



AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

4 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SP ZOZ
we Wrocławiu – system wentylacji i klimatyzacji bloku
operacyjnego Kardiochirurgii

Adres budynku:

ul. R. Weigla 5
50-981 Wrocław

Wykonawcy audytu:

mgr inż. Igor Kwiatkowski
mgr inż. Joanna Szczepaniak

Wrocław, grudzień 2017

1. Strona tytułowa audytu

TABELA NR 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ			
DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
Rodzaj budynku	Obiekt użyteczności publicznej	Rok budowy	lata 30-te XX w.
Inwestor	4 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SP ZOZ kompleks 2857	Adres budynku	ul. R. Weigla 5 50-981 Wrocław
NAZWA, NR REGON I ADRES PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT			
ASIG Igor Kwiatkowski Ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2 51-686 Wrocław Regon: 361807384			
IMIĘ I NAZWISKO, NR PESEL ORAZ ADRES ZAMIESZKANIA AUDYTORA KOORDYNUJĄCEGO WYKONANIE AUDYTU, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
mgr inż. Joanna Szczepaniak, PESEL: 88041309100, ul. Hirszfelda 43/5, 55-220 Jelcz-Laskowice, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe			
WSPÓŁAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRES PRAC, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS			
mgr inż. Igor Kwiatkowski – inwentaryzacja obiektu, wykonanie obliczeń w programie AUDYTOR OZC, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe			
MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław		DATA WYKONANIA OPRACOWANIA: 21.12.2017 r.	
SPIS TREŚCI:			

Spis treści

1. Strona tytułowa audytu	2
2. Karta audytu	4
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora	6
Dokumentacja projektowa	6
Inne dokumenty	6
Wizja lokalna	6
Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora	7
Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia modernizacyjnego lub modernizacyjno - odtworzeniowego	7
4. Inwentaryzacja układów klimatyzacyjno-wentylacyjnych z wyszczególnieniem stanu technicznego poszczególnych elementów	8
Analiza jakościowa przebiegów prądowych	30
5. Obliczenia zapotrzebowania na energię	35
Stan istniejący	35
Stan po termomodernizacji	36

2. Karta audytu

TABELA NR 2. KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ			
KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ		Data wykonania	15.12.2017
PODSTAWOWE INFORMACJE DOTYCZĄCE PRZEDSIĘWZIĘCIA SŁUŻĄCEGO POPRAWIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ			
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej	Modernizacja systemu wentylacji i klimatyzacji ze szczególnym uwzględnieniem kwestii agregatu wody lodowej		
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej	Planowana jest modernizacja układów KN1/KW1, KN2/KW2, KN3/KW3 (wraz z nawilżaczami) zasilających część sterylną Bloku Operacyjnego Kardiochirurgii oraz wymiana instalacji doprowadzania i odprowadzania chłodu do central, agregatu wody lodowej i AKPiA.		
Dane podmiotu lub podmiotu upoważnionego, u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej	4 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SP ZOZ kompleks 2857		
Data rozpoczęcia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej albo planowana data rozpoczęcia przedsięwzięcia	Planowana data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej	Data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności
-	-	-	-
Parametry służące poprawie efektywności energetycznej (na podstawie audytu efektywności energetycznej)			
Średnioroczna oszczędność energii finalnej:	56 428,07 [kWh/rok]	4,85 [toe/rok]	
Średnioroczna oszczędność nieodnawialnej energii pierwotnej:	169 284,22 [kWh/rok]	14,56 [toe/rok]	
Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂		154,73 [Mg/rok]	
Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej			
Imię i nazwisko	mgr inż. Igor Kwiatkowski mgr inż. Joanna Szczepaniak		
Nr uprawnień	Nie dotyczy		
Nr telefonu	697 960 663, 665 297 275		
podpis			

Charakterystyka technologiczna		
Wyszczególnienie	Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
Zapotrzebowanie na ciepło [kW]	122,22	98,5
Zapotrzebowanie na chłód [kW]	74,70	60,2
Zapotrzebowanie na energię elektryczną [kW]	20,88	16,83
Charakterystyka energetyczna		
Przepływ powietrza – nawiew [m ³ /h]	7 269,1	9 020
Przepływ powietrza – wywiew [m ³ /h]	7 054,6	7 940
Zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/rok]	280 933,33	224 505,26
Sprawność eksploatacyjna [%]	80,59	99
Zużycie energii pierwotnej [Gj/rok]	3 034,08	2 424,66

3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

Dokumentacja projektowa

- Dokumentacja techniczna instalacji

Inne dokumenty

- Ustawa z dnia 21 listopada o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U. nr 223, poz. 1459
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – Dz.U. nr 43, poz. 346
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz.U. nr 75, poz. 690 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, Dz. U. poz. 376
- Normy obowiązujące w dniu sporządzania audytu
- Opinia konserwatora zabytków
- Aktualne ceny nośnika energii
- Program komputerowy Audytor OZC wersja 6.9

Wizja lokalna

- 25.11.2017

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora

Przedmiot zamówienia dotyczy określenia wytycznych inwestycji modernizacyjno – odtworzeniowych a Wykonawca w ramach zadania zobowiązany jest do analizy kwestii agregatów wody lodowej – zapewnienie stabilność energooszczędności pracy przez zastosowanie agregatu wody lodowej z:

- dwoma niezależnymi obiegami zasilanymi sprężarkami inwerterowymi i sprężarkami ON/OFF;
- funkcją odwróconego obiegu – agregat działa na zasadzie pompy ciepła;
- funkcją free cooling;
- analiza kwestii wymiany instalacji doprowadzania i odprowadzania chłodu do central, agregatu wody lodowej i AKPiA oraz modernizacja układów KN1/KW1, KN2/KW2, KN3/KW3 (wraz z nawilżaczami), zastosowanie nawilżaczy elektrycznych w miejsce obecnie zamontowanych nawilżaczy parowych.

Masa własna agregatu oraz jego gabaryty przekraczają dopuszczalne obciążenie dachu i warunkują zmianę lokalizacji urządzenia z dachu na parter. Przy zmianie lokalizacji konieczne jest zastosowanie pompy obiegowej zapewniającej transport wody lodowej.

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia modernizacyjnego lub modernizacyjno - odtworzeniowego

- Wkład własny w wysokości maksymalnie 200 000 zł

4. Inwentaryzacja układów klimatyzacyjno-wentylacyjnych z wyszczególnieniem stanu technicznego poszczególnych elementów

Opracowanie dotyczy dwóch spośród pięciu układów systemu wentylacji i klimatyzacji z osobnymi centralami i agregacie wody lodowej Oddziału Kardiochirurgii w 4 Wojskowym Szpitalu Klinicznym we Wrocławiu przy ul. Weigla 5. Agregat wody lodowej jest wspólny dla siedmiu układów: pięciu układów Oddziału Kardiochirurgii, jednego układu Oddziału Neurochirurgii i jednego układu Oddziału Psychiatrii.

