

POLSKIE ZRZESZENIE INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW SANITARNYCH

WYBRANE PROBLEMY INSTALACYJNE ORAZ P.POŻ W SZPITALNICTWIE I UZDROWISKACH



07.11.2024 r., WARSZAWA

RESTRICTED



INTERNAL



SECRET



„Problemy z zapewnieniem jakości powietrza na salach operacyjnych pod kątem głośności i wilgotności”

Mgr. Inż. Andrzej Różycki

Ekspert ds. Data Center i Szpitalnictwa
Ekspert Pracodawców RP
Rzecznik budowlany RZE (Nr RZE/X/0008/11)
Rzecznik branżowy PZITS (Nr 2005/2002)

Wojciech Marcinkiewicz

Kierownik Sekcji Obiektów Publicznych

Jacek Rydel

Zastępca Dyrektora Serwisu ds.
Obiektów Publicznych i Szpitalnych

Dr inż. Kazimierz Wojtas

Politechnika Krakowska im. Tadeusza
Kościuszki, Laboratorium Ogrzewnictwa,
Wentylacji, Klimatyzacji i Chłodnictwa
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Wytyczne organizacyjne dotyczące dostosowania warunków pracy w zakresie mikroklimatu na stanowiskach pracy w salach operacyjnych, gabinetach zabiegowych oraz laboratoriach diagnostyki do charakteru wykonywanych prac w tych pomieszczeniach

Wobec coraz wyraźniej o dotkliwiej dla człowieka przejawiających się od kilku lat w Polsce objawów ocieplania się klimatu, niezbędne staje się powszechne wprowadzenie klimatyzacji do placówek służby medycznej. Jest to wymaganie tyleż techniczne, co i organizacyjne.

Źródło: Dostosowanie środowiska pracy w placówkach medycznych w zależności od przeznaczenia pomieszczeń, CIOP-PIB; Andrzej Pawlak, Dariusz Pleban, Jan Radosz, Bożena Smagowska, Andrzej Sobolewski

Wytyczne organizacyjne dotyczące dostosowania warunków pracy w zakresie mikroklimatu na stanowiskach pracy w salach operacyjnych, gabinetach zabiegowych oraz laboratoriach diagnostyki do charakteru wykonywanych prac w tych pomieszczeniach

Przyjęte zmiany w zakresie:

- Zwiększenia prędkości przepływu powietrza z wartości 0,042 m/s do 0,2 m/s (prędkość strugi)
- Obniżenia przyjętej do obliczeń wartości metabolizmu z wartości 120 W/m² do wartości 100 W/m²
- Zmiany odzieży chirurgicznej o izolacyjności cieplnej 0,9 clo na odzież o izolacyjności cieplnej 0,56 clo

powinny wpłynąć na znaczną poprawę odczuwania rozpatrywanego środowiska cieplnego Sali operacyjnej przez pracujących w niej chirurgów. Wprowadzone zmiany organizacyjne pozwolą w tym przypadku na spełnienie warunków odczuwania komfortu cieplnego w rozpatrywanym środowisku cieplnym.

Źródło: Dostosowanie środowiska pracy w placówkach medycznych w zależności od przeznaczenia pomieszczeń, CIOP-PIB; Andrzej Pawlak, Dariusz Pleban, Jan Radosz, Bożena Smagowska, Andrzej Sobolewski

Wytyczne organizacyjne dotyczące dostosowania warunków pracy w zakresie mikroklimatu na stanowiskach pracy w salach operacyjnych, gabinetach zabiegowych oraz laboratoriach diagnostyki do charakteru wykonywanych prac w tych pomieszczeniach

Parametr Mikroklimatu Pomieszczenia	ta, °C	RH, %	tg, °C	tr, °C	V, m/s	M, W/m ²	Icl, clo	PMV = 0,21
Wartość średnia	22,5	56,2	22,6	22,7	0,2	100	0,56	PPD = 5,9%

56,2 %

0,2 m/s

- Ta – temperatura powietrza (ang. air temperature)
- RH – wilgotność względna (ang. relative humidity)
- Tg - temperatura gałki (ang. globe temperature)
- Tr – temperatura promieniowania (ang. radiant temperature)
- V – prędkość przepływu powietrza

- M, W/m² – metabolizm (ang. metabolic rate)
- Icl [clo] – wartość izolacyjności cieplnej odzieży (ang. clothing insulation)
- PMV – (ang. Predicted Mean Vote) - określa przewidywaną ocenę średnią środowiska cieplnego w grupie osób przebywających i pracujących w środowisku umiarkowanym
- PPD – (ang. Predicted Percentage Dissatisfied – który określa przewidywany odsetek osób niezadowolonych z warunków cieplnych danego środowiska

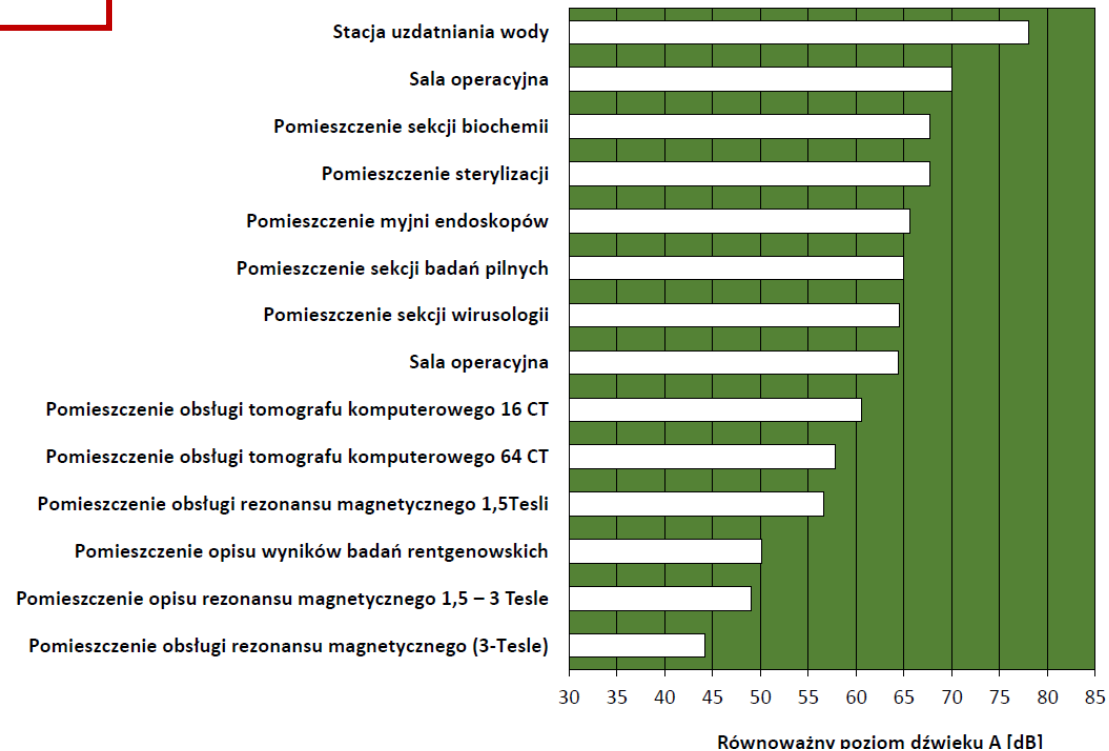
Źródło: Dostosowanie środowiska pracy w placówkach medycznych w zależności od przeznaczenia pomieszczeń, CIOP-PIB; Andrzej Pawlak, Dariusz Pleban, Jan Radosz, Bożena Smagowska, Andrzej Sobolewski

CIOP – DOSTOSOWANIE ŚRODOWISKA PRACY W PLACÓWKACH MEDYCZNYCH W ZALEŻNOŚCI OD PRZEZNACZENIA POMIESZCZEŃ

Pomieszczenie	L _{Aeq,tj} dB	L _{Amax,tj} dB	L _{Cpeak,tj} dB	L _{Geq,tj} dB
Rezonans mag. 3 Tesle	44,2	59,6	90,3	70,3
Rezonans mag. 1,5 Tesli	56,6	65,0	95,1	77,4
Tomografia kom. 16 CT	60,6	82,8	72,1	84,2
Tomografia kom. 64 CT	57,8	70,8	100,3	79,8
Pomieszczenie opisu 1,5-3 Tesle	49,0	62,0	86,4	70,7
Pomieszczenie opisu 16 CT i 64 CT	50,1	64,9	92,4	73,9
Sala operacyjna	64,4	85,6	110,1	
Zabieg endoskopowy - lekarz	70,0	77,5	90,8	75,2
Zabieg endosk. – pielęgniarka	65,6	71,3	102,0	79,3

