

# Analiza porównawcza wybranych rozwiązań dla wentylacji i klimatyzacji sal chorych w Polsce

bezpieczeństwo mikrobiologiczne,  
koszty inwestycji i eksploatacji  
obowiązujące przepisy

Paweł Borowiecki, PZiTS, Halton  
Jacek Naumiuk, PziTS, Industria MEP

# System HVAC jest jednym z elementów układu naczyń połączonych

- ▶ Różne rozwiązania dostępne na rynku oraz w referencyjnych
- ▶ Decyzja inwestora + zespołu projektowego, podobna dyskusja jest często odtwarzana w każdym nowym projekcie
- ▶ Parametry poza HVAC, które mogą być istotne w podejmowaniu decyzji:
  - ▶ Szklenia
  - ▶ Materiały / struktura budynku
  - ▶ Elementy stałe zacieniające
  - ▶ Bilans zyski / straty
  - ▶ Technologia I margines bezpieczeństwa
  - ▶ Przyjęte współczynniki temperatury I zajętości sal (np. Odwiedzający)
  - ▶ Możliwość wykorzystania “zielonych” źródeł energii I odpowiednich dofinansowań



# Zakażenia szpitalne

## Czym jest zakażenie szpitalne?

Zgodnie z ustawą z dnia 5 grudnia 2008 roku i zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi, przez zakażenie rozumie się wniknięcie do organizmu i rozwój w nim biologicznego czynnika chorobotwórczego. Zakażenie szpitalne to z kolei **zakażenie, które wystąpiło w związku z udzieleniem świadczeń zdrowotnych** w sytuacji, gdy:

- choroba nie pozostawała w momencie udzielania świadczeń zdrowotnych w okresie wylegania lub
- choroba wystąpiła po udzieleniu świadczeń zdrowotnych w okresie nie dłuższym niż najdłuższy okres jej wylegania.

## Najczęściej spotykane zakażenia szpitalne

Najczęściej spotykanymi zakażeniami szpitalnymi w Polsce są:

- zapalenie płuc,
- zakażenie dróg moczowych,
- zakażenie łóżyska naczyniowego.

Za większość zakażeń szpitalnych odpowiedzialne są bakterie Gram-ujemne *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter*, *Escherichia coli* oraz *Enterobacter*, a także bakterie Gram-dodatnie *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*. Szczególnie rozpowszechniona jest charakteryzująca się lekoodpornością bakteria *Klebsiella pneumoniae*, która niezwykle szybko się rozprzestrzenia i potrafi utrzymywać się w przewodzie pokarmowym przez kilka lat. Poważny problem w polskich szpitalach stanowi również **sepsa**, która powoduje niewydolność nerek, wątroby, serca oraz płuc i stanowi bezpośrednie zagrożenie dla życia pacjenta.



PAWELCZYK KOZIK

KANCELARIA RADCÓW PRAWNYCH

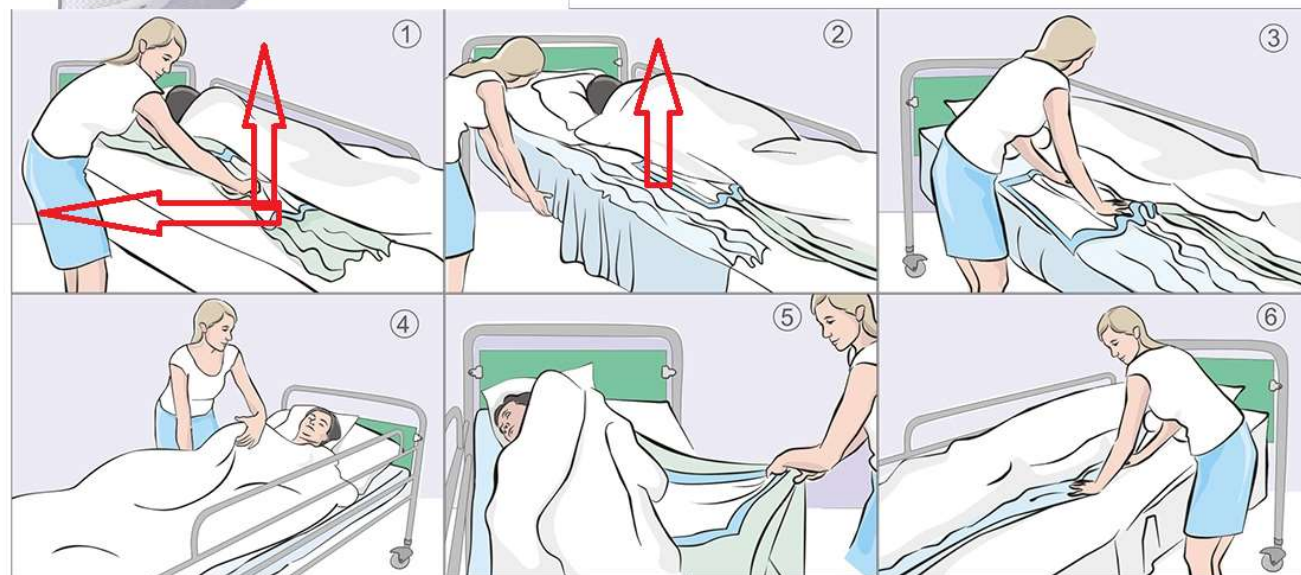
# POWIETRZE

- ▶ Niedoceniana lub mało dyskutowana rola powietrza i środowiska

**Odpowiedzialność za zakażenie szpitalne ponosi placówka medyczna**, a w określonej sytuacji także zatrudniani przez nią personel. Reprezentacja przed sądem cywilnym placówki leczniczej stanowi element obsługi prawnej podmiotów medycznych wykonywanej przez kancelarie specjalizujące się w prawie medycznym.