Układ KN1/KW1 (oddział Kardiochirurgii) obsługuje pomieszczenie sali operacyjnej nr 35C, pomieszczenie przygotowania pacjenta i pomieszczenie przygotowania personelu. W układzie zastosowano trzy stopnie filtracji, w centrali znajduje się filtr EU4, EU9, trzeci stopień filtracji w stopnie nawiewnym i nawiewnikach z filtrem absolutnym. Wywiew z sali operacyjnej i pomieszczenia przygotowania pacjenta 80% góra, 20% dołem. Nawiewane powietrze jest nawilżane przez nawilżacze parowe z lancami zamontowanymi w kanałach klimatyzacyjnych.

Centrala klimatyzacyjna typu KWH 04 B3/Z, nr fabr. 12503/2001 o następujących parametrach:

- $V_N = 3\,020\text{ m}^3/\text{h}$,
- $dp=1000\text{ Pa}$,
- $N_S=3,0\text{ kW}$ (z falownikiem),
- $WRG=17,7\text{ kW}$,
- $Q_N=32,7\text{ kW}$,
- $Q_{CH}=19,8\text{ kW}$
- $V_W = 2\,540\text{ m}^3/\text{h}$,
- $N_S = 1,5/0,25\text{ kW}$
- $Q_{odz.c.} = 13,28\text{ kW}$

umieszczona jest na poddaszu budynku. W salach znajduje się około 21 krutek wentylacyjnych oraz stoły laminarne. Filtry absolutne w obudowie metalowej do wbudowania na Bloku Operacyjnym Kardiochirurgii. Klasa filtracji H-13/50.

KN1/KW1

Układ KN2/KW2 (oddział Kardiochirurgii) obejmuje dwie sale operacyjne – nr 35A i 35B, dwa pomieszczenia przygotowania personelu i dwa pomieszczenia przygotowania pacjentów. Na kanałach nawiewnych do sal operacyjnych zamontowano nagrzewnice strefowe elektryczne w celu umożliwienia indywidualnej regulacji parametrów na każdej sali. Centrala klimatyzacyjna typu KWH 06 B3/Z o następujących parametrach:

- $V_N = 6\,050\text{ m}^3/\text{h}$,
- $dp=1000\text{ Pa}$,
- $N_S=7,5\text{ kW}$ (z falownikiem),
- $WRG=32\text{ kW}$,
- $Q_N=65,7\text{ kW}$,
- $V_W = 5\,080\text{ m}^3/\text{h}$,
- $Q_{CH}=40,4\text{ kW}$ u

mieszczona jest na poddaszu budynku.

W salach znajduje się około 21 krutek wentylacyjnych oraz stoły laminarne. Filtry absolutne w obudowie metalowej do wbudowania na Bloku Operacyjnym Kardiochirurgii, Klasa filtracji H-13/50:

- KN1/KW1 (Sala operacyjna nr 35C)

- sala 35C: typ FA-292, klasa filtracji H13, wymiary 203x610x292, liczba 4 szt.
- sala 35C: typ FA-13/50, klasa filtracji H13, wymiary 305x305x80, liczba 3 szt.

- KN2/KW2 (Sala operacyjna nr 35A i 35B)

- sala Nr A: typ FA-292, klasa filtracji H13, wymiary 203x610x292, liczba 8 szt.
- sala Nr B: typ FA-13/50, klasa filtracji H13, wymiary 305x305x80, liczba 6 szt.

Przybliżone długości kanałów o wymiarach: 1000 x 315 mm oraz 800 x 400 mm, to 198 metrów bieżących.

Układ KN3/KW3 (oddział Kardiochirurgii) - część czysta, sterylna, obsługuje następujący ciąg: Dyżurka Pielęgniarek Anestezjologii, korytarz czysty i magazyn sprzętu sterylnego.

Centrala wentylacyjna typu N/W f. AWKlima Tech; typ; KWH 08 B3/Z.

- $V_N = 7730 \text{ m}^3/\text{h}$
- $V_w = 7840 \text{ m}^3/\text{h}$
- $N_s = 3,6 \text{ kW}$

Przybliżone długości kanałów o przekrojach 1000 x 315 mm oraz 800 x 400 mm około 120 metrów bieżących.

W opisywanym ciągu znajduje się około 26 kratek wentylacyjnych:

- z układu wzmożonego nadzoru – nawiewne – około 14 szt.
- z układu wywiewnego wentylacji ogólnej – około 12 szt.

Układ KN4/KW4 (oddział Kardiochirurgii) – poza częścią sterylną, czystą, obejmuje Sale Doby „O”, Izolatkę oraz Dyżurkę Pielęgniarek.

Centrala klimatyzacyjna nawiewno - wywiewna F. Clima –Tech ; Typu- KWH 04 B3/Z

- $V_n-3500 \text{ m}^3/\text{h}$;
- $Q_n-35 \text{ kW}$;
- $Och-18 \text{ kW}$,
- $N_s-4,0 \text{ kW}$;
- $V_w-3050 \text{ m}^3/\text{h}$;
- $N_s-2,0 \text{ kW}$;
- $Q_{odz.c.}-19 \text{ kW}$

Wymiary i długość kanałów umieszczone w stropie podwieszonym: 500x315 mm; 400 x 315 mm; 315x315 mm, 85 metrów bieżących

- Dyżurka Pielęgniarek Anestezjologii, Izolatka:

Filtr absolutny: typ M13FS-0640/MG1, klasa filtracji H13, wymiary 305x610x78 mm, 3 szt.

- Sale Doby „O”:

Filtr absolutny: typ M13FS-0640/MG1, klasa filtracji H13, wymiary 305x610x150mm, 5 szt.

Układ KN5/KW5 (układ Kardiochirurgii) – poza częścią sterylną, czystą, obsługuje sale doby „1 i 2” oraz sale chorych na Klinicznym Oddziale Kardiochirurgii.

Centrala układu F. ClimaTech- typu; KWH 08 B3/Z:

$V_N=8210\text{m}^3/\text{h}$;

$V_W= 7330 \text{ m}^3/\text{h}$,

$N_s=3,6 \text{ kW}$

Długość i przekrój kanałów magistrali wraz z odgałęzieniem;

Nawiew: 880x600 długość: 35 m

Wywiew: 600x600 długość: 35 m

N/W 300x250 długości całości: 30 m

Liczba kratak wentylacyjnych nawiewno-wywiewnych –30 sztuk.