64,4 dB(A)

UCIĄŻLIWOŚĆ 55 dB(A)
w PN N-01307(14)



Źródło: Dostosowanie środowiska pracy w placówkach medycznych w zależności od przeznaczenia pomieszczeń, CIOP-PIB; Andrzej Pawlak, Dariusz Pleban, Jan Radosz, Bożena Smagowska, Andrzej Sobolewski

POMIESZCZENIA MEDYCZNE – POLSKIE REGULACJE NA POZIOMIE WYTYCZNYCH MINISTERSTWA ZDROWIA

JAKOŚĆ POWIETRZA W SZPITALU

Tabela 7. Parametry projektowe mikroklimatu wewnętrznego

Rozdział	Klasa czystości pomieszczenia	S1	S2	S3	S4
	Parametr				
4.1	Temperatura powietrza	niezależnie od pory roku regulowana w zakresie: 19±23°C	19±23°C	19±23°C	zgodnie z Dz.U.2002.75.690 [1]
	Wilgotność względna	30-65%	30-65%	30-65%	wynikowa lub uzależniona od wymagań technologicznych
4.2	Prędkość powietrza	Na wysokości 1,20 m nad podłogą: S1a, S1b: 0,18±0,25 m/s S1c: 0,15±0,25 m/s	nie wyższa niż 0,20 m/s w strefie przebywania ludzi		
4.3	Minimalny strumień powietrza zewnętrznego	S1a,S1b: 2400 m ³ /h S1c: 1200 m ³ /h	zgodnie z normą PN-EN 13779 [22]		
	Minimalna krotność wymiany powietrza (w odniesieniu do powietrza nawiewanego)	S1c: 25 h ⁻¹	10 h ⁻¹	10 h ⁻¹	5 h ⁻¹
4.4	Układ naciśnienia powietrza	10 Pa	10 Pa*	10 Pa	w zależności od funkcji pomieszczenia
4.5	Poziom dźwięku A	48 dB(A)	35 dB(A)	35 dB(A)	40 dB(A)

* w przypadku pełnienia przez pomieszczenie klasy S2 funkcji śluzy, naciśnienie w nim panujące powinno mieć wartość minimum 5 Pa w odniesieniu do pomieszczeń przylegających (wyłączając sale operacyjne).

UWAGA: Strumień powietrza wentylacyjnego należy obliczyć w oparciu o zyski ciepła i wilgoci uwzględniając stężenie emitowanych zanieczyszczeń. Podane w tabeli krotności wymian powietrza są wartościami przybliżonymi i nie mogą być podstawą do obliczania strumienia powietrza wentylacyjnego.

48

- TEMPERATURA
- WILGOTNOŚĆ
- PRĘDKOŚĆ
- GŁOŚNOŚĆ
- DYTRYBUCJA

Wytyczne projektowania, wykonania, odbioru i eksploatacji systemów wentylacji i klimatyzacji dla podmiotów wykonujących działalność leczniczą

„Wytyczne projektowania, wykonania , odbioru i eksploatacji instalacji wentylacji i klimatyzacji dla podmiotów świadczących działalność leczniczą”

<https://www.gov.pl/web/zdrowie/materialy-pomocnicze>

JAKOŚĆ POWIETRZA W SZPITALU

- GŁOŚNOŚĆ POWIETRZA - UTRUDNIENIA W PRACY
- PRĘDKOŚĆ POWIETRZA - ZAPEWNIENIE CZYSTOŚCI VS KOMFORT PRACY

Tabela 8. Dopuszczalny poziom dźwięku A w wybranych pomieszczeniach zgodnie z PN-EN 15251 [26]

Rodzaj pomieszczenia	Poziom dźwięku A (wartość domyślna do obliczeń) PN-EN 15251	Poziom dźwięku A (wartość nieprzekraczalna)
sale operacyjne	40 dB(A)	48 dB(A)
korytarze i pozostałe pomieszczenia	40 dB(A)	45 dB(A)
sale pooperacyjne	30 dB(A)	35 dB(A)
sale chorych (w ciągu nocy)	30 dB(A)	35 dB(A)
sale chorych (w ciągu dnia)	30 dB(A)	40 dB(A)

KONTROWERSJE W ZAKRESIE POZIOMU GŁOŚNOŚCI NA SALACH OPERACYJNYCH

DOPUSZCZALNE POZIOMY GŁOŚNOŚCI NA SALACH OPERACYJNYCH W EUROPIE

FRANCJA	
Jednokierunkowy	(LPS 48 dBA)
Ukierunkowany/Turbulentny	(LPS 45 dBA)
Turbulentny	(LPS 40 dBA)
AUSTRIA	
Jednokierunkowy	(LPS ≤ 45 dBA)
Inne rozwiązanie	(LPS ≤ 40 dBA)
SZWAJCARIA	
Jednokierunkowy	(LPS 48 dBA)
NIEMCY	
Jednokierunkowy	(LPS 46-48 dBA)
Turbulentny	(LPS 45 dBA)
ANGLIA	
Jednokierunkowy	(LPS ≤ 55 dBA)



DZIENNIK USTAW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Warszawa, dnia 9 czerwca 2022 r.

Poz. 1225

**OBWIESZCZENIE
MINISTRA ROZWOJU I TECHNOLOGII¹⁾**

z dnia 15 kwietnia 2022 r.

w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

§ 326. 1. Poziom hałasu oraz drgań przenikających do pomieszczeń w budynkach mieszkalnych, budynkach zamieszkania zbiorowego i budynkach użyteczności publicznej, z wyłączeniem budynków, dla których jest konieczne spełnienie szczególnych wymagań ochrony przed hałasem, nie może przekraczać wartości dopuszczalnych, określonych w Polskich Normach dotyczących ochrony przed hałasem pomieszczeń w budynkach oraz oceny wpływu drgań na ludzi w budynkach, wyznaczonych zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi metody pomiaru poziomu dźwięku A w pomieszczeniach oraz oceny wpływu drgań na ludzi w budynkach.



DZIENNIK USTAW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Warszawa, dnia 9 listopada 2023 r.

Poz. 2442

**ROZPORZĄDZENIE
MINISTRA ROZWOJU I TECHNOLOGII¹⁾**

z dnia 27 października 2023 r.

**zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych,
jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie²⁾**

60a	§ 323 ust. 2	PN-B-02151-4:2015-06	Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 4: Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań
		PN-B-02151-2:2018-01	Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 2: Wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach
		PN-B-02151-3:2015-10, PN-B-02151-3:2015-10/Ap1:2016-02	Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych

64	§ 326 ust. 1	PN-B-02151-2:2018-01	Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 2: Wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach
		PN-EN ISO 10052:2007	Akustyka – Pomiary terenowe izolacyjności od dźwięków powietrznych i uderzeniowych oraz hałasu od urządzeń wyposażenia technicznego – Metoda uproszczona
		PN-EN ISO 16032:2006	Akustyka – Pomiar poziomu ciśnienia akustycznego od urządzeń wyposażenia technicznego w budynkach – Metoda dokładna
		PN-B-02171:2017-06	Ocena wpływu drgań na ludzi w budynkach

Akustyka budowlana

Ochrona przed hałasem w budynkach

Część 2: Wymagania dotyczące
dopuszczalnego poziomu dźwięku
w pomieszczeniach

35 dB(A) – BZDURA!!!

