

Komfort cieplny oczami pracowników medycznych

Thermal comfort through the eyes of healthcare workers

MAGDALENA MŁYNARCZYK, JOANNA ORYSIAK

DOI 10.36119/15.2025.3.4

Odczuwanie komfortu cieplnego przekłada się na sprawność psychomotoryczną. „Wytrącenie” ze stanu równowagi i odczuwanie dyskomfortu, powoduje poczucie niezadowolenia, brak skupienia, wzrost popełnianych błędów, a także pogorszenie funkcji psychomotorycznych. W zawodach zaufania publicznego, odczuwanie komfortu cieplnego jest zatem szczególnie ważne.

W artykule omówiono szczegółowo czynniki wpływające na odczucia cieplne pracowników sektora ochrony zdrowia, z uwzględnieniem odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi. Przedstawiono także wyniki badań ankietowych dot. odczuć subiektywnych komfortu cieplnego, wśród polskich pracowników sektora ochrony zdrowia stosujących odzież chroniącą przed czynnikami infekcyjnymi obecnie, a także podczas trwania pandemii COVID-19.

Słowa kluczowe: komfort cieplny, personel medyczny, COVID-19, odczucia subiektywne

Feeling thermal comfort translates into psychomotor efficiency. Being “off balance” and feeling discomfort causes a sense of dissatisfaction, lack of concentration, an increase in errors made and deterioration of psychomotor functions. In public trust professions, feeling thermal comfort is particularly important. The article discusses in detail the factors influencing the thermal comfort of healthcare workers, including clothing protecting against infection agents (PPE). The results of survey studies on subjective feelings of thermal comfort among Polish healthcare workers using clothing protecting against infectious agents currently and during the COVID-19 pandemic were also presented.

Keywords: thermal comfort, healthcare workers, COVID-19, subjective feelings

Wstęp

Zawody, takie jak: lekarz, pielęgniarka czy położna, są zawodami zaufania publicznego [1]. Powierzone jest im zdrowie i życie ludzkie, a błędy przez nich popełniane wpływają na innych mogąc doprowadzić nawet do śmierci pacjenta. Dlatego tak ważne jest utrzymywanie jak najlepszych warunków pracy (m.in. odczuwania komfortu cieplnego), by nie wpływały one negatywnie zarówno na odpowiedzi fizjologiczne, jak i na psychomotorykę ww. pracowników sektora ochrony zdrowia [2].

Na obciążenie cieplne mają wpływ nie tylko parametry środowiskowe, ale także rodzaj zastosowanej odzieży, jak i ciężkość wykonywanej pracy. W świetle minionej pandemii COVID-19, można stwierdzić, iż obciążenie cieplne pracownika sprowadza się nie tylko do narażenia na niekorzystne warunki mikroklimatu, ale także pojawia się ono wśród pracowników (zarówno medycznych, jak i niemedycznych) podczas pracy w środkach ochrony indywidualnej w związku z zagrożeniem czynnikami infekcyjnymi (w tym kombinezonów ochronnych czy półmasek filtrujących). Problem obciążenia

cieplnego („przeżrzenia”) wśród pracowników medycznych występował i nadal występuje w wielu krajach świata [2,3].

Mikroklimat w placówkach medycznych

Budynki szpitalne powinny zapewniać parametry środowiska wewnętrznego (m.in. pod względem temperatury powietrza), zgodne z różnymi wymaganiami zarówno technicznymi, jak również uwzględniające stan pacjentów (np. gojenie się ran), ale także i odczuć personelu medycznego [2].

Według ASHRAE (Amerykańskiego Stowarzyszenia Inżynierów Ogrzewania, Chłodnictwa i Klimatyzacji) [4], środowisko wewnętrzne szpitala jest podzielone na obszary/strefy funkcjonalne, takie jak:

- chirurgia i intensywne opiece,
- pielęgniarstwo, usługi pomocnicze,
- administracja,
- diagnostyka i leczenie,
- sterylizacja i zaopatrzenie,
- serwis.

Każda z ww. stref cechuje się innymi wymaganiami dotyczącymi środowiska wewnętrznego ponieważ wykonywane są

w nich inne prace. Nawet w zakresie tej samej strefy, różne grupy personelu inaczej będą odczuwać środowisko [2]. Preferencje pacjentów będą się różniły od preferencji personelu. Nie jest możliwe zapewnienie jednoczesnego odczuwania komfortu cieplnego zarówno pacjentom, jak i pracownikom medycznym [3,5].

Na chwilę obecną, nie istnieje norma europejska regulująca warunki komfortu cieplnego np. w salach operacyjnych, dlatego też organy regulujące w poszczególnych krajach podchodzą do tej kwestii indywidualnie [6].

W Polsce, zgodnie z „Wytycznymi projektowania, wykonania, odbioru i eksploatacji systemów wentylacji i klimatyzacji dla podmiotów wykonujących działalność leczniczą” [7] pomieszczenia, w związku z przeznaczeniem i wymaganiami dot. czystości powietrza, można podzielić na 4 klasy:

- S1 – sale operacyjne,
- S2 – pomieszczenia o podwyższonych wymaganiach higienicznych (np. izolatki, sale pooperacyjne) a także pomieszczenia przygotowania pacjenta,
- S3 – separátky, oddziały zakaźne oraz
- S4 – pozostałe pomieszczenia medyczne.

dr hab. inż. Magdalena Młynarczyk <https://orcid.org/0000-0002-9218-9781>, dr Joanna Orysiak <https://orcid.org/0000-0002-4998-2274>
– Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ergonomii.
Adres do korespondencji/ Corresponding author: m.mlynarczyk@ciop.pl

Dla pomieszczeń klasy S1 zaleca się, aby niezależnie od pory roku, temperatura powietrza była regulowana w zakresie 19-23°C (przy wilgotności względnej 30% – 65%). W przypadku pomieszczeń klasy S2 i S3, zaleca się przyjęcie projektowej temperatury latem 23°C, a zimą 21°C. Natomiast wg [7], dla S4 należy stosować wytyczne zawarte w rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [8].

Podobne zakresy temperatury powietrza w salach operacyjnych zawarte są w regulacjach np. w Niemczech i Francji (19-26°C), natomiast w Wielkiej Brytanii i Hiszpani zakresy te wynoszą odpowiednio 18-25°C oraz 22-26°C [6].

Czynniki fizyczne (w tym parametry mikroklimatu) w polskim szpitalu (w wybranych pomieszczeniach) badane były m.in. w 2018 r. przez Smagowską i in. [2018] [9]. Wyniki wskazały, zróżnicowanie warunków termicznych w zależności od przeznaczenia pomieszczeń. W sali operacyjnej temperatura powietrza wynosiła 22,5°C, podczas gdy w bloku patomorfologii wartość ta wynosiła 27,10°C [9].

Natomiast Uścińowicz i in. [10] badali warunki termiczne w 37 salach operacyjnych w 7 szpitalach w Polsce. Temperatura powietrza oscylowała od ok. 18°C do prawie 29°C. Według wytycznych [7] zakres 19-23°C był utrzymany w ok. 70% z badanych sal [10].

Całkowicie oddzielnym problemem jest wartość temperatury powietrza w sali operacyjnej z uwagi na występowanie niezamierzonej śródoperacyjnej hipotermii [5]. Pod kątem dobra pacjenta, temperaturę powietrza należałoby utrzymywać w zakresie 24-26°C [11]. W takiej sytuacji personel medyczny, w tym chirurdzy, nie są w stanie odczuwać komfortu cieplnego [12]. Najlepszym rozwiązaniem byłaby temperatura poniżej 21°C, jednak w takich warunkach i tak istnieje duże ryzyko wystąpienia hipotermii u operowanego pacjenta [5, 10]. Dla chirurgów najlepszą pod kątem komfortu cieplnego, byłaby temperatura 18-19°C, dla pielęgniarek w sali operacyjnej 21,5-24,5°C, podczas gdy anestezjolog preferowałby, w tym samym czasie, temperaturę powietrza w zakresie 22,0-24,5°C [12, 14].