Układ KN6/KW6 (układ Neurochirurgii) – obsługuje sale OIOM

Długość i przekrój kanałów:

Nawiew: 400x500 mm, długość: 40 m

Wywiew: 400x500 mm, długość: 40 m

Układ KN7/KW7 (układ Psychiatrii) – wspólnie obsługuje pomieszczenia i sale Oddziału Psychiatrii i Neurochirurgii

Długość i przekrój kanałów:

Nawiew: 400x400 mm, długość: 75 m

Wywiew: 400x400 mm, długość: 75 m

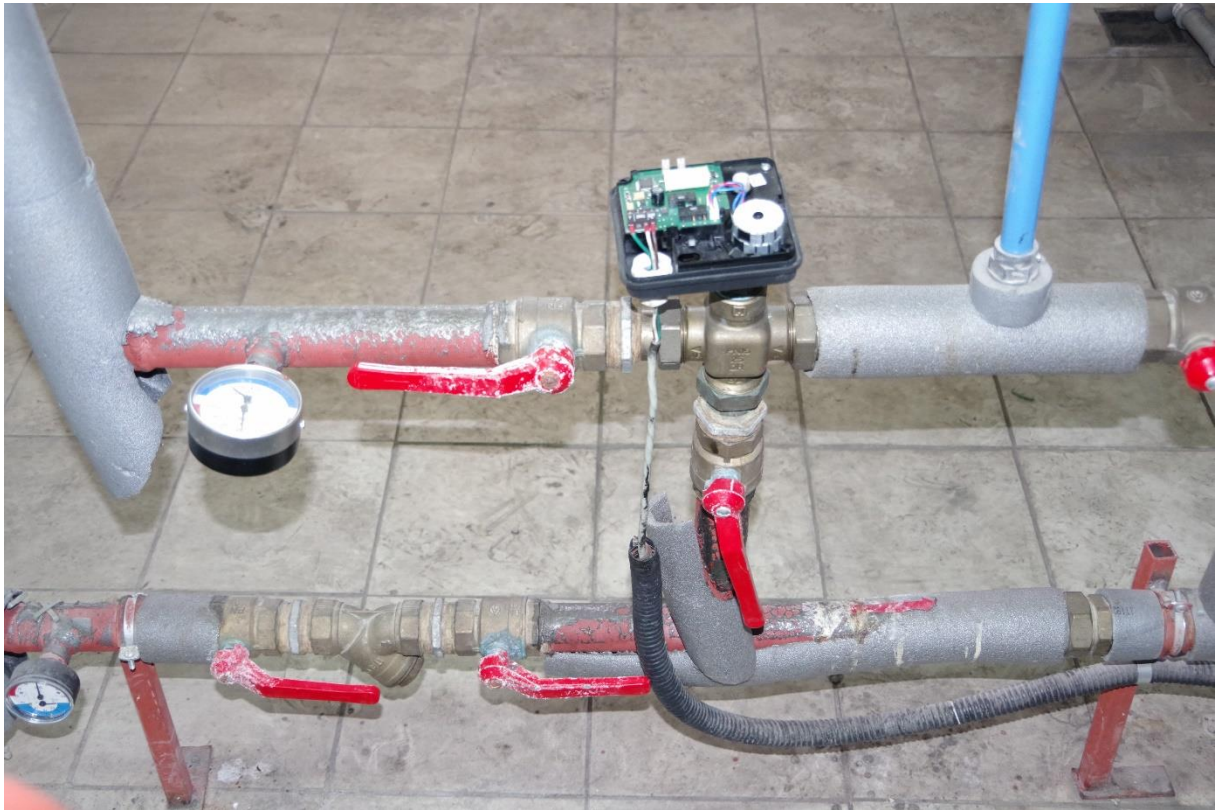
Nawilżacze parowe oraz wymienniki odzysku ciepła zainstalowano dla układów: KN1; KN2; KN4 oraz KN6.

Zastosowane urządzenia:

- Centrale klimatyzacyjne nawiewne i wywiewne typu KWH firmy AW-KLIMA w wykonaniu higienicznym. Centrale znajdują się na poddaszu obiektu



Stan techniczny central określono na dobry. Nie stwierdzono nieszczelności oraz ubytków w samej obudowie, jednak rury znajdują się w złym stanie technicznym – stwierdzono duże braki otuliny.



Sterowanie automatyką w stanie zagrażającym zdrowiu człowieka - kable przepalone, zniszczone, brak zabezpieczenia poszczególnych elementów. W przypadku niekontrolowanego wycieku z którejś rury istnieje ryzyko zagrożenia życia człowieka usuwającego awarię w przypadku pojawienia się przepięć. Cały system sterujący nadaje się do wymiany.

- Elementy nawiewne – w salach operacyjnych strop laminarny OPLL 1,4/2,4 F z filtrem absolutnym wykonanie płaskie; do pomieszczeń do których nawiewane będzie powietrze przez filtry absolutne nawiewniki sufitowe z filtrami absolutnymi firmy TROX z anemostatami lub ściennie firmy TROX.
- Tłumiki akustyczne kulisowe prostokątne typ MSA 200 oraz okrągłe tym CA firmy TROX na kanałach nawiewnych i wywiewnych.

- Nawilżacze parowe firmy ARMSTRONG zasilane parą o ciśnieniu 0,25 MPa dostarczaną z kotłowni. Lanca wstawiona do przewodu nawiewnego w obrębie maszynowni. Każdy nawilżacz zasilono w parę, a skropliny odprowadzono do sieci kondensatu
- Nagrzewnice strefowe elektryczne firmy Cemal w układzie KN2
- Wymienniki odzysku ciepła – zamontowane w centralach nawiewnych i wywiewnych dla poszczególnych układów klimatyzacyjnych. Wymienniki połączone instalacją rurową z pompą obiegową, naczyniem rozszerzalnym oraz zaworem bezpieczeństwa. Przed wymiennikami odzysku ciepła zamontowano filtry. Zamontowano odpowietrzniki automatyczne i kurki spustowe oraz króciec do napełnienia instalacji. Przy pompie zamontowane zawory odcinające, zawór zwrotny i filtr – osadnik. Czynnikiem pośrednim jest wodny 30% roztwór antifrogeneru.
- Agregat wody lodowej typ GHA-B 250LLN firmy GEOCLIMA ze skraplaczem chłodzonym powietrzem, dwusprężarkowy z pompą obiegową, naczyniem rozszerzalnym i zaworem bezpieczeństwa o wydajności chłodniczej $Q_{ch} = 225 \text{ kW}$. Czynnik chłodniczy o parametrach 6/12°C doprowadzany jest przewodami do maszynowni klimatyzacyjnej do chłodnic w centralach. Skraplacz urządzenia chłodniczego chłodzony powietrzem z pompą obiegową czynnika chłodniczego, naczyniem rozszerzalnym, zaworem bezpieczeństwa i czujnikiem przepływu czynnika chłodniczego zabudowanymi wewnątrz agregatu. Czynnikiem chłodniczym jest 30% wodny roztwór antifrogeneru. Dzięki jego właściwościom niezamarzającym, nie ma potrzeby spuszczenia czynnika chłodniczego na zimę. Agregat obejmuje pięć układów Bloku Operacyjnego Kardiochirurgii oraz dwa układy dodatkowe: Neurochirurgii oraz Psychiatrii. Agregat zlokalizowany na dachu klatki schodowej przeciwpożarowej, jego masa własna przekracza dopuszczalne obciążenie dachu.