PN-B-02151-2:2018-01

Tablica 1 – Dopuszczalny poziom dźwięku A (ciąg dalszy)

Lp.	Rodzaj budynku	Rodzaj pomieszczenia chronionego	Najwyższy dopuszczalny poziom dźwięku A, dB	
			$L_{Aeq,nT}$	$L_{AFmax,nT}$
7a.	Budynki szkół wyższych i placówek badawczych	Sale wykładowe, audytoria, sale konferencyjne	35	
7b.		Pracownie laboratoryjne bez urządzeń będących źródłem zakłóceń akustycznych	40	
7c.		Biblioteka, czytelnia	30	
7d.		Pokoje pracowników naukowych i dydaktycznych	30	
8a.	Budynki szpitalne i zakładów opieki medycznej	Sale łóżkowe, pokoje pensjonariuszy w sanatorium	25	30
8b.		Pomieszczenia operacyjne	35	BZDURA !
8c.		Pomieszczenia IOM	30	
8d.		Gabinety lekarskie, gabinety zabiegowe, sala do zajęć rehabilitacji ruchowych	35	
8e.		Pomieszczenia pielęgniarek	35	
8f.		Ogólnodostępne pomieszczenia sanitarne i kuchenne	40	

ZMIANY ZAPISÓW W NOWELIZACJI ROZPORZĄDZENIA – DZIAŁANIA PZITS W TYM ZAKRESIE

Przesłane pismo do Głównej Komisji Legislacyjnej (PZiTS) w sprawie zmian zapisów w nowelizacji Rozporządzenia Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 27 października 2023 r. Dz. U. 2023 poz. 244 zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (wejście w życie: 01.08.2024 r.) w temacie zdefiniowanego najwyższego dopuszczalnego poziomu dźwięku instalacyjnego w salach operacyjnych.

PODJĘTE DZIAŁANIA

- Zgłoszenie do Ministerstwa propozycji nowelizacji w tym zakresie w Warunkach Technicznych,
- Zgłoszony temat do PKN, KT 317 ds. Wentylacji i Klimatyzacji – praca nad aktualizacją załącznika A do normy 16798-1
- Rozpoczęte rozmowy Przewodniczącego KT 317 z Przewodniczącą KT 253 ds. ds. Akustyki Architektonicznej

CZEKAMY CIERPLIWIE I Z NADZIEJĄ NA SZCZĘŚLIWY FINAŁ

PARAMETRY OBLICZENIOWE POWIETRZA ZEWNĘTRZNEGO DLA OKRESU LETNIEGO

UKD 628.84:697.9

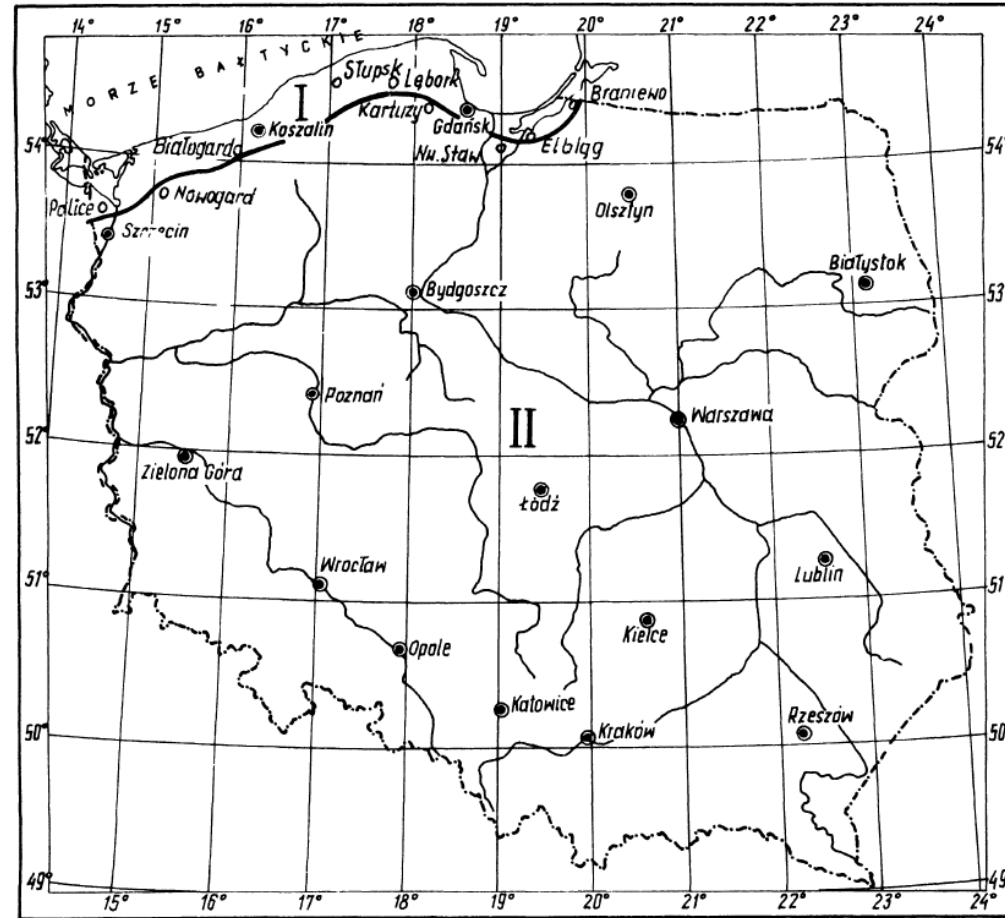
<p>POLSKI KOMITET NORMALIZACJI I MIAR</p>	POLSKA NORMA		PN-76 B-03420
	Wentylacja i klimatyzacja Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego		Zamiast PN-64/B-03420
	Ventilation and air conditioning Parameters for outdoor air		Ventilation et conditionnement d'air Paramètres de l'air extérieur
		Вентиляция и кондиционирование воздуха Расчётные параметры наружного воздуха	Grupa katalogowa 07 24

Strefa klimatyczna	Miesiąc	t_s	t_m	i	x	φ	Dobowa amplituda wahań temperatury
		$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$				$^{\circ}\text{C}$
I	kwiecień	18,6	15,8	14,3	12,4	52	10
	maj	23,4	18,2				
	czerwiec	26,2	19,9				
	lipiec	28,0	21,0				
	sierpień	28,0	21,0				
	wrzesień	24,4	19,7				
II	kwiecień	19,5	15,5	14,5	11,9	45	14
	maj	25,0	18,2				
	czerwiec	28,2	19,9				
	lipiec	30,0	21,0				
	sierpień	30,0	21,0				
	wrzesień	26,6	19,3				

30°C

45%

STREFY KLIMATYCZNE DLA OKRESU LETNIEGO



PN-76/B-03420-1

Występujące zjawiska podwyższonej wilgotności na salach operacyjnych, w ostatnich latach, w okresie letnim stały się faktycznym problemem zapewnienia odpowiednich parametrów powietrza, koniecznych do bezpiecznej i efektywnej pracy chirurga i towarzyszącemu personelowi medycznemu w sali operacyjnej. W ostatnich 2 latach, ilość zabiegów operacyjnych, które nie odbyły się z powodu przekroczenia poziomu wilgotności względnej 55% RH do 80 % RH a nawet i wyżej, wzrosła zastanawiająco.

Chirurdzy - operatorzy nie są w stanie pracować w takich warunkach, a i pacjent nie do końca jest bezpieczny przy zmęczonych warunkami otoczenia i zapoconym personelem znajdującym się na sali operacyjnej (emituje więcej drobnoustrojów niż przy komfortowych warunkach pracy).

Co jest tego przyczyną?