# Zakażenia w sali chorych

- ▶ Pacjent sam dla siebie
- ▶ Pacjent - inne osoby
  - ▶ Pacjenci
  - ▶ Personel
  - ▶ Odwiedzający
- ▶ Powierzchnie
- ▶ Powietrze
- ▶ Sytuacje powszechne - np. wzrost ilości bakterii gronkowca w czasie zmiany pościeli



**Odpowiedzialność za zakażenie szpitalne ponosi placówka medyczna**, a w określonej sytuacji także zatrudniany przez nią personel. Reprezentacja przed sądem cywilnym placówki leczniczej stanowi element obsługi prawnej podmiotów medycznych wykonywanej przez kancelarie specjalizujące się w prawie medycznym.

*Adam Krogulski<sup>1</sup>, Krzysztof Kanclerski<sup>2</sup>*

## **CZYSTOŚĆ MIKROBIOLOGICZNA POWIETRZA W SZPITALACH - POMIESZCZENIA KLIMATYZOWANE**

MICROBIOLOGICAL CLEANNESS OF THE AIR IN HOSPITALS – ROOMS  
WITH AIR-CONDITION

<sup>1</sup>Zakład Higieny Komunalnej

<sup>2</sup>Zakład Zwalczania Skażeń Biologicznych

Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego – Państwowego Zakładu Higieny

Lp.	Miejsce badania	Bakterie jtk/m <sup>3</sup>	Grzyby jtk/m <sup>3</sup>
1./	Sala op. 4. – przed operacją	446,0	56,0
	Sala op. 4. – początek operacji	321,0	
	Sala op. 4. – koniec operacji	273,0	28,0
	Sala op. 4. – po operacji	205,0	
2./	Sala op. 2. – przed operacją	990,0	2,0
	Sala op. 2. – po operacji	621,0	1,0
3./	Sala wybudzeniowa pusta	313,0	60,0
	Sala wybudzeniowa z pacjentami	273,0	81,0
4./	OJOM	73,0	107,0
5./	Sala chorych	212,0	18,0
6./	Pokój instrumentariuszek	1427,0	116,0
7./	K- powietrze atmosferyczne	80,0	316,0

W Unii Europejskiej około 5-10 % pacjentów leczonych w szpitalach ulega zakażeniom związanym z udzielaniem świadczeń zdrowotnych (1). Zakażenia szpitalne uznano za poważny problem epidemiologiczny (2). Prawidłowe prowadzenie ich kontroli uznano za jedno z najważniejszych kryteriów oceny jakości pracy zakładów opieki zdrowotnej (3). Niska, w porównaniu z innymi państwami europejskimi, liczba rejestrowanych w Polsce zakażeń szpitalnych, poniżej 2% jest efektem braku sprawnego monitoringu, a nie dobrej jakości pracy szpitali (4). Działania ograniczające ryzyko tego

# Skropliny w sali chorych

## The microbial contamination on the drip pans of the fan coils

V. Asikainen<sup>1</sup>, A.-L. Pasanen<sup>2</sup> and P. Pasanen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Kuopio, Department of Environmental Sciences, P.O.Box 1627, FIN-70211 KUOPIO, Finland  
email: vesa.asikainen@uku.fi

<sup>2</sup>Finnish Institute of Occupational Health, P.O. Box 93, FIN-70701 KUOPIO, FINLAND

**Summary:** In previous studies, elevated microbial concentrations have been reported in the condensate drip pan surfaces of the cooling coils. Higher indoor air concentrations of fungi and bacteria have been found in buildings with fan coil unit (FCU) system than those with air-handling unit (AHU) system. In this study, microbial contamination levels of 20 fan convectors were studied during the cooling seasons. Forty percents of the studied drip pans were contaminated with bacteria, moulds and yeasts. Signs of water condensation or tracks of the moisture were observed in every contaminated apparatus. Also a high level of the accumulated dirt has an effect on elevated microbial concentration. In conclusion, a control of the hygiene of the fan convectors is required to ensure good indoor air quality.



- Oczywisty związek między ilością wykrywanych drobnoustrojów w instalacji a faktem występowania w nich skropliny

Building/ sample	Microbial concentration [cfu/cm <sup>2</sup> ]			Classified group of the drip pan		
	bacteria	mould	yeast	condensation	dirty	contamination
1/S1	0,2	0,7	UDL <sub>1</sub>	0	1	0
1/S2	0,5	0,5	UDL <sub>1</sub>	0	1	0
1/S3	UDL	0,2	UDL <sub>1</sub>	1	1	0
1/S4	UDL	1	UDL <sub>1</sub>	1	1	0
1/S5	UDL	2	UDL <sub>1</sub>	1	1	0
1/S6	5x10 <sup>3</sup>	2	5	1	1	1
1/S7	3x10 <sup>3</sup>	ODL <sub>1</sub>	ODL <sub>1</sub>	1	2	2
1/S8	UDL <sub>1</sub>	4	UDL <sub>1</sub>	1	1	0
1/S9	1	0,5	UDL <sub>1</sub>	0	1	0
1/S10	UDL	0,5	UDL <sub>1</sub>	1	1	0
1/S11	UDL	0,9	UDL <sub>1</sub>	0	1	0
1/S12	1x10 <sup>3</sup>	300	800	2	1	1
1/S13	UDL <sub>1</sub>	UDL <sub>1</sub>	UDL <sub>1</sub>	2	1	0
1/S14	0,7	UDL <sub>1</sub>	UDL <sub>1</sub>	1	1	0
2/S15	1x10 <sup>5</sup>	200	UDL <sub>2</sub>	1	2	2
2/S16	2x10 <sup>5</sup>	3x10 <sup>3</sup>	3x10 <sup>3</sup>	1	2	2
2/S17	9x10 <sup>3</sup>	31	300	2	1	1
2/S18	4	UDL <sub>2</sub>	18	2	1	0
2/S19	4x10 <sup>3</sup>	4	4	2	1	1
2/S20	2x10 <sup>7</sup>	9	ODL <sub>2</sub>	2	2	2
1/S1	0,2	0,7	UDL <sub>1</sub>	0	1	0