Na zamieszczonych poniżej zdjęciach widać zły stan techniczny instalacji oraz istniejącego agregatu. Otulina rur, którymi przepływa woda lodowa jest w stanie

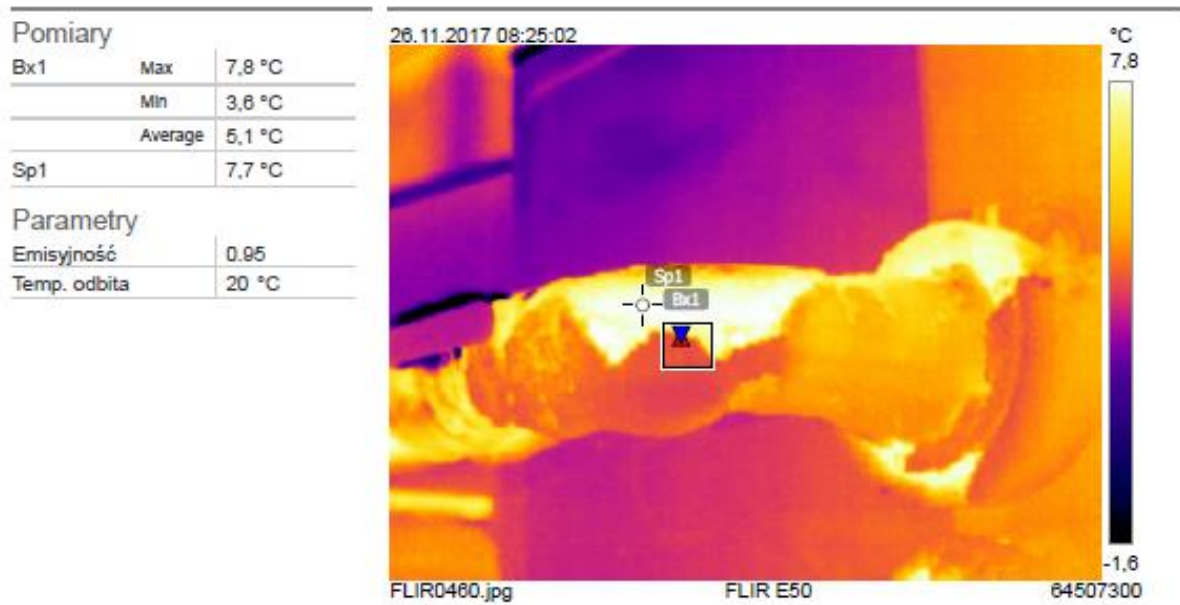
szczątkowym,

w większości rur izolacja jest w tak złym stanie, że można zakładać jej brak, co powoduje

w okresie letnim ogromne straty chłodu i nagrzewanie się wody lodowej, przez co instalacja chłodzenia nie działa sprawnie i system nie jest w stanie zapewnić odpowiedniej temperatury chłodzonych pomieszczeń.

Objętość instalacji chłodniczej wynosi 1 600 litrów, w tym około 500 litrów antifrogeneru.





Pomiary

Bx1	Max	8,0 °C
	Min	4,2 °C
	Average	5,9 °C

Parametry

Emisyjność	0.95
Temp. odbita	20 °C

26.11.2017 08:24:49



FLIR0459.jpg

FLIR E50

64507300



Przewody chłodnicze wykonano z blachy ocynkowanej łączonej na kołnierze w systemie niemieckim z uszczelkami samoprzylepnymi w klasie szczelności B. Prowadzone są od agregatu na poddasze nad blokiem operacyjnym i dalej do maszynowni klimatyzacyjnej. Całość instalacji zaizolowana za pomocą wełny mineralnej o grubości 30 mm w pomieszczeniach i 50 mm w maszynowni z płaszczem z folii aluminiowej.

Urządzenie chłodnicze wymaga bezpośredniego zasilenia elektrycznego. Włączenie do pracy agregatu chłodniczego odbywa się przez szafę sterowniczą klimatyzacji. Urządzenie chłodnicze posiada fabrycznie wbudowaną automatykę chłodniczą i elektryczną wraz z zabezpieczeniami.

Poniżej przedstawiono zapotrzebowanie na ciepło, chłód i parę przedstawionych wyżej układów:

Nr układu	Zapotrzebowanie		
	Ciepła [kW]	Chłodu [kW]	Pary [kg/h]
KN1/KW1	32,8	19,8	32,6
KN2/KW2	65,7	40,4	65,3
KN3/KW3	78,6	40,6	-
KN4/KW4	35,6	18,4	37,8
KN5/KW5	83,5	44,6	-
KN6/KW6	19,9	11,6	-
KN7/KW7	46,1	24,7	50,0
SUMA	362,2	200,1	185,7

W tabeli na kolejnej stronie przedstawiono projektowe ilości powietrza dla klimatyzacji.