JAKIE SĄ POWODY POWSTANIA TEGO NIEZWYKLE UCIAŹLIWEGO I GROŹNEGO ZJAWISKA

JEST ICH KILKA:

- **Pierwsza przyczyna** - brak aktualnych regulacji (rozporządzenia) definiującego wymagane parametry temperatury i wilgotności powietrza zewnętrznego dla okresu letniego, co powoduje przyjmowane przez projektantów klimatyzacji dla sal operacyjnych za dane wyjściowe do obliczeń zysków ciepła i wilgoci, danych z wycofanej i nieaktualnej, ale wciąż stosowanej normy PN-B-03420-1976, tj. temperatura 30°C i wilgotność 45% RH

Przyczyna ustawowa polega na tym, że do tej pory ustawodawca nie zaproponował nowych parametrów powietrza zewnętrznego, koniecznych do obliczeń projektowych (zyski ciepła i wilgoci, komfort cieplny itp.) Projektant, bezkrytycznie przyjmuje te parametry. Przyjęte nieaktualne parametry temperatury zewnętrznej (30°C a obecnie powinno być co najmniej 32°C a lepiej 33°C permanentnie). Z wilgotnością jest lepiej. Przyjęcie 45% RH jest akceptowalne, ale lepiej byłoby 50% RH, co daje bufor na ewentualne nagłe, skokowe wzrosty poziomu wilgotności (burze, intensywne deszcze, itp.). Ważniejszym elementem, który powinien uwzględnić projektant, koniecznym do obliczeń, są parametry otoczenia w bezpośrednim sąsiedztwie lokalizacji urządzeń, lub co ważniejsze, tych elementów instalacji narażonych bezpośrednio na wpływ lokalnych parametrów otoczenia i akumulacji ciepła w materiałach budowlanych (szczególnie fakt nagrzewania się dachu, lub ścian z ekspozycją południowo-zachodnią) w rejonie czerpni. Lokalizacja czerpni i wyrzutni, lokalizacja centrali wentylacyjnej z układem nawiewno-wywiewnym i powierzchni kanałów wentylacyjnych zlokalizowanych w miejscach wysokiej akumulacji ciepła lub narażonych na bezpośredni wpływ promieniowania słonecznego. Brak uwzględnienia specyfiki lokalizacji instalacji i central wentylacyjno-klimatyzacyjnych i zaniżone dane przyjęte do obliczeń, stają się początkiem nieprawidłowości, które w konsekwencji, na skutek nieprawidłowo działającej instalacji klimatyzacji bloku operacyjnego, incydentalnie wymuszają zamykanie sal operacyjnych ze względu na ciężkie warunki uniemożliwiające bezpieczeństwo i komfort zespołu medycznego. Nieprawidłowe parametry początkują zasadę domina, potęgując ciąg następujących po sobie błędów.

JAKIE SĄ POWODY POWSTANIA TEGO NIEZWYKLE UCIAŹLIWEGO I GROŹNEGO ZJAWISKA

- **Druga przyczyna**, to błędy projektowe, brak szczegółowych obliczeń bilansu powietrza, bilansu zysków ciepła i wilgoci a niekiedy brak podstawowych obliczeń i opieranie się na danych, które projektant otrzymał od producenta centrali wentylacyjnej i klimatyzacyjnej jako parametry pracy urządzeń.

Dane zawarte w arkuszu obliczeniowym doboru centrali wentylacyjnej i klimatyzacyjnej **TO NIE SĄ DANE OBLICZENIOWE!** ale dane, które proponuje producent urządzeń pochodzące z parametrów technologiczno – produkcyjnych poszczególnych elementów wchodzących w skład wyposażenia centrali wentylacyjno – klimatyzacyjnej. To proponuje producent urządzeń, projektant musi sprawdzić, czy urządzenie spełnia wymagania projektowe czy nie. Jeżeli projektant tego nie zrobi, to stwarza to konkretne zagrożenie popełnione błędem projektowanego i za które powinien odpowiadać projektant, oczywiście kiedy dane urządzenia są wiarygodne.

JAKIE SĄ POWODY POWSTANIA TEGO NIEZWYKLE UCIAŹLIWEGO I GROŹNEGO ZJAWISKA

- **Trzecia przyczyna technologiczna** (medyczno–procesowa) – to nieprecyzyjnie zdefiniowane przez użytkowników/opiniodawców wytycznych do procesu przebiegu operacji (dodatkowe zyski ciepła a szczególnie wilgoci, które powstają podczas niektórych operacji np.: ilość wody – przetarcie mokrym mopem po operacji i występowanie innych płynów użytych do operacji – płukanie solą fizjologiczną, miareczkowanie, czasu trwania operacji – długość i intensywność takich operacji oraz ilości osób biorących w nie udział.

Projektant nie jest w stanie bez informacji o technologicznych procesach operacji przyjąć danych do obliczeń zysków ciepła i wilgoci.

JAKIE SĄ POWODY POWSTANIA TEGO NIEZWYKLE UCIAŹLIWEGO I GROŹNEGO ZJAWISKA

- **Czwarta przyczyna** - Recyrkulacja powietrza na Sali operacyjnej

Brak dogłębnego podejścia inżynierskiego do procesu recyrkulacji na sali operacyjnej, czy korzystny energetycznie odzysk ciepła jest związany z niekorzystnym odzyskiem wilgoci. Wszystko zależy od rodzaju recyrkulacji i od procesu kontroli i wpływu zaprojektowanych urządzeń nad prawidłowym parametrem powietrza recyrkulacyjnego a nie tylko skoncentrowanie się na odzysku ciepła (jako efekt oszczędności i efektywności energetycznej) bez zwrócenia bacznej uwagi na zagrożenia związane z utrzymaniem wymaganej na sali temperatury i wilgotności gwarantującej komfort pracy.

JAKIE SĄ POWODY POWSTANIA TEGO NIEZWYKLE UCIAŹLIWEGO I GROŹNEGO ZJAWISKA

- Piąta przyczyna

Świadome lub nieświadome niedoinformowanie projektanta przez dostawcę centrali wentylacyjno – klimatyzacyjnej o szczegółowych parametrach technicznych chłodnicy w centrali wentylacyjno – klimatyzacyjnej. Mamy 2 rodzaje chłodnic oferowanych przez dostawcę central klimatyzacyjnych.

I. CHŁODNICA CHŁODZĄCA - schładza powietrze z wynikowym wykraplaniem

II. CHŁODNICA TZW. OSUSZAJĄCA, o rozbudowanej powierzchni chłodzenia, w celu maksymalizacji kondensacji (wykroplenia wody z powietrza). Do procesu schładzania powietrza używa się chłodnic gr I. Do procesu osuszania powietrza używa się chłodnic z gr. II a następnie nagrzewnicy (patrz wykres Molliera $i \rightarrow x$). Te dwa wymienniki nazywane tak samo chłodnicami, są konstrukcyjnie różne. Mają inną budowę a przez to inną strefę chłodnicy suchej i mokrej – oba wymienniki mają różne zapotrzebowanie na moc chłodniczą z agregatu chłodniczego. Należy uświadomić sobie, że w etapie chłodzenia powietrza z powierzchni wymienników chłodniczych następuje wykraplanie a jego intensywność zależy od wielkości powierzchni kontaktu powietrza z powierzchnią chłodnicy.