UDL<sub>1</sub> under detected level 0,2 cfu/cm<sup>2</sup>

UDL<sub>2</sub> under detected level 4 cfu/cm<sup>2</sup>

ODL<sub>1</sub> over detected level 3\*10<sup>3</sup> cfu/cm<sup>2</sup>

ODL<sub>2</sub> over detected level 3\*10<sup>4</sup> cfu/cm<sup>2</sup>

# HVAC w nowych i modernizowanych placówkach

## Systemy realnie używane w polskich projektach

Belki

FCU (klimakonwektory, w tym praca z suchym wymiennikiem)

Panele

VRV

## Systemy rozważane w PL, ale nie używane w znaczących ilościach w projektach

Systemy pasywne (aktywny beton - sufit, podłoga, ściany)

Pełny VAV



# Sala chorych - szpital uniwersytecki

## SALA ŁÓŻKOWA:

Wymiary: Powierzchnia: 24m<sup>2</sup>; Wysokość: 2,60m; Kubatura: 62,4m<sup>3</sup>

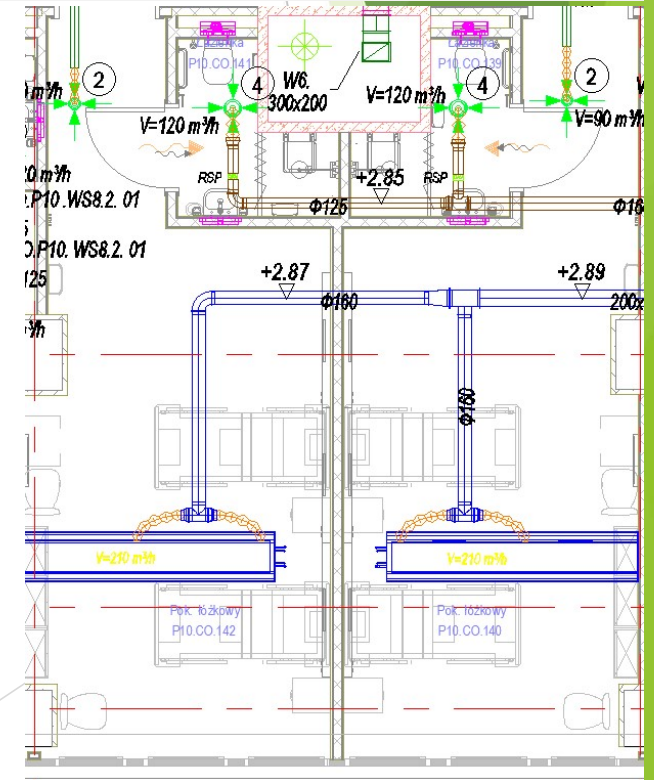
Krotność wymian powietrza: 2 1/h (120m<sup>3</sup>/h) możliwość zwiększenia do 210m<sup>3</sup>/h; Ilość powietrza świeżego na osobę 40m<sup>3</sup>/h  
temperatura nawiewu lato: 17-18°C, zima: 22-23°C / temperatura w pomieszczeniu lato: 23-26°C, zima: 22°C

**Zyski ciepła: 1,1kW**

Od ludzi: 216W (72W/os.) / Od nasłonecznienia: 450W / Od przegród nieprzeźroczystych: 24W / Od oświetlenia: 24W / Od urządzeń: 360W

**Straty ciepła: 770W**

- ▶ 2 łóżka + odwiedzający / personel
- ▶ Różna jakość elewacji
- ▶ Budynek wysoki
- ▶ Budżet
- ▶ Opcja zmiennej ilości dostarczanego do pomieszczenia świeżego powietrza



# Koszty w zależności od sposobu klimatyzacji sal chorych

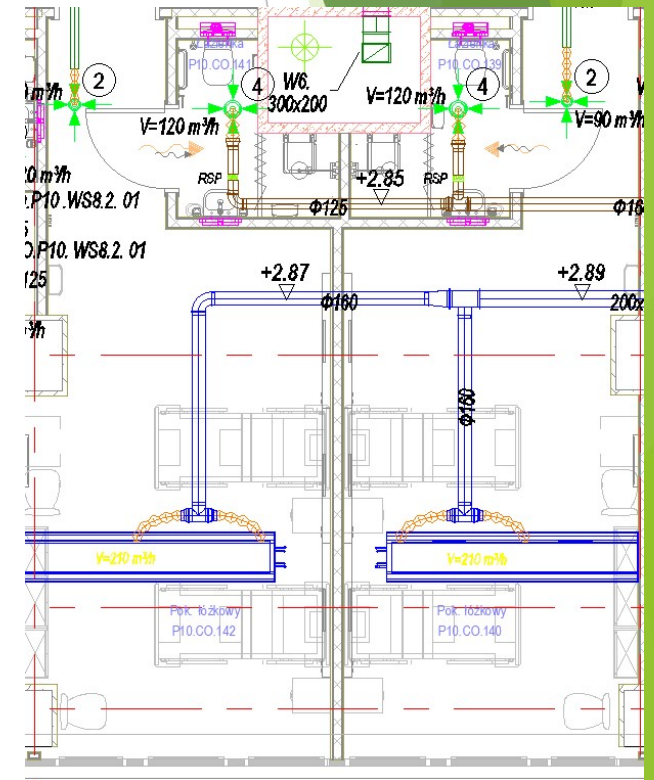
## Założenia:

- ▶ 28 Sal chorych (3 os.)
- ▶ Wymiary: Powierzchnia: 24m<sup>2</sup>; Wys. 2,60m; Kubatura: 62,4m<sup>3</sup>
- ▶ Krotność wymian powietrza: od 2 do 3,5 1/h (120/210m<sup>3</sup>/h)  
Ilość powietrza świeżego na osobę min. 40m<sup>3</sup>/h
- ▶ temperatura: lato: 23-26oC, zima: 22oC

Zyski ciepła w Sali chorych - 1,1 kW

Straty ciepła w Sali chorych - 0,8 Kw

- ▶ Koszt energii elektrycznej - 2,3 pln/kWh
- ▶ Koszt energii sieciowej (C.O.) - 0,31 pln/kWh



<i>Temperatura w pomieszczeniu w lecie</i>	23-26 [°C]
<i>Temperatura w pomieszczeniu w zimie</i>	22 [°C]
<i>ilość powietrza świeżego</i>	120/210 m <sup>3</sup> /h
<i>krotność wymian</i>	od 2 do 3,5 wym./h
<i>Temperatura powietrza nawiewanego w lecie</i>	17 [°C]
<i>Temperatura powietrza nawiewanego w zimie</i>	22 [°C]
<i>Maksymalna ilość powietrza wentylacyjnego dla 28 sali łóżkowych</i>	5880 m <sup>3</sup> /h
<i>Temperatura wody: zasilanie/powrót</i>	15/17 [°C]
<i>Wydajność cieplna wody</i>	837W
<i>Wydajność cieplna powietrza</i>	426W
<i>Całkowita moc chłodzenia</i>	<b>1263W</b>
<i>Ciśnienie akustyczne</i>	29dB(A)
<i>Temperatura wody: zasilanie/powrót</i>	35/32,8 [°C]
<i>Całkowita moc grzewcza</i>	943W
<i>Ciśnienie akustyczne</i>	24dB(A)



# OPCJA BELKI indukcyjnej

Temperatura w pomieszczeniu w lecie	23-26 [°C]
Temperatura w pomieszczeniu w zimie	22 [°C]
ilość powietrza świeżego	120/210 m <sup>3</sup> /h
krotność wymian	od 2 do 3,5 wym./h
Temperatura powietrza nawiewanego w lecie	17 [°C]
Temperatura powietrza nawiewanego w zimie	22 [°C]
Maksymalna ilość powietrza wentylacyjnego dla 28 sali łóżkowych	5880 m <sup>3</sup> /h

Temperatura wody: zasilanie/powrót	15/17 [°C]
Wydajność cieplna wody	837W
Wydajność cieplna powietrza	426W
Całkowita moc chłodzenia	<b>1263W</b>
Ciśnienie akustyczne	29dB(A)

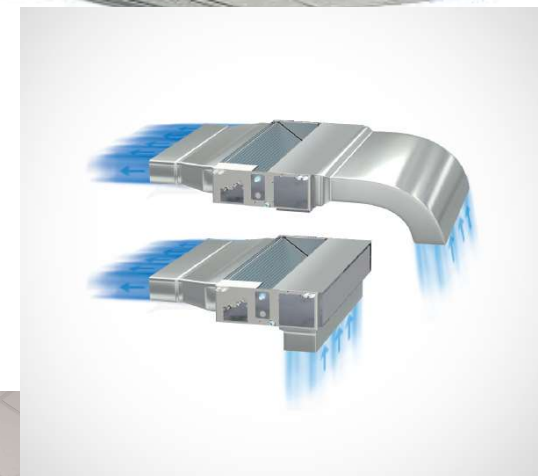
Temperatura wody: zasilanie/powrót	35/32,8 [°C]
Całkowita moc grzewcza	943W
Ciśnienie akustyczne	24dB(A)



# OPCJA Klimakonwektor HVRF

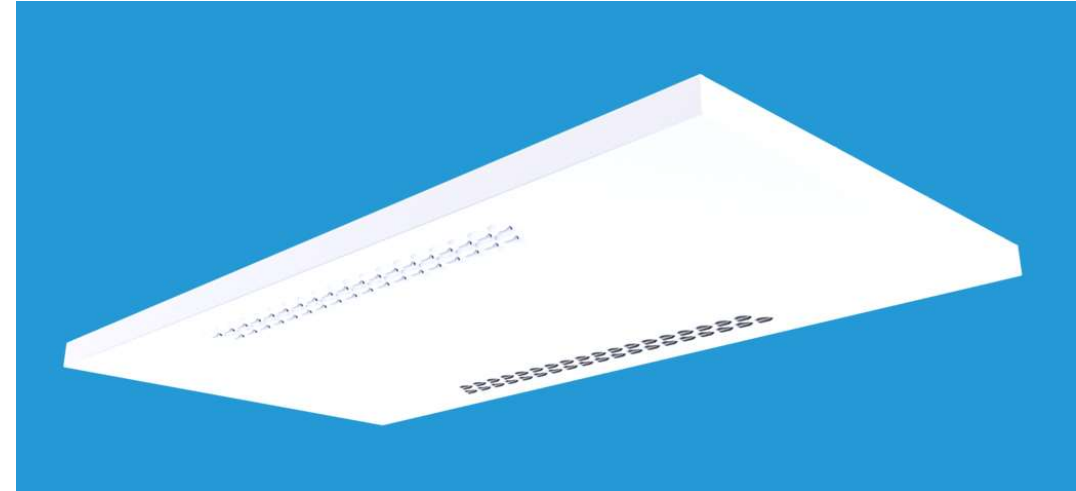
- ▶ Założenie i dobór na pracę bez skroplin - podwyższone parametry wody lodowej

23-26 [°C]
22 [°C]
120/210 m <sup>3</sup> /h
od 2 do 3,5 wym./h
17 [°C]
22 [°C]
5880 m <sup>3</sup> /h
15/19,5 [°C]
2640W
-
<b>2640W</b>
32dB(A)
1780W
32dB(A)