Nr pom.	Nazwa pomieszczenia	Kubatura	Temp.	Nawiew			Wywiew		
				V _N [m ³ /h]	K _N [wym./h]	Nr zładu	V _W [m ³ /h]	K _W [wym./h]	Nr zładu
35C	Sala operacyjna	124	22-25	2 400	20	KN1	2 000	16,1	KW1
33C	Pomieszczenie przygotowania pacjenta	35	22-25	420	12	KN1	360	10,3	KW1
34C	Pomieszczenie przygotowania personelu	20	22-25	200	10	KN1	180	9	KW1
				3 020		KN1	2 540		KW1
35A	Sala operacyjna	124	22-25	2 400	20	KN2	2 000	16,1	KW2
35B	Sala operacyjna	124	22-25	2 400	20	KN2	2 000	16,1	KW2
33A	Pomieszczenie przygotowania pacjenta	37	22-25	440	12	KN2	370	10	KW2
34A	Pomieszczenie przygotowania personelu	35	22-25	350	10	KN2	320	9,1	KW2
33B	Pomieszczenie przygotowania pacjenta	38	22-25	460	12	KN2	390	10,3	KW2
34B	Pomieszczenie przygotowania personelu	35	22-25	350	10	KN2	320	9,1	KW2
				6 400		KN2	5 400		KW2

Zgodnie z informacjami uzyskanymi od Inwestora, system wentylacji i klimatyzacji nie działa poprawnie, występuje problem z ustabilizowaniem ilości nawiewanego i wywiewanego powietrza z pomieszczeń oraz z uzyskaniem stałej wilgotności w pomieszczeniach. Za pomocą urządzenia pomiarowego TESTO 435 (Wielofunkcyjny przyrząd pomiarowy) dokonano sprawdzenia przepływów powietrza w wymienionych wyżej pomieszczeniach.

Z przeprowadzonych pomiarów uzyskano wyniki, przedstawione w tabeli na następnej stronie. Zgodnie z nimi, w pomieszczeniach panuje niższa niż założona temperatura, jednakże może to być spowodowane brakiem przeprowadzanych zabiegów w czasie pomiarów. Zarówno zmierzony nawiew, jak i wywiew powietrza z pomieszczeń jest mniejszy niż projektowany.

Również wilgotność panująca w pomieszczeniach różni się, w zależności od układu obsługującego dane pomieszczenia.



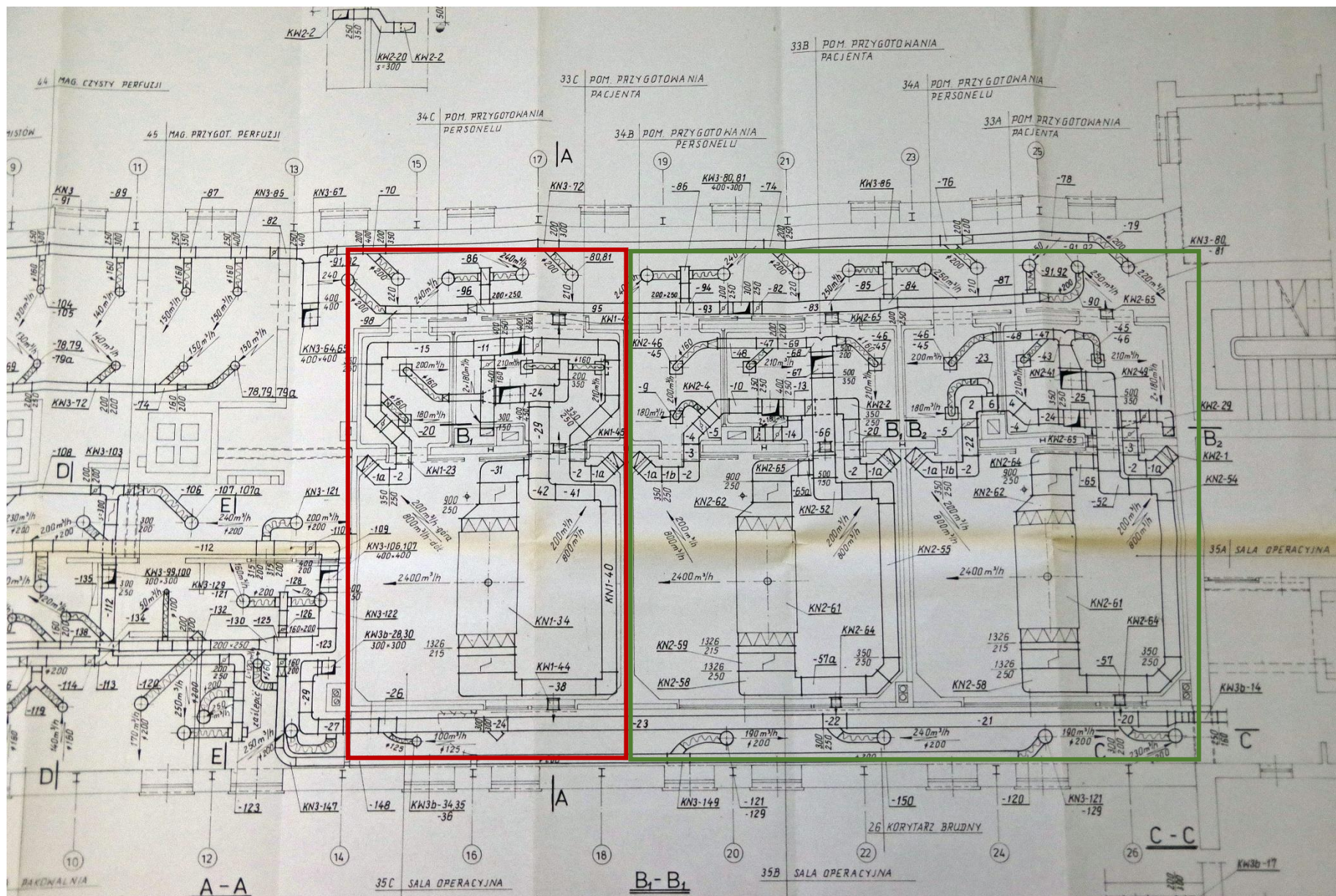


Nr pom.	Nazwa pomieszczenia	Temp.	Nawiew			Wywiew		
			V _N [m ³ /h]	wilgotność [%]	Nr zładu	V _W [m ³ /h]	wilgotność [%]	Nr zładu
33C, 34C, 35C	Sala operacyjna, pom. przygot. pacjenta, pom. przygot. personelu	20,5	2 321,3	41,6	KN1	2 140,7	36,5	KW1
33A, 33B, 33C, 34A, 34B, 34C	Sala operacyjna x2, pom. przygotowania pacjenta x2, pom. przygotowania personelu x2	20,5	4 947,8	42,2	KN2	4 913,9	39,0	KW2

Do czynników, mających wpływ na uzyskane wyniki można zaliczyć:

- nieprawidłową regulację (nastawę) pracy urządzeń, jednakże parametry pracy zostały ustawione wstępnie na etapie uruchamiania systemu i ewentualne zmiany wprowadzają tylko pracownicy firmy serwisującej system
- zużycie części mechanicznych – nagrzewnic, wentylatorów, nawilzaczy parowych, znajdujących się w kanałach wentylacyjnych
- nieszczelności w kanałach wentylacyjnych (stąd brak możliwości uzyskaniażądanego przepływu powietrza)

Na schemacie instalacji kolorem czerwonym oznaczono układ KN1/KW1, kolorem zielonym układ KN2/KW2.