JAKIE SĄ POWODY POWSTANIA TEGO NIEZWYKLE UCIAŹLIWEGO I GROŹNEGO ZJAWISKA

- Szósta przyczyna

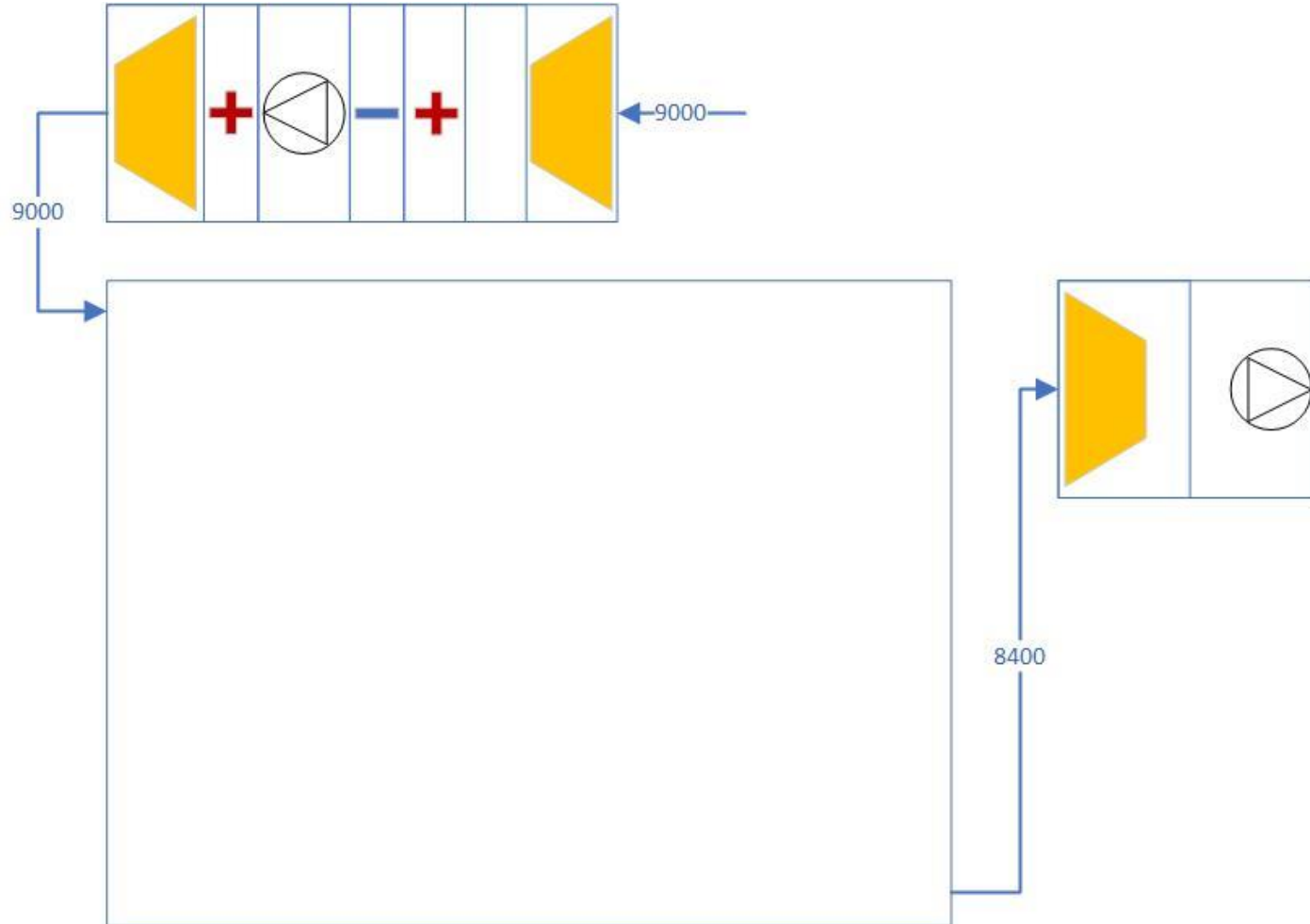
Brak świadomości projektanta, a szczególnie sprawdzającego (to drugi uczestnik procesu projektowego, który podpisuje się na dokumentacji projektowej), a obaj, zgodnie z prawem budowlanym, są uczestnikami procesu projektowego, jak ważny jest wykres **Molliera I-X** przy tak złożonym zjawisku jak schładzanie powietrza zewnętrznego a potem jego mieszanie z powietrzem recyrkulacyjnym. To projektant powinien udokumentować na wykresie Molliera swój wybór, który będzie jednym z poniżej wymienionych przypadków (uwaga - na symbolach nie zaznaczono wymienników dedykowanych odzyskowi ciepła):

Przykładowe konfiguracje systemu wentylacji sali operacyjnej bez i z różnymi opcjami recyrkulacji

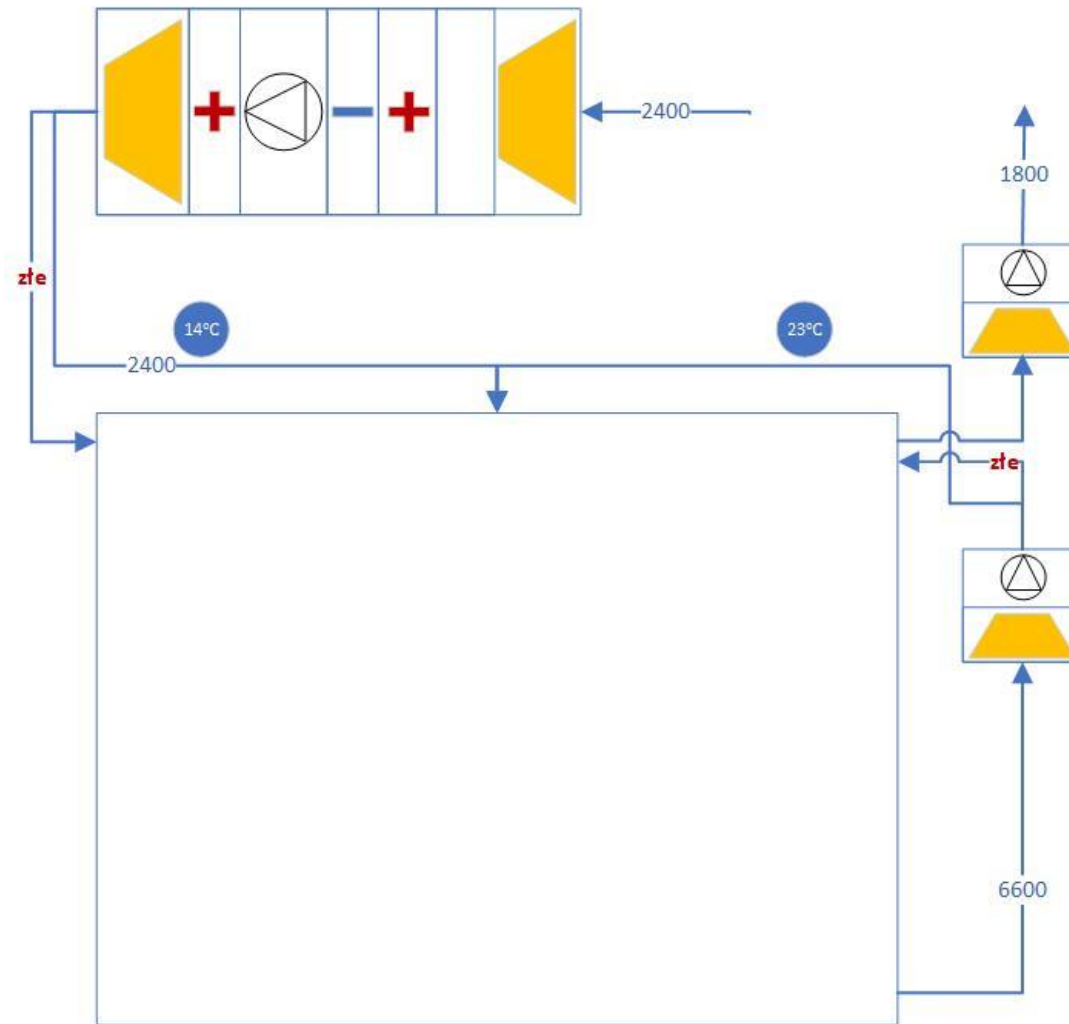
1.
 - 100% świeżego powietrza
2.
 - 2400 m3/h schładzanie powietrza świeżego
 - 6600 m3/h recyrkulacja bez schładzania
3.
 - 2400 m3/h – schładzanie powietrza świeżego
 - 6600 m3/h – recyrkulacja ze schłodzeniem bez kondensacji
4.
 - 2400 m3/h powietrze świeże
 - 6600 m3/h – recyrkulacja
 - 9000 m3/h chłodzenie i osuszanie

Oprócz wykresu Molliera I-X, drugim wykresem, który powinien sprawdzić projektant jest lokalizacja punktu nominalnej pracy dobranych wentylatorów w centralach wentylacyjno-klimatyzacyjnych na wykresie charakterystyki pracy wentylatora.