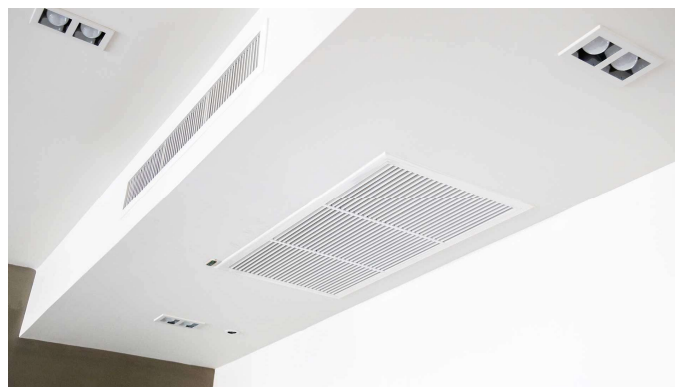


# promienniki

- ▶ Urządzenia grzewczo - chłodzące
- ▶ Parametry pracy przy chłodzeniu podobne jak dla belek (w tym osuszanie powietrza wentylacyjnego)
- ▶ Parametry pracy przy grzaniu - czynnik grzewczy zbliżony do grzejnikowego



# Higiena - personel szpitala



# NGH Bratysława





# Belki zalety

Wymiennik belki o specjalnej konstrukcji (w tym rozstaw lameli 5mm) w celu zmniejszenia osadzania się kurzu	
Belka chłodząca posiada możliwość opuszczenia wymiennika lub całkowitego demontażu w celu czyszczenia	
Wymiennik pokryty farbą antybakteryjną	
Belka chłodząca wyposażona w system zmiany ilości powietrza indukowanego	
Brak wentylatorów	
Brak filtrów do wymiany i czyszczenia	
Brak instalacji skroplin	
Możliwość stosowania free-cooling	
Współpraca z źródłami alternatywnymi ciepła i chłodu, jak pompy ciepła /sondy gruntowe	
Niskie koszty eksploatacyjne urządzenia	
Mniejsze straty ciepła na przewodach dystrybucyjnych	
Niższe parametry wody grzewczej	

# Belki - wady

Instalacja chłodnicza i grzewcza: rury stalowe w otulinie, dodatkowa armatura hydrauliczna: zawory sterujące, odcinające, pompy, zbiornik buforowy.	
Pompy obiegowe wody lodowej o wyższej mocy	
Instalacja czterorurowa	Wyższe parametry wody grzewczej - wyższe straty ciepła na przewodach dystrybucyjnych wody grzewczej
	Dodatkowe koszty związane z montażem grzejnika na ścianie zewnętrznej, związane z jej stanem technicznym
	Grzenik zajmuje dodatkowa przestrzeń w pomieszczeniu
	Rozkład gradientu temperatury w pomieszczeniu powoduje uczucie gorąca u pacjenta leżącego blisko grzejnika.
	Kradzież głowic termostatycznych

# Klimakonwektory (HVRF) - zalety

system hybrydowy - możliwość jednoczesnego chłodzenia i ogrzewania.  
Odzysk ciepła pomiędzy jednostkami.

Po stronie wodnej instalacji brak zaworów regulacyjnych i pomp -  
zawarte w rozdzielaczu.

Instalacja dwururowa

Rozdzielacz reguluje przepływ wody do danego urządzenia  
wewnętrznego, w zależności od zapotrzebowania na chłód/ciepło w  
danym pomieszczeniu.

Eliminacja szkodliwego czynnika chłodniczego z miejsc przebywania ludzi

W przypadku awarii jednostki zewnętrznej – uszkodzenie jednego  
agregatu, brak chłodzenia tylko w części pomieszczeń

# Klimakonwektory (HVRF) - wady

Konieczność doboru większych jednostek kasetonowych ze względu na wyższą temperaturę wody lodowej.
Pobór energii elektrycznej przez wentylatory
Czyszczenie i wymiana filtrów w jednostkach kasetonowych (2x na rok, około 20e/szt. )
Skomplikowane czynności czyszczenia i dezynfekcji urządzenia
Wysokie koszty eksploatacyjne urządzenia
W przypadku zwiększenia ilości nawiewanego powietrza do pomieszczenia konieczność zastosowania układów VAV
wysokie koszty czynnika chłodniczego stosowanego w układach VRF
W przypadku ekstremalnie niskich temperatur (poniżej -20'C) wyraźnie mniejsza moc grzewcza układu
brak obiektów referencyjnych - obiektów szpitalnych, w których zastosowano w/w system