Sprawdzono również stan centrali wentylacyjnych oraz kanałów, znajdujących się na poddaszu.



Pomiary		
Bx1	Max	58,5 °C
	Min	25,3 °C
	Average	39,0 °C
Bx2	Max	59,3 °C
	Min	27,7 °C
	Average	42,1 °C
Bx3	Max	58,2 °C
	Min	28,7 °C
	Average	38,4 °C
Parametry		
Emisyjność	0.95	
Temp. odbita	20 °C	





Pomiary		
Bx1	Max	59,0 °C
	Min	37,4 °C
	Average	52,6 °C
Bx2	Max	59,5 °C
	Min	32,3 °C
	Average	43,4 °C
Parametry		
Emisyjność	0.95	
Temp. odbita	20 °C	



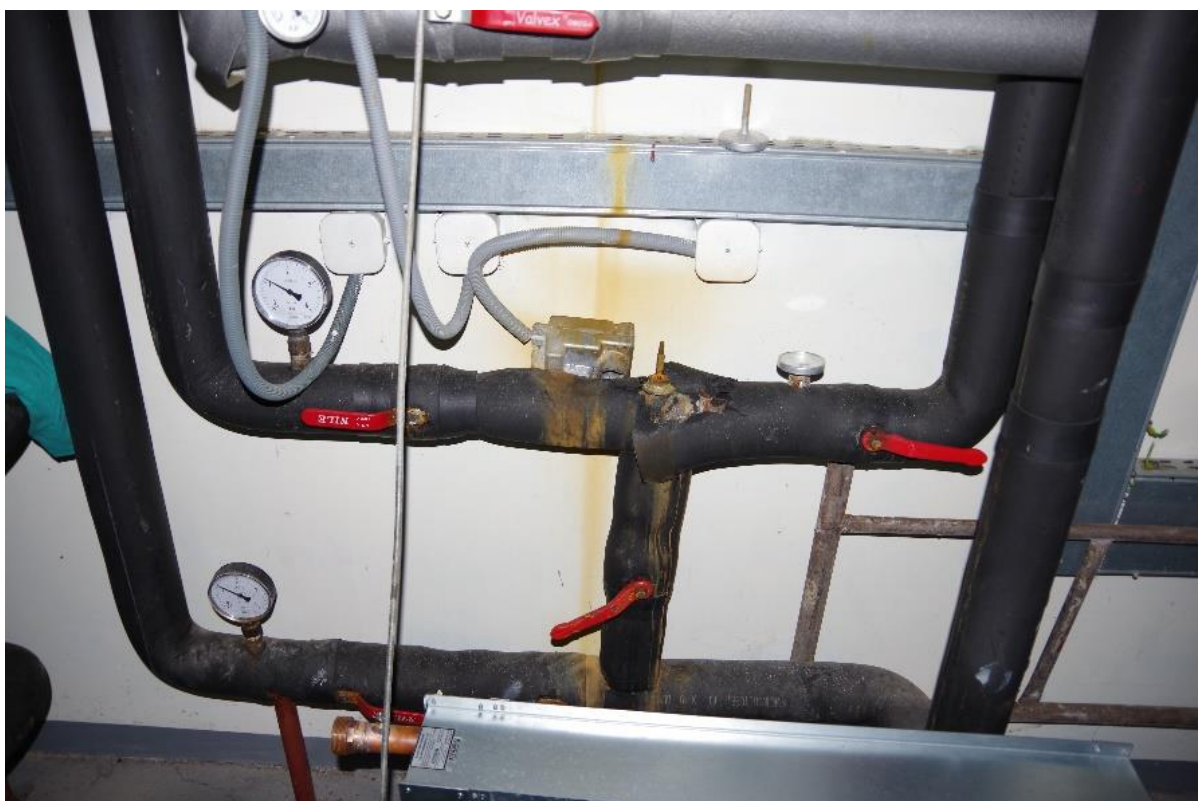
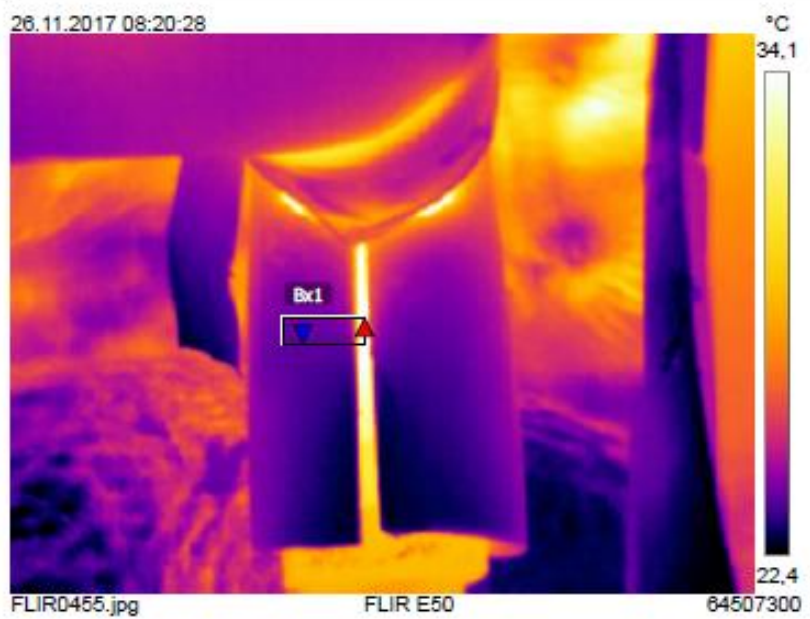