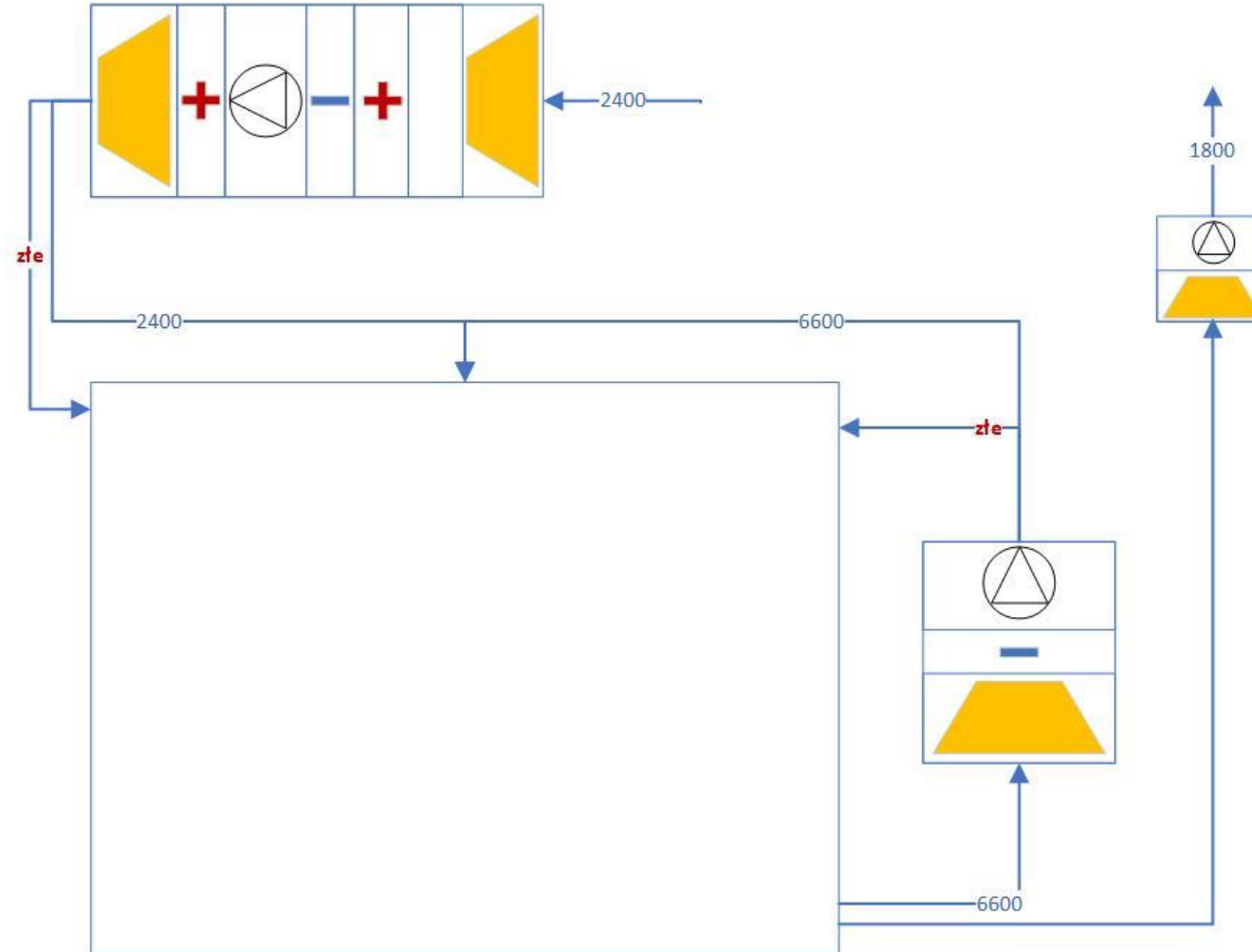
PARAMETRY POWIETRZA ZEWNĘTRZNEGO



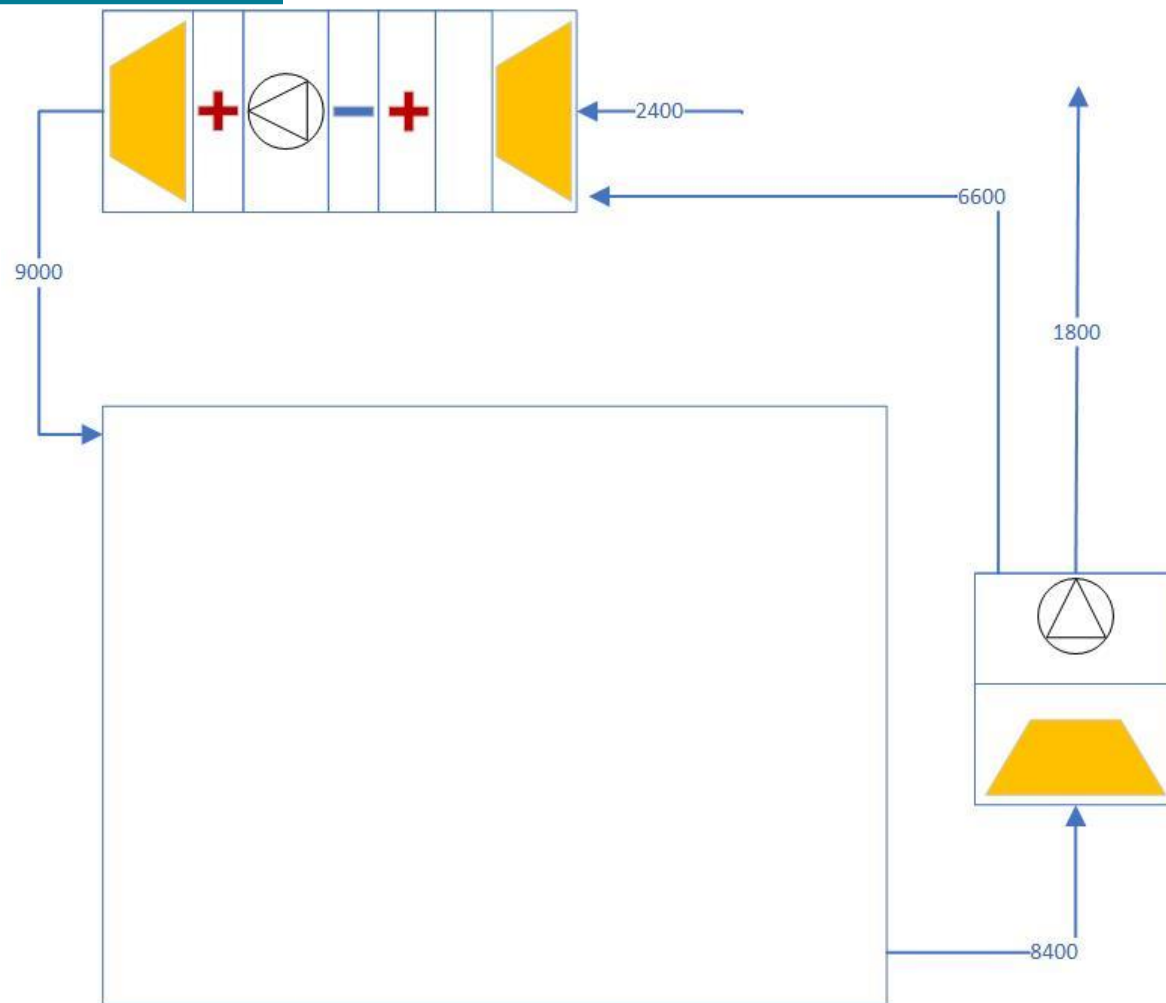
PARAMETRY POWIETRZA ZEWNĘTRZNEGO



PARAMETRY POWIETRZA ZEWNĘTRZNEGO



PARAMETRY POWIETRZA ZEWNĘTRZNEGO



2400 m³/h - POWIETRZE ŚWIEŻE
6600 m³/h - RECYRKULACJA
9000 m³/h - CHŁODZENIE I OSUSZANIE

JAKIE SĄ POWODY POWSTANIA TEGO NIEZWYKLE UCIAŹLIWEGO I GROŹNEGO ZJAWISKA

To wszystko w celu zapewnienia parametrów pracy:

– parametrów komfortu i bezpieczeństwa na sali operacyjnej to wg. „Wytycznych...”:

- Temperatura 19 -23 °C ($21 \pm 2^\circ\text{C}$) (komfort 22°C)
- Wilgotność względna:
 - Lato – nie wyższa niż 60% RH (komfort 55% RH)
 - Zima – nie niższa niż 30% (powinno być 45%, ale koszty nawilżania)

JAKIE SĄ POWODY POWSTANIA TEGO NIEZWYKLE UCIAŹLIWEGO I GROŹNEGO ZJAWISKA

- **Siódma przyczyna – brak projektów automatyki**

(Najważniejsza przyczyna niekontrolowanego wzrostu poziomu wilgotności na salach operacyjnych)

Brak profesjonalnych wytycznych projektowych dla automatyków w celu wykonania odpowiedniego projektu odpowiedzialnego za zarządzanie całym procesem klimatyzacji, gwarantującym odpowiednie parametry powietrza na salach operacyjnych a w szczególności proces schłodzenia i osuszania przy zapewnieniu odpowiedniej wydajności i krotności wymian nadciśnienia przy wymaganych poziomach głośności.

Dobra automatyka powinna zapewnić, przy dobrze przyjętych parametrach zewnętrznych 33°C i 50% RH, prawidłowy bilans zysków ciepła na poziom 5-6 kW i utrzymać wilgotność na nieprzekraczalnym poziomie 60% RH, bez względu na zastosowany rodzaj recyrkulacji, pod warunkiem, że nawiew powietrza odbierze zyski ciepła i wilgoci z powietrza sali operacyjnej.