Ciężkość pracy pracowników medycznych

Praca wśród personelu medycznego różni się w zależności od rodzaju wykonywanych czynności. Podczas operacji w sali operacyjnej, praca anestezjologa cechuje się tempem metabolizmu na poziomie 70 W/m², praca asystenta chirurga oraz pielęgniarek

100 W/m², a praca chirurga definiowana jest na poziomie 120 W/m² [10]. W badaniach symulacyjnych, Potter i in. (2015) [13] założyli ciężkość pracy dla pielęgniarek podobnie, bo na poziomie 2 MET (jako aktywność o lekkim natężeniu). Natomiast Gaever i in. (2014) [16] zdefiniował pracę chirurgów na poziomie aktywności 100 W/m², a w przypadku pielęgniarek i anestezjologa założył odpowiednio 80 W/m² i 60 W/m². Wartości te, wg normy PN EN ISO 7243 [17], kwalifikuje się jako 1 klasa tempa metabolizmu (niskie tempo metabolizmu) (w pozycji siedzącej lub stojącej, w czasie 8h zmiany roboczej, w zakresie tempa metabolizmu 65 – 130 W/m²).

Badania wydatku energetycznego z udziałem dwóch grup pracowników medycznych: 21 pielęgniarek oraz 20 ratowników medycznych, przeprowadzili Zużewicz i in. [18]. Wykonali pomiary wydatku energetycznego za pomocą kalymetrii pośredniej na podstawie zużycia tlenu podczas wykonywania czynności roboczych. Bazując na wynikach pomiarów wydatku energetycznego pielęgniarek, stwierdzono, iż wykonywana przez nich praca zakwalifikowana została jako praca średnio-ciężka. W przypadku ratownika medycznego, zakwalifikowano ją jako pracę bardzo ciężką (dla kobiet) oraz pracę średnio-ciężką (u mężczyzn) [19].

Stosowana odzież

Zestaw odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi (PPE) ma zapobiegać zakażeniu patogenami, a wymagany wysoki poziom ochrony utrudnia wymianę ciepła między użytkownikiem, a środowiskiem zewnętrznym. Utrudniona, bądź bardzo ograniczona, jest wówczas wymiana ciepła w wyniku parowania potu, co skutkuje w znacznym stopniu zmniejszeniem utraty ciepła, a to wpływa na produktywność i zdrowie użytkowników PPE (szczególnie podczas upałów) oraz zwiększa ryzyko występowania stresu cieplnego [20, 21].

Do ochrony przed SARS-CoV-2 najczęściej stosowane były/są kombinezony lub fartuchy ochronne wraz z ochraniaczami na nogi. Wyroby te, aby zapewnić wymagany poziom właściwości ochronnych, najczęściej wykonane są z materiałów nieprzepuszczających parę wodną. Szczególne obciążenie dla organizmu stanowi długotrwała praca w kombinezonie ochronnym, który zabezpieczając całe ciało przed czynnikami infekcyjnymi, jednocześnie stanowi barierę w wymianie ciepła pomiędzy ciałem a otoczeniem. Gdy to jest możliwe, należy zatem dążyć do ograniczenia obciążenia cieplnego pracowników wynikającego ze stosowania odzieży ochronnej.

Standardowe ubrania dla personelu medycznego zostały przebadane pod kątem ciepłochronności przez Zwolińska i Bogdan (2013) [22]. Bawełniane fartuch jednorazowy cechował się izolacyjnością cieplną na poziomie $I_{cle}^1 = 1,49$ clo, fartuch barierowy (wielorazowego użytku) do operacji standardowego ryzyka $I_{cle} = 1,30$ clo, podczas gdy fartuch barierowy (wielorazowego użytku), dla operacji dużego ryzyka, cechował się izolacyjnością cieplną na poziomie $I_{cle} = 1,41$ clo.

Uścińowicz i in. (2015) [10] założyli natomiast wartość izolacyjności cieplnej odzieży ochronnej (I_{cl}^2): od 1 clo – dla anestezjologa, poprzez 1,3 clo – dla standardowej odzieży chirurgicznej, do 1,5 clo – dla odzieży chirurgicznej do operacji podwyższonego ryzyka. Podobne wartości otrzymał Potter i in. (2015) [15]. Ponadto, zbadane wówczas kombinezony ochronne (barierowe) cechowały się całkowitą izolacyjnością cieplną na poziomie ~1,6 clo [15].

Dyskomfort cieplny/obciążenie cieplne pracowników medycznych a odpowiedź organizmu

Wskaźnikiem służącym do oceny komfortu cieplnego jest PMV (ang. Predicted Mean Vote) [24]. PMV jest funkcją wielu zmiennych, zależy nie tylko od parametrów mikroklimatu, w którym dana osoba się znajduje, ale także od ciężkości wykonywanej pracy oraz izolacyjności cieplnej zastosowanej odzieży. Wskaźnik PMV wyrażony jest w 7-stopniowej skali wrażeń cieplnych: gorąco (+3), ciepło (+2), lekko ciepło (+1), neutralnie (0), lekko chłodno (-1), chłodno (-2) oraz zimno (-3). Zgodnie z normą PN-EN ISO 7730 [24], zakłada się, iż zakres odczuwania komfortu cieplnego wynosi $-0,5 < PMV < +0,5$. Wówczas, wg [24], zdecydowana większość (90%) osób przebywających w danym pomieszczeniu powinna odczuwać komfort cieplny. Według PN-EN 16798-1 [25], wymóg spełniający ww. zakres PMV jest standardem dla budynków nowych, a także modernizowanych.

Odczuwanie komfortu cieplnego jest ważne, nie tylko ze względów fizjologicznych, ale także z punktu widzenia sprawności funkcji psychomotorycznych. „Wytrącenie” ze stanu równowagi, powoduje poczucie niezadowolienia, brak skupienia, wzrost popełnianych błędów a także pogorszenie funkcji psychomotorycznych [26, 27]. Według Pilcher i in. (2002) [28], ze wzrostem temperatury powietrza następuje pogorszenie

1 I_{cle} – oznacza efektywną izolacyjność cieplną elementu odzieży [25]

2 I_{cl} – oznacza podstawową izolacyjność cieplną zestawu odzieży, jeżeli współczynnik powierzchni odzieży został uwzględniony [25]

sprawności psychomotorycznej nawet do 15% w stosunku do sprawności w temperaturze termoneutralnej.

Badania ankietowe przeprowadzone wśród 505 pielęgniarek w Turcji (maj-czerwiec 2021 r.), wskazały wpływ stosowanej odzieży ochronnej (PPE) na liczbę popełnianych błędów medycznych [29]. Największa liczba popełnianych błędów przez pielęgniarki stosujące PPE związana była z: urazami igłą/ostrym narzędziem (47%), infekcjami szpitalnymi (39%), odleżynami u pacjentów (28%), upadkami (23%) oraz podaniem niewłaściwej dawki leku (17%). Dlatego ważne jest wykonywanie pracy w zakresie odczuwania komfortu cieplnego. Wyniki przeprowadzonych badań odczuć subiektywnych pracowników medycznych wskazują w przeważającej większości na odczuwanie jednak dyskomfortu cieplnego.

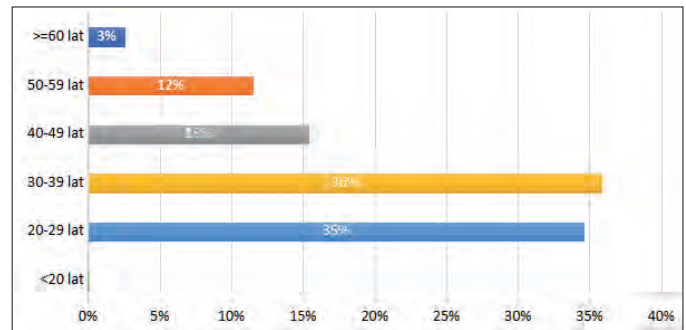
Niestety środowisko termiczne, na przykładzie polskich sal operacyjnych, przez większość chirurgów zostało ocenione jako ciepłe (+2), przez pielęgniarki i asystentów chirurga jako lekko ciepłe (+1), a jedynie przez anesteziologów jako komfortowe (0) [10]. Z racji pracy (mimo, że w tym samym miejscu, lecz o innych charakterze), oczekiwania termiczne dla poszczególnych grup personelu medycznego są odmienne. Anestezjologowie w salach operacyjnych preferują temperaturę powietrza 22–23°C, natomiast pielęgniarki, asystenci chirurgów i chirurdzy 20–21°C [10].

