

# Środowisko cieplne w szpitalnych salach chorych

Środowisko cieplne jest jednym z elementów środowiska wewnętrznego w budynkach. Wpływa ono na komfort i produktywność użytkowników.

Kryteria, jakie powinny być spełnione ze względu na środowisko cieplne w pomieszczeniach, przedstawione są m.in. w normie:

- PN-EN 15251:2012 *Parametry wejściowe środowiska wewnętrznego dotyczące projektowania i oceny charakterystyki energetycznej budynków, obejmujące jakość powietrza wewnętrznego, środowisko cieplne, oświetlenie i akustykę oraz zastępującym ją projekcie normy,*
- prEN 16798-1:2015 *Energy performance of buildings – Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics* w podziale na budynki, w których zapewnione jest chłodzenie mechaniczne (środowisko cieplne oceniane jest na podstawie wskaźników PMV, PPD oraz wskaźników dyskomfortu lokalnego), jak również dla budynków, w których nie występuje chłodzenie mechaniczne (ocena za pomocą modelu adaptacyjnego, regulowa-

wanym parametrem jest temperatura operatywna zależna od średniej ciągłej temperatury powietrza zewnętrznego).

Jednak korzystając z podanych powyżej rozwiązań, warto mieć na uwadze, że podane zakresy komfortu były opracowane na podstawie badań z udziałem studentów lub pracowników pomieszczeń biurowych, w tym osób, które mogły w łatwy sposób dopasować izolacyjność swojej odzieży, otworzyć okno, a swoją pracę wykonywały głównie w pozycji siedzącej.

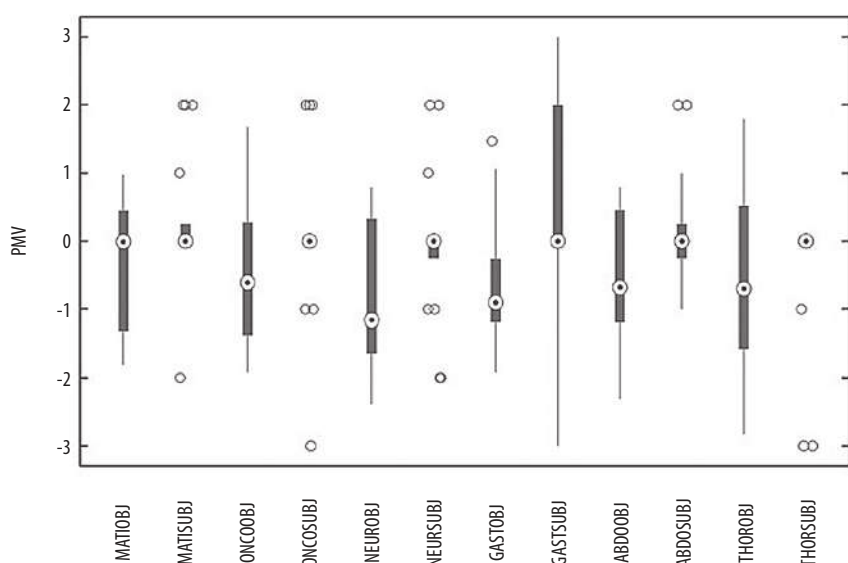
W przypadku środowiska umiarkowanego niedostawanie wartości poszczególnych parametrów powietrza nie wpłynie na zdrowie czy bezpieczeństwo użytkowników, może jedynie spowodować pojawienie się odczucia dyskomfortu, a w konsekwencji spadek produktywności. Istnieją jednakże pomieszczenia, w których nie tylko samopoczucie, lecz także zdrowie użytkowników mogą być bezpośrednio związane z warunkami środowiska cieplnego panującego w pomieszczeniach. Takimi obiektami są szpitale, w których przebywają osoby osłabione i wrażliwe – chorzy, w tym osoby starsze.

Patrząc na parametry wpływające na wymianę ciepła między człowiekiem a otoczeniem, należy zwrócić uwagę na kilka czynników indywidualnych, które są elementami kluczowymi przy dokładnej analizie komfortu prowadzonej za pomocą wskaźnika PMV i wpływają na odczucia cieplne pacjentów. Czynniki te są:

- tempo metabolizmu,
- izolacyjność cieplna odzieży i elementów osobistych.