PROJEKTANT MUSI UDOKUMENTOWAĆ RÓWNIEŻ SPECYFICZNE ASPEKTY OBRÓBKI POWIETRZA NA SALI OPERACYJNEJ, NP.:

- Co dzieje się w przestrzeni nadstropowej nawiewanego stropu laminarnego, kiedy wdmuchuje do niej powietrze zewnętrzne o parametrach temperatury 14°C i wilgotności 80% RH i powietrza recyrkulacyjnego o parametrach temperatury 24°C i wilgotności 60% RH (mieszanie powietrza w kanale przed stropem laminarnym)
- Co dzieje się, kiedy w przestrzeni podstropowej, kiedy wdmuchujemy moduł powietrza zewnętrznego o parametrach 19°C i RH 45% (po osuszeniu) i wdmuchujemy powietrze recyrkulacyjne o temperaturze 24°C – 65% RH i jaki wpływ ma głośność i prędkość przepływu strugi powietrza wypływającego ze stropu laminarnego (mieszanie powietrza w kanale przed stropem laminarnym)
- Kiedy możemy pozwolić sobie na 2-miejscowe schładzanie powietrza różnymi parametrami czynnika chłodniczego powietrza zewnętrznego i innym parametrem powietrza recyrkulacyjnego (bez wystąpienia zjawiska kondensacji), 2 chłodnice – jedna w centrali klimatyzacyjnej i jedna w centrali recyrkulacyjnej (mieszanie powietrza w kanale przed stropem laminarnym)

By odpowiedzieć sobie na te pytanie, konieczny jest nam Pan Mollier i jego fantastyczny wykres, z jednej strony prosty - jak go lubimy i rozumiemy, zaś z drugiej - budzony niechęć przez projektantów, którzy lubią „chodzić na skróty”.

Gorąca prośba i rada starszego kolegi, **KTO NIE LUBI WYKRESU MOLLIERA, NIECH „ODPUŚCI”** sobie projektowanie procesów klimatyzacyjnych, czyli grzanie, chłodzenie, nawilżanie i osuszanie, mieszanie i dostarczanie odpowiednich ilości świeżego powietrza na akceptowalny i bezpieczny poziom głośności na salach operacyjnych.

Przy przyjmowaniu do obliczeń zysków ciepła i wilgoci, należy przyjmować aktualne dane za okres 3-5 lat, z elementem spojrzenia w nadchodzącą 15 letnią przyszłość.

Rekomenduję:

- Temperaturę powietrza, uśrednienie okresu letniego na poziomie 33°C
- Wilgotność względną, uśrednienie okresu tygodniowego z miesiąca letniego (czerwiec, lipiec, sierpień) o najwyższym poziomie wilgotności względnej RH co najmniej 50% RH, z dobrze wykonaną automatyką

Przypominamy o najważniejszych parametrach koniecznych do zapewnienia na Sali operacyjnej zgodnie z:

„Wytycznymi projektowania, wykonania , odbioru i eksploatacji instalacji wentylacji i klimatyzacji dla podmiotów świadczących działalność leczniczą”

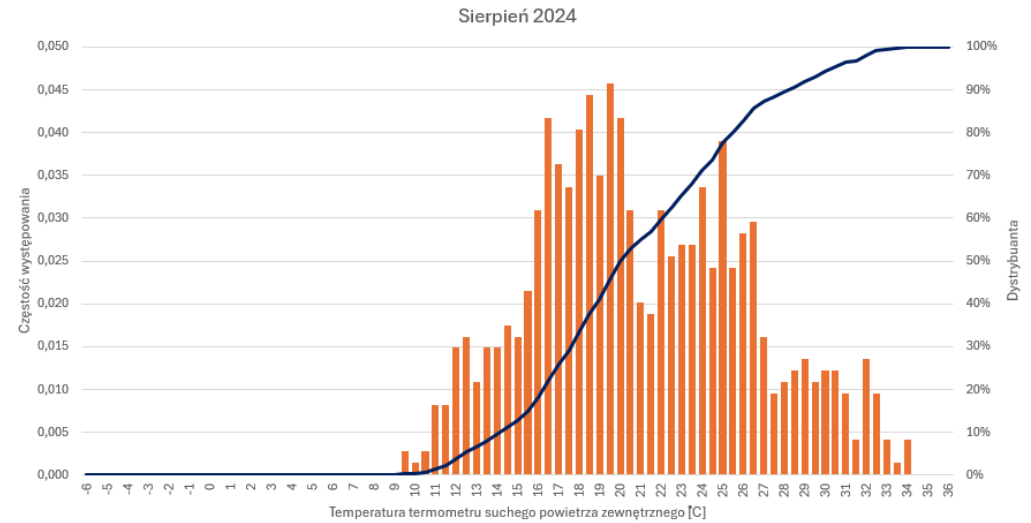
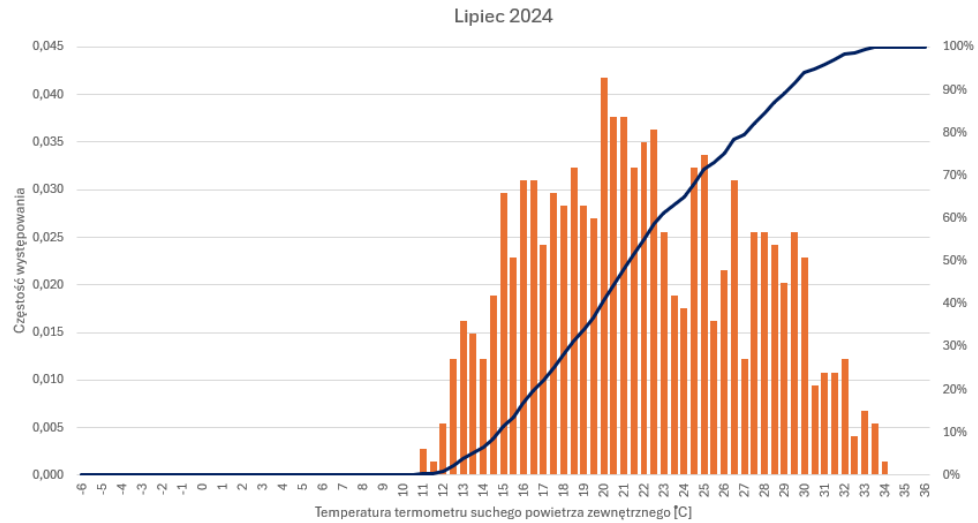
- Krotność wymian
- Nadciśnienie
- Poziom głośności

Mam przyjemność i zaszczyt poinformować, że zaprosiłem do mojej prezentacji mojego przyjaciela **dr inż. Kazimierza Wojtasa**, dla którego wykres Molliera jest jak dobry kumpel „ jak powiesz czego chcesz, to powiem Ci czy dostaniesz czy nie, ale nigdy Cię nie zawiodę, bo powiem Ci PRAWDĘ”

Smutna rzeczywistość, w okresie tego lata na przełomie lipca i sierpnia zatrzymano z powodu wilgotności przeszło kilkadziesiąt operacji w Polsce, a kto powinien być za to odpowiedzialny, niech Państwo sobie odpowiedzą.