Wraz ze wzrostem izolacyjności cieplnej odzieży ochronnej oraz oporu przenikania pary wodnej, maleje komfort cieplny personelu medycznego. W badaniach przeprowadzonych w polskich szpitalach w czasie COVID-19, aż 19,0% respondentów postrzegało środowisko termiczne w sali operacyjnej jako *bardzo niekomfortowe*, 36,7% jako *niekomfortowe*, 30,4% jako *nieco niekomfortowe*, a jedynie 13,9% – oceniło je jako *komfortowe*. Większość z respondentów zwracała jednak uwagę, że temperatura powietrza była za wysoka [3].

Długotrwałe stosowanie odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi (PPE) wpływa także na samopoczucie i wywołuje objawy fizyczne użytkowników, takie jak: zawroty oraz bóle głowy [27]. W badaniach prowadzonych przez Zhao i in. (2023) [30], pracownicy medyczni pobierający wymazy w czasie COVID-19, skarżyli się głównie na: dyskomfort, obfite pocenie się, odwodnienie, kurcze ciepłone a nawet udar ciepłny.

Podobne odczucia zostały wskazane przez 224 respondentów ankiety przeprowadzonej w UK [31]. Wyniki badań wykazały, iż po stosowaniu PPE, wśród badanych występowały takie objawy, jak: ból głowy (79%), ogólne zmęczenie (63%), obfite pocenie się (54%) oraz zawroty głowy (40%).

Rysunek 1
Podział wiekowy respondentów (częstość odpowiedzi)
Figure 1 Age distribution of respondents (response rate)



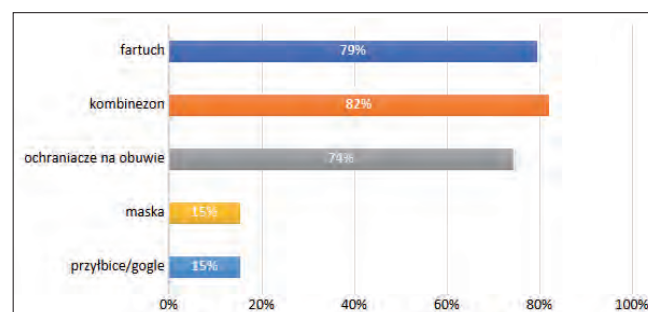
Ponadto po zastosowaniu PPE, u prawie 60% pojawiły się problemy ze skupieniem uwagi, z rozwiązywaniem złożonych problemów (27%), podejmowaniem decyzji (22%) oraz z pamięcią krótkotrwałą (20%) [31]. Stosowanie odzieży ochronnej przed czynnikami infekcyjnymi (np. wirusem Ebola) może zatem przyczynić się do powstawania: stresu cieplnego, odwodnienia, a także zmniejszenia sprawności psychomotorycznej, co może prowadzić do zwiększonego ryzyka narażenia zawodowego, obrażeń i/lub wystąpienia chorób zakaźnych [32].

W celu zbadania, odczuć subiektywnych komfortu cieplnego, wśród polskich pracowników stosujących odzież chroniącą przed czynnikami infekcyjnymi podczas trwania pandemii COVID-19, ale także w czasie obecnym, przeprowadzono anonimowe badanie ankietowe wśród personelu medycznego (aktywnego podczas COVID-19).

Metodyka

Zwalidowana (powstała na potrzeby realizacji projektu) ankieta, zawierała pytania m.in. dotyczące odczuć subiektywnych komfortu cieplnego w pracy w związku ze stosowaną odzieżą ochronną (w przeszłości i teraźniejszości).

Badania przeprowadzono on-line wśród pracowników szpitali, jednostek ratownictwa medycznego, a także osób związanych z sektorem ochrony zdrowia pozyskanych poprzez pracowników służby BHP polskich szpitali, stacji ratownictwa medycznego oraz z ogłoszenia na portalach społecznościowych. Badania prowadzono przez 2 miesiące, od sierpnia 2023 r. do października 2023 r.



Rysunek 2
Najczęściej stosowany asortyment odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi (częstość odpowiedzi)
Figure 2 Frequency of used of personal clothing protective against infection agents (response rate)

Wyniki badań ankietowych

Informacje ogólne; zmienne społeczno-demograficzne

W badaniu ankietowym wzięło udział 78 respondentów. Większość badanych (68%) stanowiły kobiety. Średnia wieku w badanej grupie wynosiła 36,9 lat (SD = 11,0). Najmłodsza osoba miała 23 lata, a najstarsza 68 lat. Większość respondentów stanowiły osoby między 30 a 39 r.ż. (36%) oraz pomiędzy 20 a 29 r.ż. (35%) (rys. 1).

Większość badanych wykonywała zawód pielęgniarki (53%), bądź ratownika medycznego (32%). Blisko 8% badanych deklarowało zawód lekarza. Na inne zawody (m.in. dyspozytor medyczny, opiekun medyczny, starsza sekretarka medyczna, fizjoterapeuta, diagnosta laboratoryjny) wskazało 8% badanych.

Większość respondentów deklarowało wykształcenie wyższe magisterskie, bądź licencjackie (92%), a 8% deklarowało wykształcenie średnie. Staż pracy w badanej grupie wynosił średnio 14 lat (SD=11). Minimalny staż wynosił 2 lata, a maksymalny 43 lata.

Przeważająca część badanych deklarowała jako miejsce pracy oddział szpitalny (w tym SOR) (64%), następnie pogotowie ratunkowe (26%). Pozostałe osoby były zatrudnione w poradniach, stacjach dializ, izbach przyjęć oraz domach pomocy społecznej (9%).

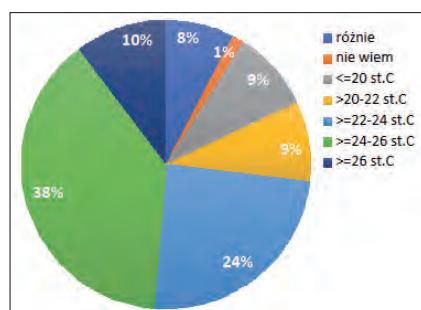
Stosowana odzież

Podczas badań ankietowych, respondenci odpowiadali na pytania dot. najczęściej stosowanego asortymentu odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi.

Najwięcej, bo ponad 82% badanych deklaroowało stosowanie kombinezonów, a 79% fartuchów ochronnych (rys. 2). 65% respondentów twierdziło, że stosowało zarówno kombinezon, jak i fartuch wraz z ochraniającymi na obuwiu.

Odczuwanie komfortu cieplnego w pracy

Na odczucia komfortu cieplnego wpływa wiele czynników, m.in. temperatura powietrza. W ramach ankiety zapytano respondentów, w jakiej średniej temperaturze powietrza najczęściej pracują, będąc ubranym w odzież ochronną. Powyżej 60% ankietowanych zadeklarowało, iż pracuje w temperaturze powietrza w zakresie 22 °C – 26 °C, natomiast w temperaturze >26 °C pracuje 10% respondentów (rys. 3). Spośród ankietowanych 8% grupa określiła warunki jako różne, bądź trudne do określenia.



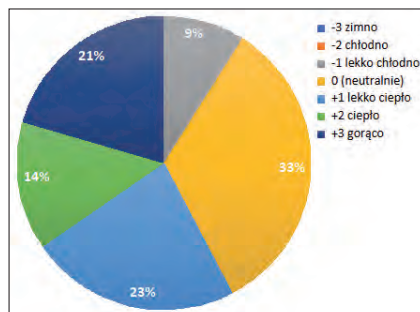
Rysunek 3

Częstość odpowiedzi respondentów dotyczących średniej temperatury powietrza, w której najczęściej pracują podczas stosowania odzieży ochronnej

Figure 3 Frequency of respondents' answers regarding the average air temperature in which they work most often while wearing protective clothing

W obecnym czasie, podczas stosowania standardowej odzieży (używanej na co dzień w pracy), komfort cieplny odczuwa ok. 33% badanych (odpowiedź *neutralnie* (0)). Z uwagi na wykorzystaną w ankiecie 7-stopniową skalę odczuć komfortu cieplnego (od -3 do +3), analizie poddano także rozszerzony zakres odczuwania komfortu cieplnego (-1<PMV<+1)³. W takim zakresie pracuje ok. 65% badanych. Natomiast 35% badanych pracuje w warunkach ocenianych przez nich jako: ciepłe (+2) i gorące (+3) (rys. 4).