## Tempo metabolizmu

Pacjenci w szpitalach przebywają zazwyczaj w pozycji leżącej lub też siedzącej (za wyjątkiem osób poddawanych rehabilitacji). Tak niska aktywność z jednej strony powoduje dużą wrażliwość na nawet niewielkie zmiany w warunkach środowiska cieplnego, jak również nie jest dobrze kwantyfikowana w odpowiednich normach. W normie PN-EN ISO 7730:2006 *Ergonomia środowiska termicznego – Analityczne wyznaczanie i interpretacja*



Rys.1. Wykresy PMV uzyskane z obiektywnych i subiektywnych pomiarów wykonanych na różnych oddziałach, źródło 1. Jan Verheyen Nele Theys, Luk Allonsius, Filip Descamps, Thermal comfort of patients: Objective and subjective measurements in patient rooms of a Belgian healthcare facility, Building and Environment 46 (2011) 1195-1204

komfortu termicznego z zastosowaniem obliczania wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów miejscowego komfortu termicznego oraz normie PN-EN ISO 8996:2005 Ergonomia środowiska termicznego – Określanie tempa metabolizmu podane są wartości tempa metabolizmu dla osób znajdujących się w pozycji siedzącej lub leżącej. Jednakże należy zauważyć, że dane te określone były dla osób „standardowych”, a zatem osób zdrowych i o powierzchni ciała równiej 1,8 m<sup>2</sup>.

Tymczasem pacjenci są to często osoby starsze, o różnej budowie ciała i różnym stanie zdrowia, a także powierzchni ciała, w wielu przypadkach różnej od wartości standardowej. Również stosowana najczęściej formuła DuBois (źródło DuBois D, DuBois EF. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. Arch Intern Medicine. 1916; 17:863-71) do określania powierzchni ciała, może nie być dla tej grupy odpowiednio dokładna, a także nie może być w ogóle stosowana do osób, które są po amputacji kończyn.

Ponadto schorzenia, a także przyjmowane leki mogą wpływać na ilość wytwarzanego ciepła, działanie układu termoregulacji człowieka, a w konsekwencji na odczuwanie środowiska cieplnego.

### Izolacyjność cieplna odzieży i elementów osobistych

Izolacyjność cieplna odzieży określona w normie PN-EN ISO 7730:2006 oraz PN-EN ISO 9920:2009 Ergonomia środowiska termicznego – Szacowanie izolacyjności cieplnej i oporu pary wodnej zestawów odzieży nie obejmują izolacyjności cieplnego materaców łóżek, kołder, poduszek, prześcieradła itp., a zatem elementów standardowo dostępnych w szpitalach, które stosuje każdy pacjent. Dodatkowo należy zwrócić uwagę, że na izolacyjność cieplną przyjętą do obliczeń wpływa powierzchnia kontaktu pacjenta z pościelą czy łóżkiem, jak również szczeliny wypełnione powietrzem tworzące się między warstwami odzieży lub/i odzieży oraz pościeli.

Z tej przyczyny inne wartości tego parametru powinny być przyjęte dla pozycji leżącej/siedzącej, inne dla pacjenta nakrywającego kołdrą dolne partie ciała lub przy nakryciu kołdrą czy kocem aż po szyję.

Informacje na temat izolacyjności cieplnej pościeli itp. można znaleźć w nielicznych publikacjach naukowych dotyczących różnych zagadnień wpływających na dokładność obliczeń wymiany ciepła między człowiekiem a otoczeniem (źródło K. Rybka, A. Bogdan, Izolacyjność cieplna elementów stosowanych w szpitalach w aspekcie komfortu cieplnego pacjentów, Przegląd Włókienniczy-Włókno, Odzież, Skóra, 25–28).

### Jakie zatem parametry środowiska cieplnego powinno się przyjmować w salach chorych?

Pewna pomoc w tym zakresie przedstawiona jest w normie PN-EN ISO 28803:2012 Ergonomia środowiska fizycznego – Stosowanie Norm Międzynarodowych w odniesieniu do osób o wymaganiach szczególnych.