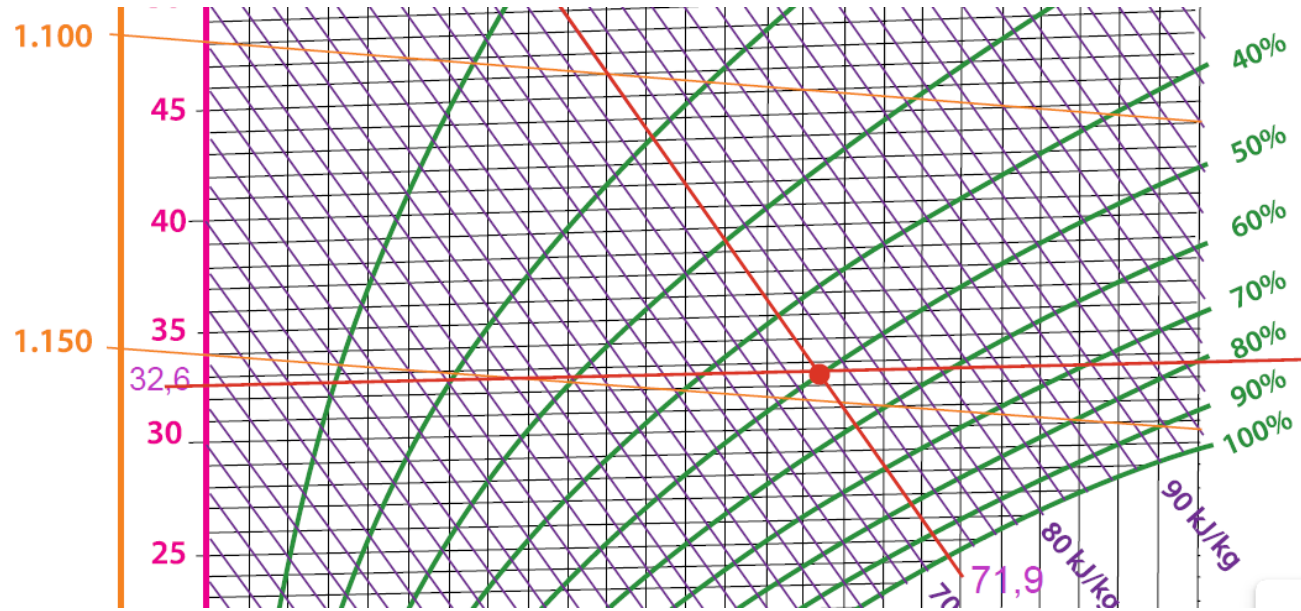
W wytycznych, zwracamy szczególną uwagę na jakość obliczeń zysku ciepła i wilgoci na analizę procesu mieszania świeżego powietrza z powietrzem recyrkulacyjnym i jak ważny jest monitoring tego procesu i jego zarządzanie przez dobrze dobrany system automatyki.

PARAMETRY POWIETRZA ZEWNĘTRZNEGO – WARSZAWA

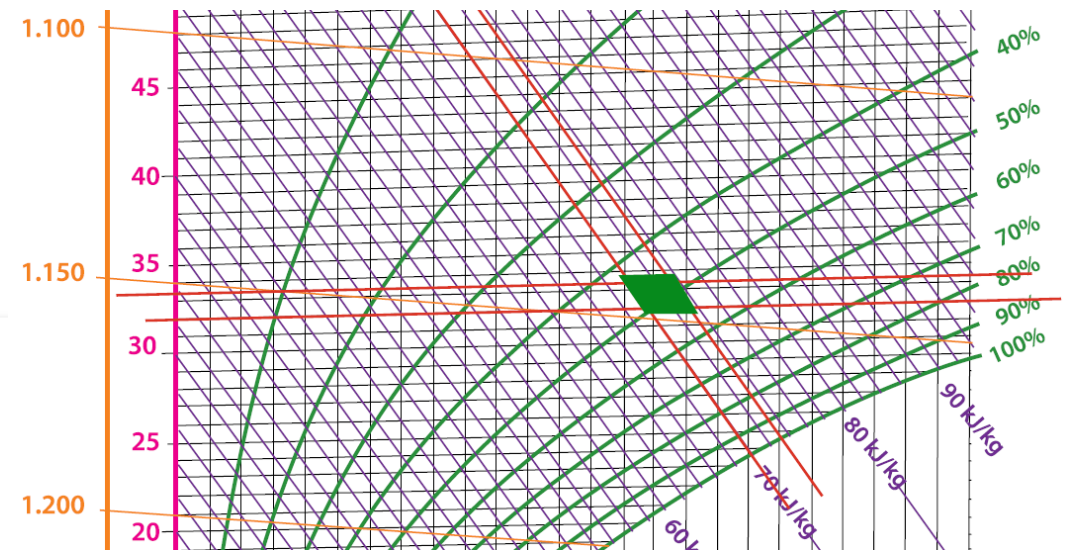


Parametr	t [°C]		h [kJ/kg]	
	0,40%	1%	0,40%	1%
Liczba godzin	3	7	3	7
Lipiec 2024	33,6	33,1	73,1	71,8
Sierpień 2024	33,4	32,6	69,2	68,3
Lipiec 2023	33,2	31,3	65,8	63,2
Sierpień 2023	33,4	33,2	71,0	69,3
Lipiec 2022	34,0	33,3	74,4	73,4
Sierpień 2022	31,6	31,1	72,6	71,3
Lipiec 2021	32,6	31,5	81,9	80,8
Sierpień 2021	29,6	29,3	67,8	69,2

PARAMETRY POWIETRZA ZEWNĘTRZNEGO – WARSZAWA 21-24



	t [°C]		h [kJ/kg]	
	0,40%	1%	0,40%	1%
Lipiec	33,3	32,3	73,8	72,3
Sierpień	32,0	31,6	70,2	69,5
	32,6	31,9	71,9	70,9



PARAMETRY POWIETRZA ZEWNĘTRZNEGO

Opcja 1

Według normy PN-B-3420-1976

- Dla lipca i sierpnia
- Temperatura zewnętrzna - 30°C
- Wilgotność względna 45% RH

Opcja 2

Według aktualnych pomiarów za okres (rekomendacja)

- Temperatura zewnętrzna - 33°C
- Wilgotność 50% RH

Opcja 3

Według aktualnych pomiarów za okres

- Temperatura zewnętrzna - 33°C
- Wilgotność względna 60% RH

PARAMETRY POWIETRZA ZEWNĘTRZNEGO

Założenia przyjęte do obliczeń

Zyski wilgotności od osób – 8 osób na sali

- Praca – obciążenie pracą – średnie 5 osób
- Praca – obciążenie pracą – ciężkie 1 osoba
- Praca – obciążenie pracą – lekkie 2 osoby
- Przyjmując dodatkowe zyski wilgotności na Sali od:
 - Technologii – płukanie obszaru operacyjnego – miareczkowanie strzykawką
 - Wydzieliny pacjentów (płyny ustrojowe, krew)
 - Przetarcie na mokro z mocną chemią, sali operacyjnej przed, lub po zabiegu, łącznie 1l wody

PARAMETRY POWIETRZA ZEWNĘTRZNEGO

WNIOSKI

- Dobry projektant HVAC rozumie proces i wie, jak go policzyć i udokumentować.
- Na wykresie Molliera jest autorem rozwiązania z imienia i nazwiska.
- Dobry sprawdzający rozumie i wie jak sprawdzić projekt, bo wie, jaka ciężać powinna na nim odpowiedzialność.
- Dobry projektant automatyk, ma dobry projekt i jasno zdefiniowany system automatyki, wykonany na podstawie wymagań projektanta i użytkownika, aby jego projekt zapewnił komfortową i bezpieczną pracę bloku operacyjnego.
- Przyjęcie parametrów charakteryzujących bezpośrednie otoczenie zlokalizowanych urządzeń i instalacji umożliwi uniknięcie zagrożeń wyłączania systemów w okresie letnich ekstremów temperaturowych i wilgotnościowych.

BIBLIOGRAFIA

- Polska Norma PN-76/B-03420 – Wentylacja i Klimatyzacja, Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego
- „Wytyczne projektowania, wykonania, odbioru i eksploatacji systemów wentylacji i klimatyzacji dla podmiotów wykonujących działalność leczniczą”, Warszawa 2018, Zespół autorów pod przewodnictwem dr inż. Anny Charkowskiej
- Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy – „Dostosowanie środowiska pracy w placówkach medycznych w zależności od przeznaczenia pomieszczeń, A. Pawlak, D. Pleban, J. Radosz, B. Smagowska, A. Sobolewski
- Dz. U. 2022, poz. 1225 z dnia 15 kwietnia 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
- Dz.U. 2023 poz. 2442 z dnia 27 października 2023 r., zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
- Polska Norma PN-B-02151-2:2018-01 – Akustyka Budowlana, Ochrona przed hałasem, Część 2: Wymagania dotyczące dopuszczalnego dźwięku w pomieszczeniach



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

**ANDRZEJ RÓŻYCKI – Ekspert w zakresie czystości pyłowej i mikrobiologicznej powietrza, rzeczoznawca
budowlany w zakresie pomieszczeń czystych**

andrzej.rozycki@engie.com tel. 601-236-121