# Koszty inwestycyjne:

KOSZTY INWESTYCYJNE (NETTO)											
WARIANT A BELKA GRZEWCZO-CHŁODZĄCA				WARIANT B BELKA CHŁODZĄCA I GRZEJNIK				WARIANT C KLIMAKONWEKTOR - HVRF			
Materiał:	ilość:	jedn.:	cena całkowita [płn]:	Materiał:	ilość:	jedn.:	cena całkowita [płn]:	Materiał:	ilość:	jedn.:	cena całkowita [płn]:
belka VPR/A-3000-2500	28	[szt.]		belka VPR/A-3000-2500	28	[szt.]		jednostka kasetonowa 900x900	28	[szt.]	
panel sterujący	28	[szt.]		panel sterujący	28	[szt.]		wymiennik chłodzenie/ogrzewanie			
sterownik pomieszczeniowy	28	[szt.]		sterownik pomieszczeniowy	28	[szt.]		sterownik przewodowy			
czujnik wykroplenia	28	[szt.]		czujnik wykroplenia	28	[szt.]		czujnik wykroplenia	28	[szt.]	
czujnik otwarcia okna	28	[szt.]		czujnik otwarcia okna	28	[szt.]		zawór kulowy gwintowany DN15	56	[szt.]	
zawór kulowy gwintowany DN15	112	[szt.]		zawór kulowy gwintowany DN15	56	[szt.]		przeponowe naczynie wzbiorcze	2	[szt.]	
zawór równoważący gwintowany DN15	56	[szt.]		zawór równoważący gwintowany DN15	28	[szt.]		połączenie elektryczne 1,5mm2x1500	1	[kpl]	
Siłownik elektrotermiczny do regulacji on/off	56	[szt.]		siłownik elektrotermiczny do regulacji on/off	28	[szt.]		połączenie elektryczne włączniki, styczniki	1	[kpl]	
koszt instalacji 4 rurowej	28	[szt.]		koszt instalacji 4 rurowej (belka + grzejnik)	28	[szt.]		nawiewnik wentylacji	28	[szt.]	
montaż belek chłodzących	28	[szt.]		montaż belek chłodzących	28	[szt.]		przepustnica z siłownikiem	28	[szt.]	
agregat wody lodowej 90kW	1	[szt.]		grzejnik w wyk. Higienicznym	28	[szt.]		dodatkowa automatyka wentylacji	28	[szt.]	
				zawór termostatyczny + głowica	28	[szt.]		czynnik chłodniczy R410A	38	[kg]	
				montaż grzejnika	28	[szt.]		agregat HVRF 40kW	1	[szt.]	
				wykonanie podejścia pod grzejnik	28	[szt.]		agregat wody lodowej 50kW	1	[szt.]	
				agregat wody lodowej 90kW	1	[szt.]					
<b>łącznie dla 28 sal chorych:</b>			<b>405 491</b>	<b>łącznie dla 28 sal chorych:</b>			<b>434 065</b>	<b>łącznie dla 28 sal chorych:</b>			<b>396 793</b>

# Koszty eksploatacyjne - wentylacja:

ROCZNE KOSZTY EKSPLOATACYJNE (NETTO) / WENTYLACJA (w okresie letnim - praca układów klimatyzacji)											
WARIANT A BELKA GRZEWCZO-CHŁODZĄCA				WARIANT B BELKA CHŁODZĄCA I GRZEJNIK				WARIANT C KLIMAKONWEKTOR - HVRF			
WENTYLACJA	ilość:	jedn.:	cena całkowita [pln]:	WENTYLACJA	ilość:	jedn.:	cena całkowita [pln]:	WENTYLACJA	ilość:	jedn.:	cena całkowita [pln]:
<b>1.) Agregat W.L. - Chłodnica centrali wentylacyjnej praca w okresie letnim</b>				<b>1.) Agregat W.L. - Chłodnica centrali wentylacyjnej praca w okresie letnim</b>				<b>1.) Agregat W.L. - Chłodnica centrali wentylacyjnej praca w okresie letnim</b>			
ilość powietrza wentylacyjnego	5880	m3/h		ilość powietrza wentylacyjnego	5880	m3/h		ilość powietrza wentylacyjnego	5880	m3/h	
temperatura powietrza zewn.	30	°C		temperatura powietrza zewn.	30	°C		temperatura powietrza zewn.	30	°C	
temperatura powietrza po schłodzeniu	13	°C		temperatura powietrza po schłodzeniu	13	°C		temperatura powietrza po schłodzeniu	13	°C	
moc chłodnicza agregatu	50	kW		moc chłodnicza agregatu	50	kW		moc chłodnicza agregatu	50	kW	
ilość dni pracy	120	dni		ilość dni pracy	120	dni		ilość dni pracy	120	dni	
ilość godzin pracy dziennie	12	godzin		ilość godzin pracy dziennie	12	godzin		ilość godzin pracy dziennie	12	godzin	
współczynnik średniej mocy	0,5	[-]		współczynnik średniej mocy	0,5	[-]		współczynnik średniej mocy	0,5	[-]	
ilość godzin pracy w roku	720	godzin		ilość godzin pracy w roku	720	godzin		ilość godzin pracy w roku	720	godzin	
zużycie energii	36000	kWh		zużycie energii	36000	kWh		zużycie energii	36000	kWh	
EER	3,02			EER	3,02			EER	3,02		
koszt energii elektrycznej	PLN	/kWh		koszt energii elektrycznej	PLN	/kWh		koszt energii elektrycznej	PLN	/kWh	
<b>2.) Nagrzewnica centrali wentylacyjnej praca w okresie letnim</b>				<b>2.) Nagrzewnica centrali wentylacyjnej praca w okresie letnim</b>				<b>2.) Nagrzewnica centrali wentylacyjnej praca w okresie letnim</b>			
ilość powietrza wentylacyjnego	5880	m3/h		ilość powietrza wentylacyjnego	5880	m3/h		ilość powietrza wentylacyjnego	5880	m3/h	
temperatura zewn.	13	°C		temperatura zewn.	13	°C		temperatura zewn.	13	°C	
temperatura wewn.	17	°C		temperatura wewn.	17	°C		temperatura wewn.	17	°C	
moc grzewcza	20	kW		moc grzewcza	20	kW		moc grzewcza	20	kW	
ilość dni pracy	120	dni		ilość dni pracy	120	dni		ilość dni pracy	120	dni	
ilość godzin pracy dziennie	12	godzin		ilość godzin pracy dziennie	12	godzin		ilość godzin pracy dziennie	12	godzin	
współczynnik średniej mocy	0,5	[-]		współczynnik średniej mocy	0,5	[-]		współczynnik średniej mocy	0,5	[-]	
Współczynnik zmniejszający (regulacja)	0,9	[-]		Współczynnik zmniejszający (regulacja)	0,9	[-]		Współczynnik zmniejszający (regulacja)	0,9	[-]	
ilość godzin pracy w roku	648	godzin		ilość godzin pracy w roku	648	godzin		ilość godzin pracy w roku	648	godzin	
zuzycie energii	12960	kWh		zuzycie energii	12960	kWh		zuzycie energii	12960	kWh	
koszt energii sieciowej C.O.	PLN	/kWh		koszt energii sieciowej C.O.	PLN	/kWh		koszt energii sieciowej C.O.	PLN	/kWh	
<b>łącznie dla 28 sal chorych:</b>			<b>44 265</b>	<b>łącznie dla 28 sal chorych:</b>			<b>44 265</b>	<b>łącznie dla 28 sal chorych:</b>			<b>44 265</b>