W normie tej opisano, jak poszczególne niepełnosprawności, schorzenia lub też przyjmowane leki mogą wpłynąć na odczuwanie środowiska wewnętrznego. Jeden z rozdziałów poświęcono środowisku cieplnemu, a zatem na podstawie zapisów można określić, czy pacjenci preferują chłodniejsze, czy cieplejsze środowisko, czy lepiej zachować w pomieszczeniach wyższą wilgotność względną powietrza itp. Dodatkowo zamieszczono tabelę, w której wprost wskazano, jak poszczególne scho-

#### Oszczędne, komfortowe i ekologiczne ogrzewanie

- Pompy ciepła do obiektów nowych i modernizowanych
- Pompy ciepła typu solanka-woda do grzania
- Pompy ciepła typu powietrze-woda do grzania i chłodzenia
- Pompy ciepła do ciepłej wody użytkowej

#### Ekologiczne rozwiązania dla chłodnictwa i klimatyzacji

- Agregaty wody lodowej o wydajności chłodniczej 79 – 856 kW
- Klimakonwektory ścienna, kanałowe, kasetonowe, przypodłogowo-podsufitowe i 2- i 4-rurowe
- Armatura i automatyka klimakonwektorów
- Sterowanie z możliwością komunikacji z systemami nadzoru budynków
- Klimatyzatory typu split

#### Wysokowydajne klimatyzatory do pomieszczeń technicznych

- Szafy klimatyzacyjne i agregaty wody lodowej Schneider Electric dedykowane do klimatyzowania pomieszczeń technicznych, np. serwerowni
- Klimatyzatory Schneider Electric przeznaczone dla aplikacji klimatyzacji precyzyjnej o newralgicznym znaczeniu, zapewniające pełną kontrolę środowiska przez 365 dni w roku





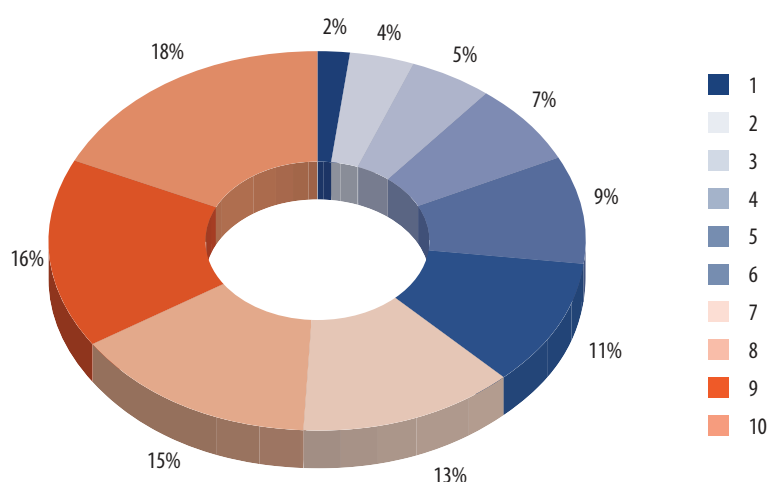




[www.cool.pl](http://www.cool.pl)

PPH COOL ■ ul. Lipowa 10 ■ 05-123 Chotomów ■ tel./fax: 22 772 64 18 ■ cool@cool.pl

REKLAMA



Rys. 2. Udział odpowiedzi dotyczących samooceny wpływu środowiska cieplnego na przebieg rekonwalescencji pacjentów

zenia wpływają na działanie układu termoregulacji, a także jakie warunki środowiska cieplnego są niebezpieczne dla osób cierpiących na poszczególne schorzenia.

Informacje w zakresie preferowanych warunków środowiska cieplnego przez pacjentów można znaleźć również w publikacjach naukowych.

Verheyen i inni badacze (źródło Jan Verheyen Nele Theys, Luk Allonsius, Filip Descamps, *Thermal comfort of patients: Objective and subjective measurements in patient rooms of a Belgian healthcare facility, Building and Environment* 46 (2011) 1195-1204) w badaniach prowadzonych w Belgii określił, że pacjenci wybranych oddziałów, w których prowadzone były badania, raczej odczuwają środowisko cieplne jako cieplejsze niż to wynikałoby z analiz obiektywnych prowadzonych za pomocą wskaźnika PMV (rys.1).