Na pytanie, jak obecnie oceniasz swoje odczucia komfortu cieplnego w pracy podczas stosowania odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi (np. kombinezon), 24% respondentów stwierdziło, iż obecnie nie stosują tego typu odzieży (rys. 5). Natomiast 18% pozostałych respondentów odpo-

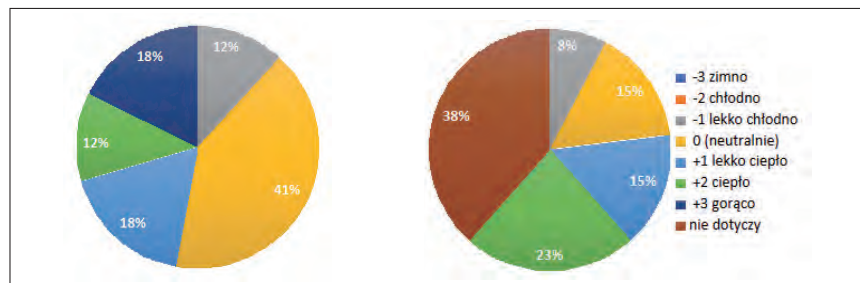
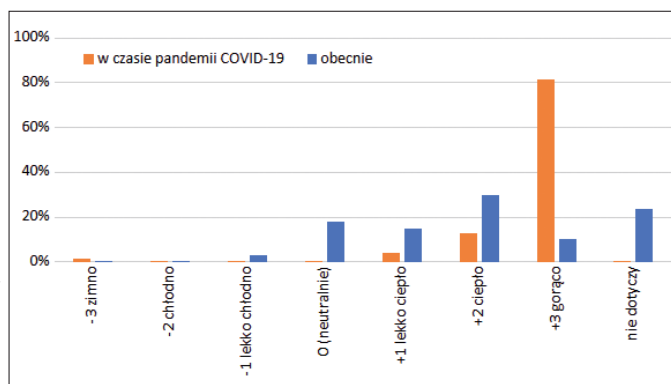


Rysunek 4

Częstość odpowiedzi dotyczących odczucia cieplnego respondentów podczas stosowania standardowej odzieży (w czasie teraźniejszym)
Figure 4 Frequency respondents' thermal sensation when wearing standard clothing (in the present)

Rysunek 5

Częstość odpowiedzi dotyczących odczucia komfortu cieplnego w pracy podczas stosowania odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi
Figure 5 Frequency respondents' thermal comfort at work when wearing personal protective clothing against infection agents



Rysunek 6

Częstość odpowiedzi dotyczących odczucia cieplnego pielęgniarek podczas stosowania odzieży stosowanej standardowo (po lewej) oraz chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi (po prawej) w przypadku oceny ciężkości pracy jako bardzo lekka, lekka, umiarkowana (w czasie teraźniejszym)

Figure 6 Frequency of responses regarding the thermal sensation of nurses when wearing standard clothing (left) and clothing protecting against infectious agents (right) in the case of assessing the workload as very light, light, moderate (in the present tense)

dziła, iż pracuje w komforcie cieplnym, stosując odzież chroniącą przed czynnikami infekcyjnymi (odpowiedź *neutralnie* (0)). W rozszerzonym zakresie odczuwania komfortu cieplnego (-1<PMV<+1) pracuje ok. 36% respondentów. Podczas gdy 40% badanych pracuje w warunkach ocenianych przez nich jako: ciepłe (+2) i gorące (+3) (rys. 5).

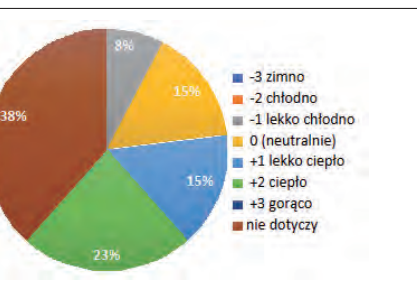
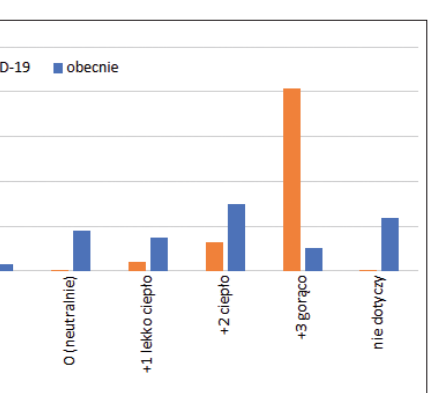
W czasie pandemii, przy założeniu wykonywanej przez respondentów takiej samej pracy, aż 94% badanych, odczuwała: ciepło (+2) (13%) i gorąco (+3) (81%). Obecnie, odpowiedzi rozkładają się głównie pomiędzy: *neutralnie* (0), *lekko ciepło* (+1) i *ciepło* (+2) (rys. 5).

Sprawdzono rozkład odczuć cieplnych w najbardziej licznej grupie zawodowej po-

śród respondentów (w zależności od ciężkości wykonywanej pracy). Pielęgniarki, które definiowały swoją pracę jako: bardzo lekką, lekką lub umiarkowaną, stosując odzież standardową, w rozszerzonym zakresie odczuwały komfort cieplny w 70%, a podczas stosowania odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi w 38% (rys. 6).

Pielęgniarki, które definiowały swoją pracę jako: ciężką i bardzo ciężką, stosując odzież standardową, w rozszerzonym zakresie odczuwały komfort cieplny w 49%, a podczas stosowania odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi w 30% (rys. 7).

Niezależnie od oceny ciężkości pracy, w czasie trwania pandemii, zdecydowana

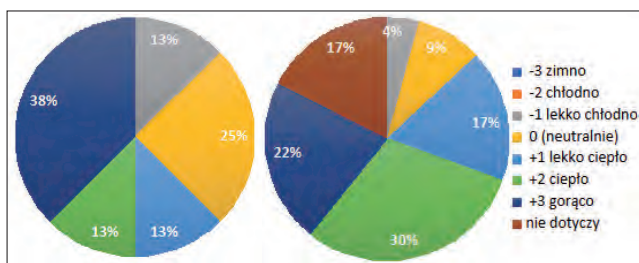


większość pielęgniarek pracowała w warunkach ocenianych przez nich jako: ciepłe (+2) 14% i gorące (+3) 86%.

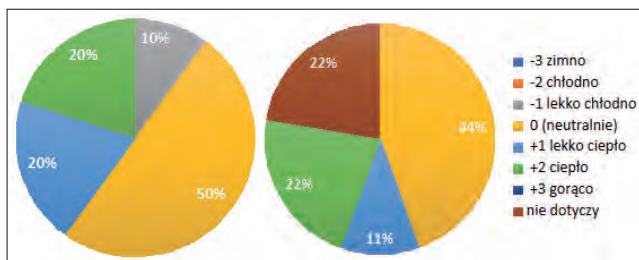
W przypadku grupy ratowników medycznych, swoją pracę oceniali jako: umiarkowaną (40%) lub ciężką i bardzo ciężką (60%). Stosując odzież standardową, wykonując pracę umiarkowaną, w rozszerzonym zakresie komfortu cieplnego, znalazło się 80% respondentów. W przypadku stosowania odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi, komfort cieplny odczuwało 56% ratowników medycznych (rys. 8).

W przypadku grupy ratowników, wykonujących pracę ciężką i bardzo ciężką, stosując odzież standardową, w rozszerzonym zakresie odczuwania komfortu cieplnego

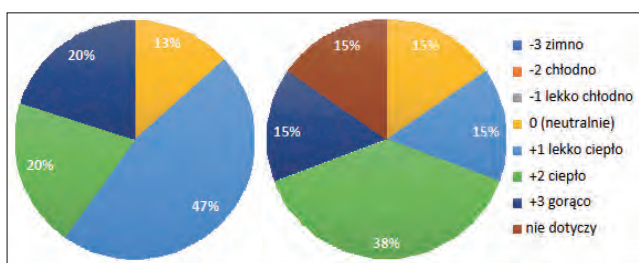
³ Należy zaznaczyć, iż wg PN-EN 16798-1 [27], zakres -1<PMV<+1 wykracza poza granice przyjęte jako kryteria zalecane dla środowiska wewnętrznego.



