Czujnik temperatury otoczenia	2	10	4	0
System chłodzenia/grzania	3	20	4	4
Sygnalizatory (np. wyświetlacze, diody, brzęczki)	0	5	0	0
Alternatywne źródła energii elektrycznej wspomagające zasilanie, np. telefonu komórkowego	3	9	6	3
Żadne z wymienionych	1	4	0	0

Tabela 2. Tabela krzyżowa: staż pracy respondentów a wybrane elementy aktywne do zastosowania w inteligentnej odzieży dla ratowników górskich

Table 2. A cross-table: respondents' work experience and selected active elements for smart clothing for mountain rescuers

Element aktywny do zastosowania w inteligentnej odzieży dla ratowników górskich	Staż pracy respondentów			
	poniżej 5 lat	między 6 a 10 lat	między 11 a 20 lat	powyżej 21 lat
Czujnik stanu fizjologicznego	4	5	10	2
Czujnik lokalizacji	5	8	15	5
Czujnik promieniowania UV	1	0	2	0
Czujnik upadku z wysokości	1	0	4	1
Czujnik temperatury otoczenia	4	4	6	2
System chłodzenia/grzania	8	5	11	7
Sygnalizatory (np. wyświetlacze, diody, brzęczki)	2	1	2	0
Alternatywne źródła energii elektrycznej wspomagające zasilanie np. telefonu komórkowego	3	4	10	4
Żadne z wymienionych	0	2	3	0

Tabela 3. Tabela krzyżowa: zainteresowanie ratowników górskich użytkowaniem inteligentnej odzieży a wybrane elementy aktywne

Table 3. A cross-table: mountain rescuers' interest in using smart clothing and selected active elements

Element aktywny do zastosowania w inteligentnej odzieży dla ratowników górskich	Zainteresowanie ratowników górskich użytkowaniem inteligentnej odzieży				
	zdecydowanie tak	raczej tak	raczej nie	zdecydowanie nie	nie mam zdania
Czujnik stanu fizjologicznego	7	14	0	0	0
Czujnik lokalizacji	12	20	1	0	0
Czujnik promieniowania UV	1	2	0	0	0
Czujnik upadku z wysokości	1	5	0	0	0
Czujnik temperatury otoczenia	6	10	0	0	0
System chłodzenia/grzania	12	18	0	0	1
Sygnalizatory (np. wyświetlacze, diody, brzęczki)	3	2	0	0	0
Alternatywne źródła energii elektrycznej wspomagające zasilanie np. telefonu komórkowego	9	12	0	0	0
Żadne z wymienionych	0	1	3	1	0

grzania (7 osób spośród 8). W tym przypadku najbardziej liczną grupę ok. 40% (19 osób) stanowili ratownicy ze stażem pracy pomiędzy 11 a 20 lat. Wskazali oni również, oprócz wcześniej wspomnianych elementów aktywnych, stosunkowo licznie na czujnik stanu fizjologicznego (ok. 53%, tj. 10 osób) oraz alternatywne źródła energii elektrycznej wspomagające zasilanie np. telefonu komórkowego (także 10 osób).

Analizując zestawienie przedstawiające zainteresowanie ratowników górskich użytkowaniem inteligentnej odzieży i wybrane elementy aktywne można stwierdzić, że ratownicy, którzy zdecydowanie chcieliby mieć inteligentną odzież na wyposażeniu, wybrali w ok. 26% (12 osób)

czujnik lokalizacji. System chłodzenia/grzania wytypowało także ok. 26%, a alternatywne źródła energii elektrycznej wspomagające zasilanie np. telefonu komórkowego – 19% (9 osób). Natomiast ratownicy, którzy raczej również byliby zainteresowani użytkowaniem inteligentnej odzieży, jako trzecią pozycję (ok. 30%, tj. 14 osób) wskazali czujnik stanu fizjologicznego.

### Podsumowanie

W artykule przedstawiono wyniki badań ankietowych, które ukierunkowane były na rozpoznanie potrzeb ratowników górskich w odniesieniu do inteligentnej odzieży ochronnej. Sta-

nowiły one podstawę określenia wymagań funkcjonalnych, jakie powinna spełniać taka odzież, przeznaczona dla ratowników górskich.

Ratownicy górcy w większości są zainteresowani użytkowaniem inteligentnej odzieży ochronnej, jednakże można zauważyć nieznaczne rozbieżności w udzielanych odpowiedziach w zależności od takich zmiennych, jak wiek, czy staż pracy. Wśród elementów aktywnych, które zdaniem większości ratowników mogłyby znaleźć zastosowanie w inteligentnej odzieży, znalazły się przede wszystkim: czujnik lokalizacji, system ogrzewania/chłodzenia, alternatywne źródła energii elektrycznej wspomagające zasilanie, np. telefonu komórkowego oraz czujnik stanu fizjologicznego.

Należy jednakże zauważyć, że w pytaniu otwartym ankiety ratownicy dużą uwagę poświęcili ergonomii odzieży, zarówno pod względem konstrukcji, jak i zastosowanych w niej materiałów. Ratownicy górcy wskazali, że odzież przeznaczona do ich warunków pracy powinna być wodoszczelna i „oddychająca”. Ponadto, powinna odpowiednio zabezpieczać przed zimnem, jak również charakteryzować się dużą odpornością na uszkodzenia oraz łatwością konserwacji. Wśród wymagań ratownicy wskazali również wysoki stopień kompresji, aby taką odzież łatwo można było schować do plecaka, jak również, aby wprowadzona elektronika nie powodowała nadmiernego wzrostu masy i ceny odzieży.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Bartkowiak G. *Kierunki rozwoju odzieży inteligentnej*. „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka” 2010, 460, 1:18-22
- [2] CEN/TC 248/WG31, ISO/PDTR 00248435, Textiles and textile products – Smart textiles – Definitions, categorisation, applications and standardization needs, 2010
- [3] Walczak S. *Inteligentne tekstylia – międzynarodowe innowacje w tekstone*. [http://www.proakademia.eu/gfx/baza\\_wiedzy/211/inteligentne\\_tekstylia.pdf](http://www.proakademia.eu/gfx/baza_wiedzy/211/inteligentne_tekstylia.pdf)
- [4] Gilsoo Cho (ed.). *Smart clothing: technology and applications*. CRC Press Taylor & Francis Group: New York 2010
- [5] Michalski A., Watral Z. i Jakubowski J. *Energy harvesting – realna możliwość alternatywnego zasilania bezprzewodowych sieci sensorów*. w: A. Michalski, red. *Wybrane aspekty zastosowania technologii "energy harvesting" w zasilaniu bezprzewodowych sieci sensorowych*. Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 2017
- [6] Saez M.L. *Energy harvesting from passive human Power*. PhD Thesis Project, 2004
- [7] Kim M. i Yun K.S. *Helical piezoelectric energy harvester and its application to energy harvesting garments*. "Micromachines" 2017, 8, 115
- [8] Podgórski D. i in. *Towards a conceptual framework of OSH risk management in smart working environments based on smart PPE, ambient intelligence and the Internet of Things technologies*. "International Journal of Occupational Safety and Health" 2017, 28, 1:1-20

*Publikacja opracowana na podstawie wyników IV etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2017-2019 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.*