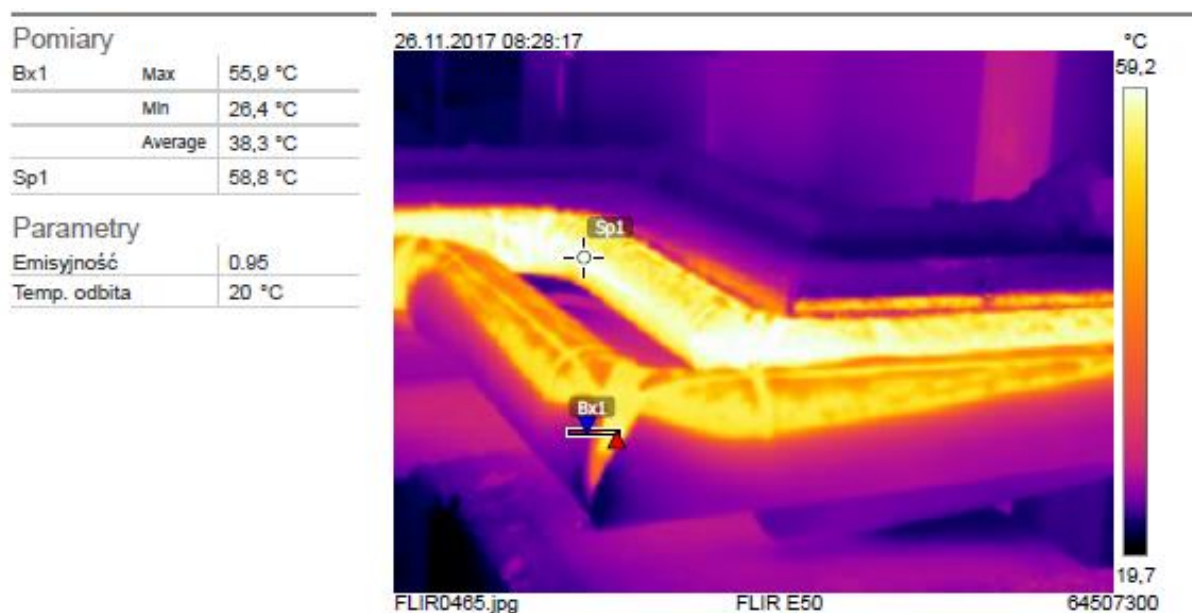
Pomiary		
Bx1	Max	13,7 °C
	Min	8,6 °C
	Average	12,0 °C
Parametry		
Emisyjność	0.95	
Temp. odbita	20 °C	





Pomiary		
Bx1	Max	35,1 °C
	Min	23,7 °C
	Average	25,1 °C
Parametry		
Emisyjność	0.95	
Temp. odbita	20 °C	





Instalacja jest przestarzała, występują znaczne ubytki w otulinach rur, miejscami również w otulinach kanałów wentylacyjnych. Instalacja jest przestarzała i nieszczelna. Wydaje się to być oczywistym powodem nie utrzymania żądanych parametrów pracy instalacji.

Koszt modernizacji istniejącego systemu, z uwagi na jego postępującą degradację, może okazać się wyższy niż wykonanie nowej, w pełni sprawnej instalacji klimatyzacji oraz wentylacji.

Obecnie stosuje się nowoczesne rozwiązania technologiczne, które na etapie projektowania i wykonania istniejącej centrali nie były jeszcze dostępne. Koszty związane z eksploatacją istniejącego systemu są zwiększone. Znacznym problemem jest nie dotrzymanie parametrów systemu chłodniczego latem (woda lodowa), co z uwagi na fakt, że omawiane układy obejmują sale operacyjne, stanowi duży problem i stwarza ogromne ryzyko wstrzymania pracy oddziału kardiochirurgii w upalne dni latem – konieczność przekładania operacji. Podwyższona lub obniżona temperatura w pomieszczeniach bez możliwości jej sprawnej i odpowiedniej regulacji dezorganizuje pracę pracownikom oddziału.

Analiza jakościowa przebiegów prądowych

W dniach od 25.11.2017r. godzina 08:28 do 01.12.2017r. godzina 13:45, przeprowadzono analizę jakościową przebiegów prądowych na linii zasilającej agregat wody lodowej obsługujący Blok Operacyjny Kardiochirurgii.

Pomiar obejmował cały zakres parametrów na trzech liniach fazowych (L1, L2, L3) oraz linii zerowej (N) oraz był prowadzący w sposób ciągły w cyklu 24h z pobieraniem danych co 10 sekund. Zamontowane urządzenie pomiarowe to analizator jakości sieci Sonel PQM-700 o numerze seryjnym BE0574 wyposażonym w zestaw 4 cęgów elastycznych Sonel F1.

Zestawienie danych pomiarowych zostało przedstawione w postaci raportów (w wersji elektronicznej) oraz wykresów graficznych (Wykres 1 oraz Wykres 2) osobno dla natężenia prądu I oraz mocy pobieranej P.

1. Analiza natężenia prądu I [A]

Natężenie prądu – przepływ prądu elektrycznego, zdefiniowany jako stosunek wartości ładunku elektrycznego przepływającego przez wyznaczoną powierzchnię do czasu przepływu ładunku.

W analizowanym okresie czasowym wartości natężenia I zawierają się w zakresie:

- Dla L1 od 0,088 [A] do 0,502 [A]
- Dla L2 od 0,640 [A] do 0,795 [A]
- Dla L3 od 0,307 [A] do 0,556 [A]

Zmierzone natężenie I przez większość okresu pomiaru znajdowało się w dolnym zakresie wartości, rosnąc skokowo co około godzinę do wartości maksymalnych w momencie włączenia sprężarek agregatu.

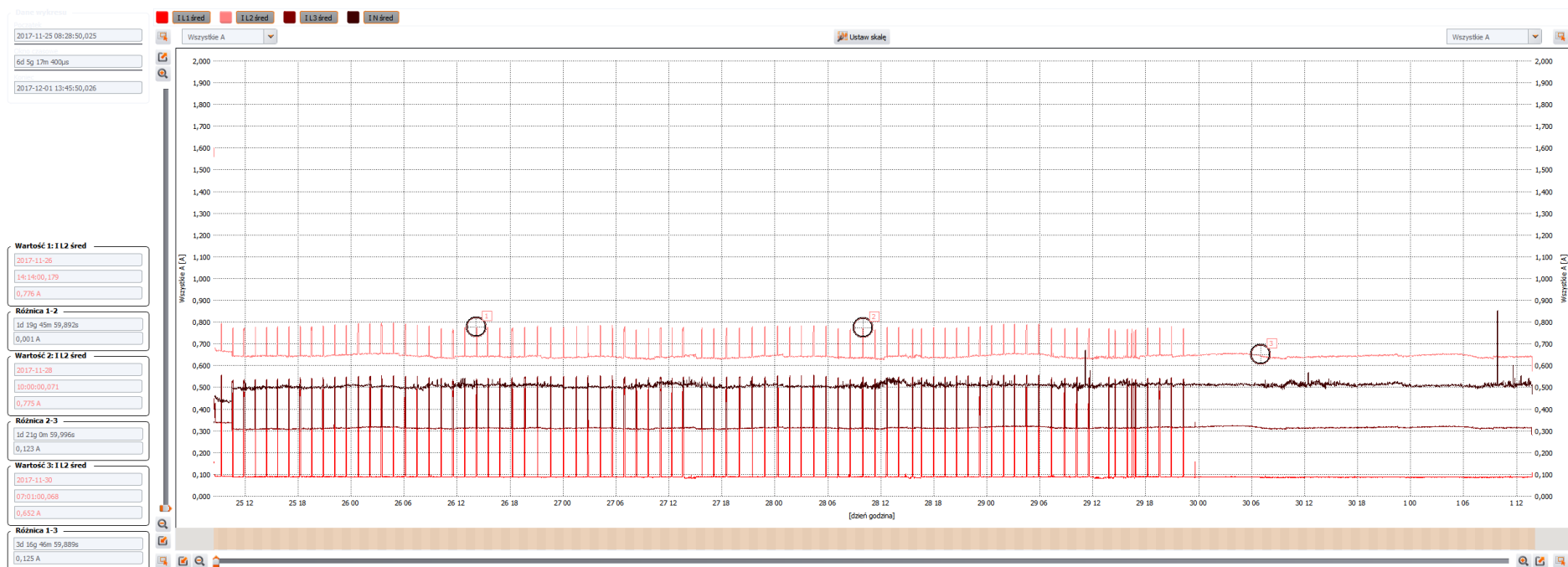
2. Analiza mocy P [kW].