Rysunek 7
Częstość odpowiedzi dotyczących odczucia ciepłego pielęgniarek podczas stosowania odzieży stosowanej standardowo (po lewej) oraz chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi (po prawej) w przypadku oceny ciężkości pracy jako ciężka i bardzo ciężka (w czasie teraźniejszym)
Figure 7 Frequency of responses regarding the thermal sensation of nurses when wearing standard clothing (left) and clothing protecting against infectious agents (right) in the case of assessing the severity of work as hard and very hard (in the present tense)



Rysunek 8
Częstość odpowiedzi dotyczących odczucia ciepłego ratowników medycznych podczas stosowania odzieży stosowanej standardowo (po lewej) oraz chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi (po prawej) w przypadku oceny ciężkości pracy jako umiarkowana (w czasie teraźniejszym)
Figure 8 Frequency of responses regarding thermal sensation of paramedics when wearing standard clothing (left) and clothing protecting against infectious agents (right) in the case of assessing the workload as moderate (in the present tense)



Rysunek 9
Częstość odpowiedzi dotyczących odczucia ciepłego ratowników medycznych podczas stosowania odzieży stosowanej standardowo (po lewej) oraz chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi (po prawej) w przypadku oceny ciężkości pracy jako ciężka i bardzo ciężka (w czasie teraźniejszym)
Figure 9 Frequency of responses regarding the thermal sensation of paramedics when wearing standard clothing (left) and clothing that protects against infectious agents (right) when assessing the severity of work as hard and very hard (in the present tense)

znalazło się 60% respondentów, natomiast podczas stosowania odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi wartość ta wynosiła 31% (rys. 9).

W czasie pandemii, znaczna większość badanych ratowników medycznych, aż 87% badanych (niezależnie od ciężkości pracy) odczuwała dyskomfort: ciepło (+2) (9%) i gorąco (+3) (78%).

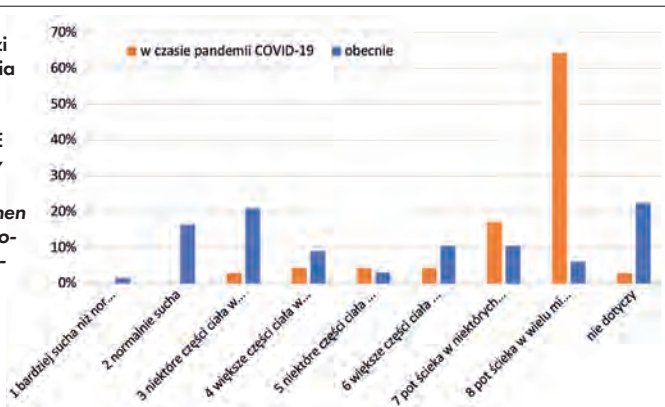
Subiektywna ocena wilgotności skóry i odzieży

Ocenę wilgotności skóry i odzieży dokonano na podstawie odpowiednich skal Nielsena [31].

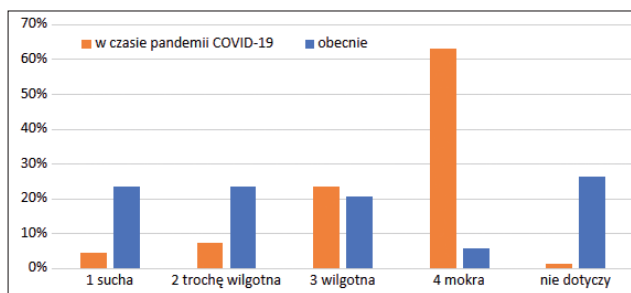
W czasie pandemii ok. 45% badanych, podczas stosowania odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi, wilgotność skóry oceniali na maksymalnym poziomie (8) *pot ścieka w wielu miejscach*. Obecnie odpowiedzi rozkładają się głównie pomiędzy: *normalnie sucha* (2) oraz *niektóre części ciała wilgotne* (3), a następnie *większe części ciała mokre* (6) i *pot ścieka w niektórych miejscach* (7) (rys. 10).

W przypadku wilgotności odzieży, w czasie pandemii ponad 40% badanych, podczas stosowania odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi, wilgotność odzieży oceniali na maksymalnym poziomie (4) jako *mokra*. Obecnie odpowiedzi rozkładają się równomiernie na *sucha* (1), *trochę wilgotna* (2) oraz *wilgotna* (3) (rys. 11).

Rysunek 10
Częstość odpowiedzi dotyczących odczucia wilgotności skóry respondentów podczas stosowania PPE
Figure 10 Frequency respondents' skin moisture at work when wearing personal clothing protective against infection agents



Rysunek 11
Częstość odpowiedzi dotyczących odczucia wilgotności odzieży wśród respondentów podczas stosowania PPE
Figure 11 Frequency respondents' clothing moisture at work when wearing personal clothing protective against infection agents



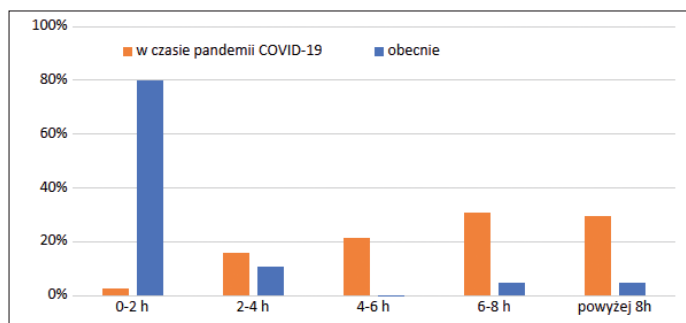
Komfort i czas użytkowania

Na pytanie dotyczące komfortu użytkowania odzieży ochronnej i maski, najczęściej badani „skarżyli się” na odczuwanie dyskomfortu ciepłego (79%), wzmożoną potliwość (74%) oraz ergonomię ich użytkowania (42%).

W ramach badania ankietowego, respondenci odpowiadali także na pytanie

dotyczące czasu stosowania odzieży ochronnej. W czasie pandemii COVID-19, odzież chroniąca przed czynnikami infekcyjnymi, była stosowana przez 6 lub powyżej 6h w czasie zmiany roboczej (60% badanych). Obecnie większość uzyskanych odpowiedzi wskazywała, iż czas jej stosowania skrócił się do 2h (rys. 12).

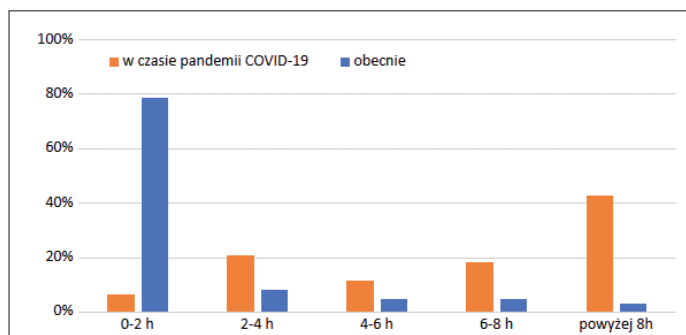
W przypadku masek, półmasek oraz półmasek filtrujących, w czasie pandemii



Rysunek 12
Częstość odpowiedzi dot. czasu stosowania PPE
Figure 12 Frequency of respondents' duration of PPE use

Borg'a) podczas stosowania PPE wzrósł odsetek pielęgniarek z 36% do 86%, natomiast w przypadku ratowników medycznych zwiększył się on z 29% do 78%.

Ankietowani zostali także zapytani, o najczęściej występujące u nich objawy fizyczne w związku z wykonywaną przez nich pracą. Najczęstszymi skutkami fizycznymi (na które wskazywali respondenci) były: bóle mięśni i stawów (73%) oraz przemęczenie (71%) (rys. 17).



Rysunek 13
Częstość odpowiedzi dot. czasu stosowania masek, półmasek oraz półmasek filtrujących
Figure 13 Frequency of respondents' duration of masks, half-masks and filtering half-masks use

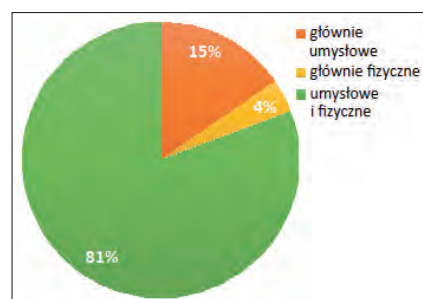
Dyskusja

Przedstawione wyniki badań ankietowych, wykazały negatywny wpływ stosowania PPE nie tylko na odczucia cieplne, ale także na odczucia wilgotności skóry i odzieży. Wyniki badań wskazują, iż stosowanie PPE wpływa na ocenę ciężkości wykonywanej pracy. Uzyskane wyniki są zbieżne z wynikami innych badań ankietowych

ponad 40% badanych stosowała maski powyżej 8h, a obecnie czas stosowania masek w większości skrócił się do 2h (rys. 13).