Badania przeprowadzone na Tajwanie przez Hwanga (źródło Hwang RL, Lin TP, Cheng MJ, Chien JH. *Patient thermal comfort requirement for hospital environments in Taiwan. Building and Environment* 2007;42:2980-7) wskazują jednakże odwrotną zależność, tj. – że pacjenci oczekują środowiska cieplejszego niż to wynikałoby z warunków przyjmowanych zgodnie z wynikami analiz wskaźnika PMV.

Jednocześnie co ciekawe określono, że siła fizyczna pacjentów wpływa znacząco na odczucia cieplne, gdy tymczasem nie wyznaczono wpływu w odniesieniu do wieku pacjentów, ich płci czy też faktu aklimatyzacji do panujących warunków.

Badania przeprowadzone w Polsce na Wydziale Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej (salachorych.is.pw.edu.pl) w ramach grantu przyznanego przez Halton Foundation Inc. wskazują, że warunki panujące obecnie w salach chorych są według pacjentów niekomfortowe.

Szczególnie w okresie letnim w pomieszczeniach jest za ciepło lub za gorąco, przy czym otwieranie okna, a także powoduje napływ gorącego powietrza jak również przeciągi, natomiast zamknięcie okna sprawia, że w pomieszczeniach jest zbyt duszno.

Na problem zbyt gorącego środowiska narzekali szczególnie pacjenci przenoszeni na standardowe sale chorych z sal pooperacyjnych, w których stosowana jest klimatyzacja. Pacjenci ci wskazywali znaczne pogorszenie samopoczucia, w szczególności pacjenci oddziałów kardiologicznych.

Pacjenci wskazywali również problemy związane z suchością powietrza w pomieszczeniu. Niektóre choroby lub przyjmowanie danego rodzaju leków powodują u pacjentów wysuszenie śluzówek, również osoby z utrudnionymi możliwościami poruszania często krępują się prosić o pomoc personel medyczny. Zatem dla tych osób szczególnie dotkliwa jest niska wilgotność powietrza w salach. Nieprzyjemną suchość powietrza wskazywały nawet osoby przebywające w środowisku o wilgotności względnej powietrza wynoszącej powyżej 40%.

Najistotniejszym wynikiem przeprowadzonych badań było potwierdzenie faktu, że znaczna część ankietowanych wskazała, że środowisko cieplne panujące w pomieszczeniach miało wpływ na przebieg ich rekonwalescencji.

Wyniki przedstawione na rys. 2 wskazują odpowiedzi na pytanie „Czy Pani/Pana zdaniem środowisko cieplne panujące w sali mogło wpływać na przebieg rekonwalescencji”.

Odpowiedzi udzielili pacjenci hospitalizowani w ciągu 5 lat poprzedzających badanie. Badani mogli wskazać punkt od 1 do 10 przy czym 1 oznaczało „nie wpływa”, natomiast 10 – „wpływa w bardzo dużym stopniu”. Aż 82% ankietowanych zaznaczyło odpowiedź 5 i więcej na skali od 1 do 10, przy czym aż 18% pacjentów wskazało odpowiedź 10 – „wpływa w bardzo dużym stopniu”.

Na podstawie przedstawionych informacji można wnioskować, że warunki środowiska cieplnego panujące w salach chorych są ważne, ponieważ mają wpływ na powrót do zdrowia pacjentów. Z tego powodu na inżynierach powinna spoczywać szczególna odpowiedzialność za projektowane warunki środowiska cieplnego w salach chorych. Jednocześnie nadal brakuje bezpośrednich i powszechnie dostępnych danych, jakie powinno przyjmować się parametry powietrza w tego rodzaju obiektach w zależności schorzenia/oddziału, choć prace nad ich wskazaniem cały czas trwają.

**Anna Bogdan**  
**Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki**  
**i Inżynierii Środowiska, Politechnika Warszawska**  
**Polskie Zrzeszenie Inżynierów**  
**i Techników Sanitarnych**