# Koszty eksploatacyjne - chłodzenie:

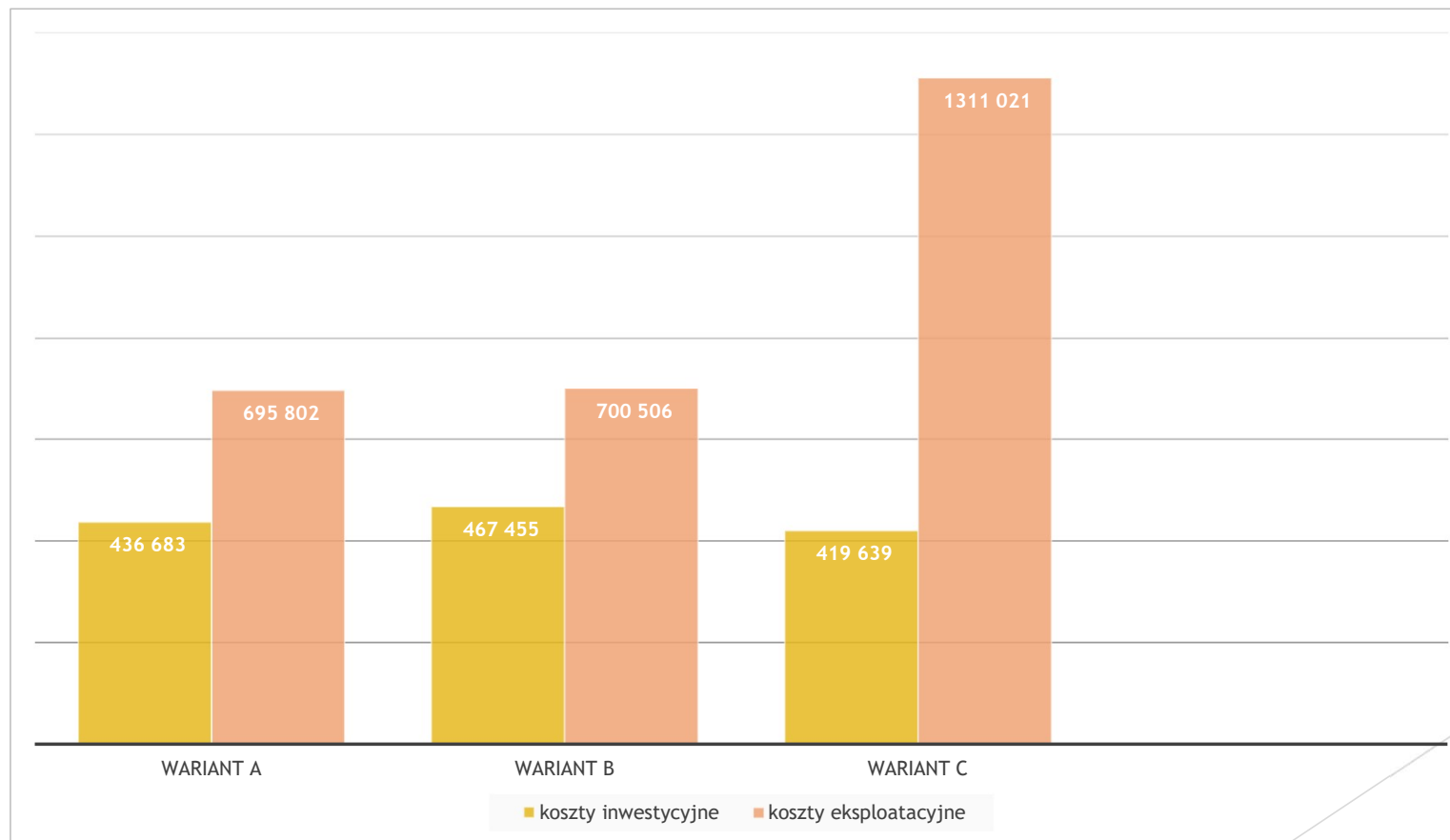
ROCZNE KOSZTY EKSPLOATACYJNE (NETTO) / CHŁODZENIE											
WARIANT A BELKA GRZEWCZO-CHŁODZĄCA				WARIANT B BELKA CHŁODZĄCA I GRZEJNIK				WARIANT C KLIMAKONWEKTOR - HVRF			
CHŁODZENIE	watość:	jedn.:	cena całkowita [pln]:	CHŁODZENIE	watość:	jedn.:	cena całkowita [pln]:	CHŁODZENIE	watość:	jedn.:	cena całkowita [pln]:
<b>1.) Agregat wody lodowej chłodzony powietrzem</b>				<b>1.) Agregat wody lodowej chłodzony powietrzem</b>				<b>1.) Agregat HVRF</b>			
moc chłodnicza	37,6 kW			moc chłodnicza	37,6 kW			moc chłodnicza	37,6 kW		
ilość dni pracy	120 dni			ilość dni pracy	120 dni			ilość dni pracy	120 dni		
ilość godzin pracy dziennie	12 godzin			ilość godzin pracy dziennie	12 godzin			ilość godzin pracy dziennie	12 godzin		
współczynnik średniej mocy	0,5 [-]			współczynnik średniej mocy	0,5 [-]			współczynnik średniej mocy	0,5 [-]		
ilość godzin pracy w roku	720 godzin			ilość godzin pracy w roku	720 godzin			ilość godzin pracy w roku	720 godzin		
zużycie energii	27072 kWh			zużycie energii	27072 kWh			zużycie energii	27072 kWh		
EER	3,02			EER	3,02			EER	2,23		
koszt energii elektrycznej	PLN /kWh			koszt energii elektrycznej	PLN /kWh			koszt energii elektrycznej	PLN /kWh		
<b>2.) Czyszczenie belki (wym. 1/rok)</b>				<b>2.) Czyszczenie belki (wym. 1/rok)</b>				<b>2.) Zużycie energii elektrycznej przez BC kontroler</b> <b>3.) Zużycie energii elektrycznej przez klimakonwektor</b> <b>4.) Czyszczenie filtrów (4/rok)</b> <b>5.) Wymiana filtrów (raz na 2 lata)</b> <b>6.) Wymiana wentylatora</b>			
<b>łącznie dla 28 sal chorych:</b>			<b>21 710</b>	<b>łącznie dla 28 sal chorych:</b>			<b>22 037</b>	<b>łącznie dla 28 sal chorych:</b>			<b>44 091</b>