Ciężkość wykonywanej pracy

Respondenci, w ponad 80%, ocenili swoją pracę jednocześnie jako umysłową i fizyczną (rys. 14).



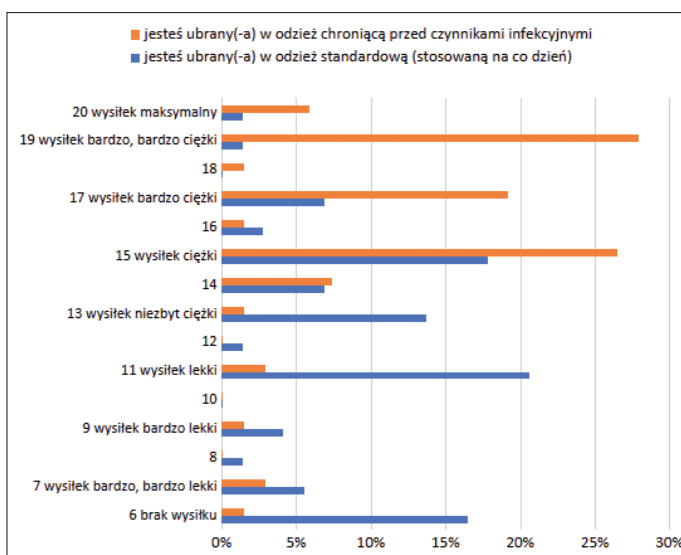
Rysunek 14
Procentowy rozkład dot. rodzaju wykonywanej pracy wg respondentów
Figure 14 Percentage distribution of the type of work performed by respondents

Respondenci proszeni byli także o ocenę ciężkości wykonywanej przez nich pracy podczas stosowania PPE. Do tego celu zastosowano skalę Borg'a [32]. Podczas stosowania odzieży przed czynnikami infekcyjnymi, badani w większości oceniali swój wysiłek jako wysiłek ciężki, bardzo ciężki oraz bardzo bardzo ciężki. W przypadku obecnie stosowanej odzieży wysiłek ten jest oceniany głównie jako lekki, niezbyt ciężki lub ciężki (rys. 15).

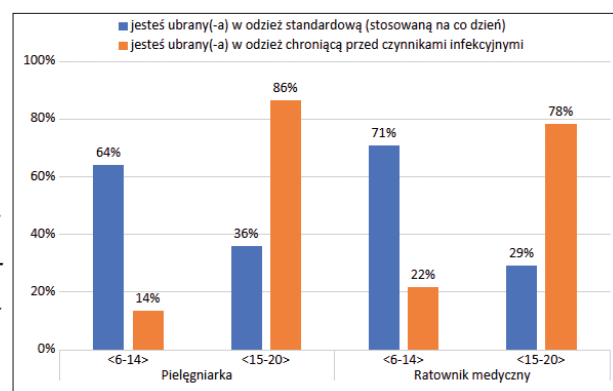
Przeprowadzono także analizę oceny ciężkości wykonywanej pracy przez pielęgniarki i ratowników medycznych (rys. 16).

Podczas stosowania PPE odczucia ciężkości wykonywanej pracy znacznie się zwiększyły. W przypadku oceny wykonywania pracy ciężkiej i bardzo ciężkiej (≥ 15 w skali

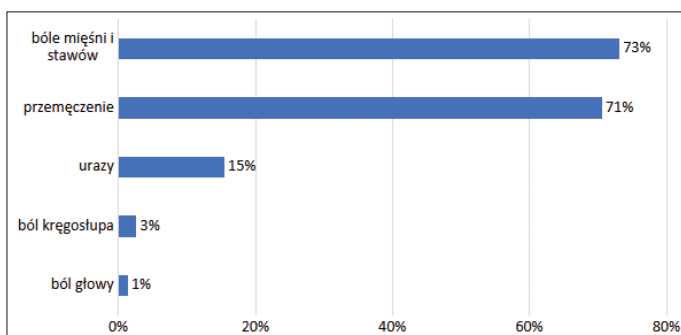
Rysunek 15
Procentowy rozkład oceny ciężkości wykonywanej pracy przez respondentów (wg skali Borg'a)
Figure 15 Percentage distribution of respondents' assessment of the severity of their work (according to Borg's scale)



Rysunek 16
Procentowy rozkład oceny ciężkości wykonywanej pracy na umiarkowaną (6-14) oraz ciężką i bardzo ciężką (15-20) wg skali Borg'a wg pielęgniarek i ratowników medycznych
Figure 16 Percentage distribution of the assessment of the severity of work performed into moderate (6-14) and heavy and very heavy (15-20) according to the Borg's scale for nurses and paramedics



Rysunek 17
Objawy fizyczne w związku z wykonywaną pracą (częstość odpowiedzi)
Figure 17 Physical symptoms related to the work performed by respondents (response rate)



przeprowadzonych wśród pracowników medycznych w różnych częściach świata (prowadzonych zarówno w czasie trwania pandemii oraz po jej zakończeniu).

Pracownicy na tzw. „pierwszej linii frontu” pobierający wymazy do testu pod kątem zarażenia COVID-19, często pracowali na otwartej przestrzeni, również podczas dni z wysoką temperaturą powietrza. Badania ankietowe przeprowadzone w Chinach (czerwiec 2021 r.; temperatura powietrza $>32^{\circ}\text{C}$) [35] na grupie 3 658 respondentów (pracownicy szpitali, głównie pielęgniarki 62% i lekarze ok. 25%) wykazały, iż po założeniu odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi (PPE) średni poziom dyskomfortu (mierzony w 6-stopniowej skali (od -1 *lekko chłodno*, do 4 *bardzo gorąco*) wynosił $3,6 \pm 0,7$. 63% respondentów stosowało PPE mniej niż 4h dziennie, natomiast ok. 37% wskazywało na użytkowanie PPE >4 h. Badania prowadzone w Chinach przez Mao i in. (2022) [36] na grupie 20 kobiet i 12 mężczyzn (wrzesień 2021 r.) ubranych w kombinizony z klejonymi szwami, symulujących pobieranie w terenie materiału biologicznego do badań przez ok. 3,5h (32°C , 70%), także wskazały na odczuwanie dyskomfortu podczas stosowania PPE. Ponad 80% ankietowanych stwierdziło, iż warunki temperaturowe nie są przez nich akceptowane. W Polsce, respondenci przedstawianych wyników badań, określili czas stosowania PPE w czasie pandemii powyżej 4h w ponad 80%. Pomimo pracy teoretycznie w niższych wartościach temperatury powietrza, to aż prawie w 80% respondenci odczuwali dyskomfort cieplny.

Respondenci [35] podczas stosowania PPE (w warunkach temperatury powietrza $>32^{\circ}\text{C}$), skarżyli się na takie objawy fizyczne, jak: obfite pocenie się (80%), trudności w oddychaniu (55%), nadmierne odwodnienie (47%). Ponadto odnotowywane były: obrzęki twarzy (74%), maceracja naskórka dłoni (57%), a także niedowidzenie (zmniejszenie ostrości widzenia) (49%) [35]. Największy odsetek odczuwania dyskomfortu odnotowano na twarzy ochotników (90%), głowie (72%) oraz klatce piersiowej (33%). Inni medycy (także w temperaturze ok. 32°C , podczas stosowania PPE) szczególnie odczuwali takie symptomy, jak: trudności w oddychaniu (92%), obfite pocenie się (79%), duszności (66%) oraz niedowidzenie (zmniejszenie ostrości widzenia) (37%) [36]. W przypadku przedstawianych wyników (w większości respondentów pracujących w temperaturze $> 22^{\circ}\text{C}$), w Polsce ankietowani odczuwali ogólny dyskomfort cieplny (79%), a także obfite pocenie się (74%). W przedstawianych wynikach badań wskazano na problem zmniejszenia odczuwania

komfortu cieplnego po zastosowaniu PPE. W grupach badawczych, odpowiednio, pielęgniarek i ratowników medycznych, (dla pracy umiarkowanej) spadł odsetek osób pracujących w rozszerzonym zakresie komfortu z 70% na 38% oraz z 80% na 56%. W przypadku pracy ciężkiej i bardzo ciężkiej (określonej przez ww. grupy) odnotowano spadek osób pracujących w rozszerzonym zakresie komfortu, odpowiednio, z 49% na 30% oraz z 60% na 31%.

Podobnie, w innych badaniach ankietowych przeprowadzonych na grupie 2 191 pracowników szpitali w Chinach [37] (dla średniej temperatury powietrza $\sim 29^{\circ}\text{C}$, RH $\sim 80\%$), wykazano, iż większość pracowników sektora ochrony zdrowia doświadczyła stresu cieplnego. Przed założeniem PPE większość respondentów odczuwała ciepło (+2) ($\sim 56\%$) lub gorąco (+3) (30%). Natomiast po założeniu PPE i zakończeniu wykonywanych czynności, odsetek odpowiedzi gorąco (+3) wzrósł do 70% (dla ciepło (+2) $\sim 27\%$). W wyniku noszenia PPE znacznie pogorszyły się odczucia cieplne (w kierunku maksymalnego dyskomfortu) [37]. Na podstawie przedstawionych wyników badań można także stwierdzić, iż zastosowanie PPE było bardziej obciążające dla pielęgniarek wykonujących prace, wg subiektywnej oceny ankietowanych, o umiarowej ciężkości. Ciekawym aspektem jest również różnica w ocenie ciężkości wykonywanej pracy przez respondentów podczas stosowania subiektywnej oceny, a skali Borg'a. W przypadku pielęgniarek, wykonywana przez nich praca oceniana była na poziomie umiarkowanym (41,5%), podczas gdy 58,5% badanych pielęgniarek stwierdziło, iż wykonuje pracę ciężką lub bardzo ciężką. W przypadku zastosowania skali Borg'a na pracę umiarkowaną wskazywało 64% pielęgniarek, a pracę ciężką i bardzo ciężką 36% (podczas stosowania „normalnej” odzieży). Podobną zależność odnotowano także dla ratowników medycznych. Według własnej oceny subiektywnej 40% ratowników stwierdziło, iż wykonuje prace na poziomie ciężkości umiarkowanej, podczas gdy stosując skalę Borg'a, na taki poziom (≤ 14) wskazywało 71%. Praca ciężka i bardzo ciężka (wg oceny subiektywnej) była wskazana przez 60% ratowników, natomiast podczas stosowania skali Borg'a, (≥ 15) przez 29%. Według ocen subiektywnych ocena ciężkości wykonywanej pracy była wyższa niż w przypadku stosowania skali Borg'a.

Na podstawie uzyskanych wyników badań można stwierdzić, iż pracownicy sektora medycznego nie odczuwają komfortu cieplnego podczas wykonywania swojej pracy, zastosowanie PPE zmniejsza odczucia kom-

fortu cieplnego. Należy zatem poszukiwać możliwości zapewnienia lepszych warunków pracy dla ww. grupy pracowników.

Kontrolowanie temperatury powietrza (np. w pomieszczeniu) poprzez klimatyzację, może zmniejszyć intensywność występowania zaburzeń fizjologicznych, jak i psychomotorycznych wśród pracowników medycznych. Choć klimatyzacja i urządzenia do dbania o jakość powietrza są standardem w szpitalach, jednak stosowane są często jedynie w tzw. strefach czystych [38] (czystości ciągłej, czy czystości zmiennej; np. sale operacyjne, sale przed i pooperacyjne, sale w oddziałach intensywnej terapii, sale intensywnej obserwacji), a także tam, gdzie przechowywane są leki [39]. Należy jednak zaznaczyć, iż często prace w PPE wykonywane są w terenie (np. opieka przedszpitalna, transport pacjentów ze służb ratownictwa medycznego do szpitala, zewnętrzne ośrodki), czyli w warunkach, których nie można regulować [32], a obecne zmiany klimatu powodują występowanie coraz więcej dni z ekstremalną wysoką temperaturą powietrza [40].

W celu zmniejszenia obciążenia cieplnego pracowników sektora ochrony zdrowia podczas wykonywania czynności zawodowych, szczególnie jeśli przewidywany czas użytkowania odzieży ochronnej jest dłuższy, należy wybierać odzież ochronną przepuszczalną o odpowiedniej do zagrożeń klasie ochrony. Konieczne wydaje się poszukiwanie nowych materiałów, które mogłyby stanowić selektywną barierę dla patogenów, przy zapewnieniu odpowiedniego transferu ciepła i wilgoci na zewnątrz [13].

Jednym z rozwiązań proponowanych w celu poprawy komfortu pracy osobom stosującym PPE w terenie (na otwartej przestrzeni), było stosowanie odzieży chłodzącej (np. kamizelek chłodzących na bazie lodu, związków zmiennofazowych PCM lub powietrza) [41,43]. Badania nad takimi rozwiązaniami, wykazywały pozytywny wpływ proponowanych kamizelek na odpowiedzi fizjologiczne ich użytkowników.

Podsumowanie

Przedstawione wyniki badań ankietowych wśród personelu medycznego w Polsce, wskazują na odczuwanie przez „medyków” dyskomfortu cieplnego, a to przekładać się może np. na wzrost liczby popełnianych błędów. Choć odczuwana przez personel medyczny ciężkość pracy w barierowej odzieży ochronnej obecnie się zmniejsza, w porównaniu do czasu pandemii SARS-CoV-2, najprawdopodobniej nie wynika to z poprawy warunków pracy, czy zastosowania nowych materiałów w PPE, a zależne jest od czasu jej użytkowania.

Czas ten skrócił się z 6h (i więcej) do średnio 2h, co znacząco wpłynęło na odczuwanie uciążliwości wykonywanej w niej pracy.

Przedstawione wyniki badań wskazują na występujący nadal problem braku odczuwania komfortu cieplnego i potrzebę poprawy warunków pracy szeroko rozumianej personelu medycznego.