# Koszty eksploatacyjne - ogrzewanie:

ROCZNE KOSZTY EKSPLOATACYJNE (NETTO) / OGRZEWANIE											
WARIANT A BELKA GRZEWCZO-CHŁODZĄCA				WARIANT B BELKA CHŁODZĄCA I GRZEJNIK				WARIANT C KLIMAKONWEKTOR - HVRF			
OGRZEWANIE	watość:	jedn.:	cena całkowita [pln]:	OGRZEWANIE	watość:	jedn.:	cena całkowita [pln]:	OGRZEWANIE	watość:	jedn.:	cena całkowita [pln]:
<b>1.) Węzeł ciepłowniczy</b>				<b>1.) Węzeł ciepłowniczy</b>				<b>1.) Agregat HVRF</b>			
moc grzewcza	22	kW		moc grzewcza	22	kW		moc grzewcza	22	kW	
ilość dni pracy	222	dni		ilość dni pracy	222	dni		ilość dni pracy	222	dni	
ilość godzin pracy dziennie	24	godzin		ilość godzin pracy dziennie	24	godzin		ilość godzin pracy dziennie	24	godzin	
współczynnik średniej mocy	0,5	[-]		współczynnik średniej mocy	0,5	[-]		współczynnik średniej mocy	0,5	[-]	
Współczynnik zmniejszający (regulacja)	0,9	[-]		Współczynnik zmniejszający (regulacja)	0,9	[-]		Współczynnik zmniejszający (regulacja)	0,9	[-]	
ilość godzin pracy w roku	2397,6	godzin		ilość godzin pracy w roku	2397,6	godzin		ilość godzin pracy w roku	2397,6	godzin	
zuzycie energii	52747,2	kWh		zuzycie energii	52747,2	kWh		zuzycie energii	52747,2	kWh	
koszt energii sieciowej C.O.	PLN	/kWh		koszt energii	PLN	/kWh		COP	2,9		
								koszt energii elektrycznej	PLN	/kWh	
								<b>2.) Zużycie energii elektrycznej przez BC kontroler</b>			
								ilość BC kontrolerów	2	[szt.]	
								ilość godzin pracy w roku	2397,6	h/rok	
								moc elektryczna wentylatora	460	W	
								koszt energii elektrycznej	PLN	/kWh	
								<b>3.) Zużycie energii elektrycznej przez klimakonwektor</b>			
								ilość klimakonwektorów	28	[szt.]	
								ilość godzin pracy w roku	2397,6	h/rok	
								moc elektryczna wentylatora	50	W	
								koszt energii elektrycznej	PLN	/kWh	
<b>łącznie dla 28 sal chorych:</b>			<b>68 571</b>	<b>łącznie dla 28 sal chorych:</b>			<b>68 571</b>	<b>łącznie dla 28 sal chorych:</b>			<b>54 628</b>



## Porównanie kosztów eksploatacyjnych po 10 latach



Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 z p. zm. - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. [Dz.U. 2022 poz. 1225 – jednolity tekst rozporządzenia]

Dz.U. 2019 poz. 595 z p. zm. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 26 marca 2019 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać pomieszczenia i urządzenia podmiotu wykonującego działalność leczniczą.

Dz.U. 2003 nr 169 poz. 1650 z p. zm. - Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, wraz z późniejszymi zmianami." Min. Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej.

Dz.U. 2018 poz. 1286 - Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.

PN-82/B-02402. 1982. „Ogrzewnictwo – Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.” PKN.

PN-EN 12831. 2006. „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.” PKN.

PN-78/B-03421. „Wentylacja i klimatyzacja. Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi.”

K. Kaiser, A. Wolski – „Klimatyzacja i wentylacja w szpitalach. Teoria i praktyka eksploatacji.”, MASTA, 2007.

Anna Charkowska, Andrzej Różycki, R. Lenarski, A. Sobierajska – „Wytyczne projektowania, wykonania, odbioru i eksploatacji systemów wentylacji i klimatyzacji dla podmiotów wykonujących działalność leczniczą.” 2018.

# Systemy HVAC w szpitalach w krajach europejskich

## ▶ Finlandia

- ▶ Panele / promienniki,
- ▶ Belki chłodzące + grzejniki

## ▶ Szwecja

- ▶ Belki, panele + grzejniki

## ▶ Norwegia

- ▶ VAV

## ▶ Holandia

- ▶ Panele / promienniki,
- ▶ belki grzewczo-chłodzące,

## ▶ Wielka Brytania

- ▶ Klimakonwektory
- ▶ Belki grzewczo-chłodzące
- ▶ VAV (6 wymian w salach chorych)
- ▶ promienniki

## ▶ Hiszpania, Włochy

- ▶ Klimakonwektory
- ▶ Belki grzewczo-chłodzące

## ▶ Niemcy

- ▶ Panele / promienniki
- ▶ Systemy pasywne