BIBLIOGRAFIA

- [1] <https://www.prawo.pl/zdrowie/ktore-zawodow-medycznych-sa-tzw-zawodami-zaufania-publicznego,249017.html> (dostępny 28.01.2025 r.)
- [2] Yuan F, Yao R, Sadrizadeh S, et al. Thermal comfort in hospital buildings – A literature review. *Journal of Building Engineering*. 2021;45:103463. doi:10.1016/j.jobe.2021.103463
- [3] Ćwiklińska D, Bogdan A, Szyłak-Szydłowski M. Survey on factors influencing surgeons' sensation in Polish operating theatres. *Building and Environment*. 2022;214:108929. doi:10.1016/j.buildenv.2022.108929
- [4] ASHRAE, ASHRAE Handbook – HVAC Application (SI), 2019, Atlanta
- [5] Horosz B, Adamiec A, Malec-Milewska M, Misolek H. Wytyczne Polskiego Towarzystwa Anestezjologii i Intensywnej Terapii dotyczące zapobiegania niezamierzonej śródoperacyjnej hipotermii. *Anestezjologia Intensywna Terapia*. 2021;53,5:376–386
- [6] Ćwiklińska D, Bogdan A. Przegląd wymagań normatywnych dotyczących komfortu cieplnego chirurgów i personelu medycznego w salach operacyjnych. *CIEPŁOWNICTWO OGRZEWNICTWO WENTYLACJA*. 2021;1(3):24-28. doi:10.15199/9.2021.3.4
- [7] Charkowska A, et al. Wytyczne projektowania, wykonania, odbioru i eksploatacji systemów wentylacji i klimatyzacji dla podmiotów wykonujących działalność leczniczą, Warszawa, 2018, ISBN 978-83-942639-5-9
- [8] Rozporządzenie MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U.2002.75.690
- [9] Smagowska B, Pleban D, Sobolewski A, Pawlak A. Working conditions in selected hospital rooms: results of a pilot study on noise, illumination and microclimate. *Occupational Safety – Science and Practice*. 2018;567(12):17-21. doi:10.5604/01.3001.0012.7788
- [10] Uścińcowicz P, Chludzińska M, Bogdan A. Thermal environment conditions in Polish operating rooms. *Building and Environment*. 2015;94:296-304. doi:10.1016/j.buildenv.2015.08.003
- [11] Melhado M, Hensen J, Loomans M. Literature review of staff thermal comfort and patient "thermal risks" in operating rooms. *Proceeding of the 8th Int. Healthy Buildings Conference*. Lisbon, ISIAQ, 4-8 June 2006.
- [12] Młynarczyk M, Jankowski T, Bogdan A., Lokalne chłodzenie – badania laboratoryjne odczuwania ciepła ochotników. *INSTAL*. 2021,10:28-33. doi: 10.36119/15.2021.10.5
- [13] Zwolińska M, Bogdan A. Impact of the medical clothing on the thermal stress of surgeons. *Applied Ergonomics*. 2012;43(6):1096-1104. doi:10.1016/j.apergo.2012.03.011
- [14] Młynarczyk M, Bogdan A, Jankowski T. The influence of local temperature and air velocity changes on the thermal sensations of users' working in surgical clothing. *Indoor and Built Environment*. 2021;31(1):265-278. doi:10.1177/1420326x21990815
- [15] Potter AW, Gonzalez JA, Xu X. Ebola Response: Modeling the Risk of Heat Stress from Personal Protective Clothing. *PLoS ONE*. 2015;10(11):e0143461. doi:10.1371/journal.pone.0143461
- [16] Van Gaever R, Jacobs VA, Diltoer M, Peeters L, Vanlanduit S. Thermal comfort of the surgical staff in the operating room. *Building and Environment*. 2014;81:37-41. doi:10.1016/j.buildenv.2014.05.036
- [17] PN-EN ISO 7243:2018-01 Ergonomia środowiska termicznego – – Ocena obciążenia cieplnego za pomocą wskaźnika WBGT (temperatura wilgotnego termometru i poczernionej kuli)
- [18] Zużewicz K, et al. Badanie i ocena obciążenia pracą osób zatrudnionych w ratownictwie medycznym i pomocy społecznej. CIOP-PIB, Warszawa, 2013
- [19] Bugajska J. Fizjologiczne kryteria zdolności do pracy fizycznej osób starszych – wydatek energetyczny. CIOP-PIB, Warszawa, 2010
- [20] Bose-O'Reilly S, Daanen H, Deering K, et al. COVID-19 and heat waves: New challenges for healthcare systems. *Environmental Research*. 2021;198:111153. doi:10.1016/j.envres.2021.111153
- [21] Chen Y, Tao M, Liu W. High temperature impairs cognitive performance during a moderate intensity activity. *Building and Environment*. 2020;186:107372. doi:10.1016/j.buildenv.2020.107372
- [22] Zwolińska M, Bogdan A. Thermal sensations of surgeons during work in surgical gowns. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. 2013;19(3):443-453. doi:10.1080/10803548.2013.11077000
- [23] PN-EN ISO 9920:2009 Ergonomia środowiska termicznego – – Szacowanie izolacyjności cieplnej i oporu pary wodnej zestawów odzieży
- [24] PN-EN ISO 7730:2006 Ergonomia środowiska termicznego – – Analityczne wyznaczanie i interpretacja komfortu termicznego z zastosowaniem obliczania wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów miejscowego komfortu termicznego
- [25] PN-EN 16798-1:2019/AP2:2023 Charakterystyka energetyczna budynków – Wentylacja budynków – Część 1: Parametry wejściowe środowiska wewnętrznego do projektowania i oceny charakterystyki energetycznej budynków w odniesieniu do jakości powietrza wewnętrznego, środowiska cieplnego, oświetlenia i akustyki – Moduł M1-6
- [26] Gwóźdź B. Człowiek w środowisku wielkoprzemysłowym i elementy ergonomii. W: *Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej*. Traczyk, W., Trzebski, A., PZWL Warszawa, 2015
- [27] Młynarczyk M, Orysiak J. Wpływ mikroklimatu gorącego na funkcje psychomotoryczne pracowników. *Occupational Safety – Science and Practice*. 2024;634(7):11-14. doi:10.54215/bp.2024.7.15.mlynarczyk
- [28] Pilcher JJ, Nadler E, Busch C. Effects of hot and cold temperature exposure on performance: a meta-analytic review. *Ergonomics*. 2002;45(10):682-698. doi:10.1080/00140130210158419
- [29] Yildiz CÇ, Yildirim D, Günay K. The effect of personal protective equipment use on nurses' tendencies to make medical errors and types of their medical errors: a cross-sectional study. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. 2022;29(2):596-603. doi:10.1080/10803548.2022.2061131
- [30] Zhao Y, Su M, Meng X, Liu J, Wang F. Thermophysiological and perceptual responses of amateur healthcare workers: impacts of ambient condition, Inner-Garment insulation and personal cooling strategy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;20(1):612. doi:10.3390/ijerph20010612
- [31] Davey SL, Lee BJ, Robbins T, Randeve H, Thake CD. Heat stress and PPE during COVID-19: impact on healthcare workers' performance, safety and well-being in NHS settings. *Journal of Hospital Infection*. 2020;108:185-188. doi:10.1016/j.jhin.2020.11.027
- [32] Figi CE, Herstein JJ, Beam EL, et al. Literature review of physiological strain of personal protective equipment on personnel in the high-consequence infectious disease isolation environment. *American Journal of Infection Control*. 2023;51(12):1384-1391. doi:10.1016/j.ajic.2023.05.005
- [33] Nielsen R, Berglund LG, Gwosdow AR, Dubois AB. Thermal sensation of the body as influenced by the thermal microclimate in a face mask. *Ergonomics*. 1987;30(12):1689-1703. doi:10.1080/00140138708966058
- [34] Borg G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *J. Rehabil. Med*. 1970;2(2),92-98
- [35] Zhu Y, Qiao S, Wu W, et al. Thermal discomfort caused by personal protective equipment in healthcare workers during the delta COVID-19 pandemic in Guangzhou, China: A case study. *Case Studies in Thermal Engineering*. 2022;34:101971. doi:10.1016/j.csite.2022.101971
- [36] Mao Y, Zhu Y, Guo Z, Zheng Z, Fang Z, Chen X. Experimental investigation of the effects of personal protective equipment on thermal comfort in hot environments. *Building and Environment*. 2022;222:109352. doi:10.1016/j.buildenv.2022.109352
- [37] Zhu Y, Mao Y, Li Y, et al. Field investigation of the heat stress in outdoor of healthcare workers wearing personal protective equipment in South China. *Frontiers in Public Health*. 2023;11. doi:10.3389/fpubh.2023.1166056
- [38] <https://www.klimatyzacja.pl/artykuly/wentylacja/wentylacja-w-szpitalu/wentylacja-w-szpitalu-wytyczne-klasy-czystosci-pomieszczen> (dostępny 29.01.2024 r.)
- [39] <https://www.rynekzdrowia.pl/Finanse-i-zarzadzanie/Wysokie-temperatury-w-szpitalach-to-zmora-pacjentow-i-personelu-Klimatyzacja-na-oddzialach-to-rarytas,234153,1.html> (dostępny 29.01.2024 r.)
- [40] Dec E, Sekret R. Zakres komfortowych parametrów powietrza dla przebywania człowieka na zewnątrz w okresie lata. *INSTAL*. 2020;8:7-11. doi:10.36119/15.2020.8.1
- [41] Hu C, Wang Z, Bo R, Li C, Meng X. Effect of the cooling clothing integrating with phase change material on the thermal comfort of healthcare workers with personal protective equipment during the COVID-19. *Case Studies in Thermal Engineering*. 2023;42:102725. doi:10.1016/j.csite.2023.102725
- [42] Bonell A, Nadjm B, Samateh T, et al. Impact of personal cooling on performance, comfort and heat strain of healthcare workers in PPE, a study from West Africa. *Frontiers in Public Health*. 2021;9. doi:10.3389/fpubh.2021.712481
- [43] De Korte JQ, Bongers CCWG, Catoire M, Kingma BRM, Eijssvogels TMH. Cooling vests alleviate perceptual heat strain perceived by COVID-19 nurses. *Temperature*. 2020;9(1):103-113. doi:10.1080/23328940.2020.1868386

Zrealizowano na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Projekt nr III.PN.08. pod tytułem: „Czas pracy w środkach ochrony indywidualnej w związku z zagrożeniem czynnikami infekcyjnymi a obciążenie cieplne organizmu”. Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.