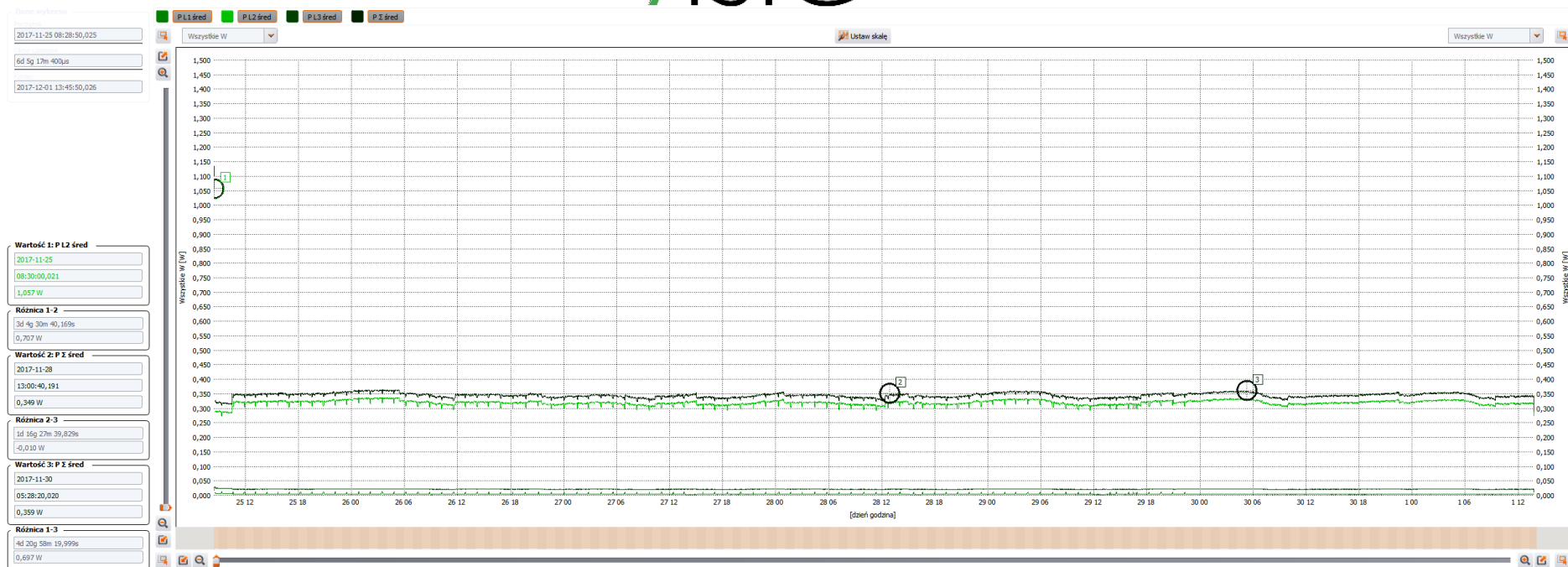
W analizowanym okresie czasowym średnie wartości mocy pobranej P zawierają się w zakresie:

- od 0,310 [kW] do 0,365 [kW]

Zmierzony pobór mocy oscylacyjnie przebiegał od najniższej do najwyższej wartości w około 5h cyklach.

Należy mieć na uwadze okres, w którym wykonywane były pomiary – jesienno-zimowy, kiedy system chłodzenia nie jest wykorzystywany nawet w 10%. Ze względu na niską temperaturę zewnętrzną, Użytkownik w celu utrzymania odpowiedniej temperatury wewnętrznej w pomieszczeniach nie wykorzystywał możliwości systemu. W okresie pomiarowym nie odnotowano wyraźnych skoków mocy pobranej przez urządzenie.





Wykres 2 – Analiza mocy [P] dla agregatu wody lodowej Bloku Operacyjnego oddziału Kardiologii w okresie od 25.11.2017 do 01.12.2017.



Wnioski

Biorąc pod uwagę zmierzone parametry pracy zamontowany agregat wody lodowej jest wykorzystywany w niewielkiej części swoich rzeczywistych możliwości w analizowanym okresie. Należy jednakże wziąć pod uwagę zimową porę roku w której zostały wykonane pomiary, co w sposób oczywisty koreluje z wynikami. Należy zwrócić uwagę na brak konieczności chłodzenia pomieszczeń w takim stopniu, jak to następuje latem. Podczas analiz nie doszło do żadnych istotnych skoków poboru mocy lub napięcia. Kiepski stan techniczny układu wentylacyjnego jako całości również wpływa na spadek parametrów pracy, a co za tym niską wydajność agregatu.

5. Obliczenia zapotrzebowania na energię

Stan istniejący

Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną dla systemu ogrzewania

$$Q_{k,H} = Q_{H,nd} / \eta_{H,tot}$$

$$\eta_{H,tot} = 0,75$$

$$Q_{k,C} = 180\,600 / 0,75 = 240\,800 \text{ kWh/rok} = 866,88 \text{ GJ/rok}$$

$$Q_{p,C} = 722\,400 \text{ kWh/rok} = 2\,600,64 \text{ GJ/rok}$$

Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną dla systemu chłodzenia

$$Q_{k,C} = Q_{C,nd} / \eta_{C,tot}$$

$$\eta_{C,tot} = SEER \cdot \eta_{C,s} \cdot \eta_{C,d} \cdot \eta_{C,e}$$

$$\eta_{C,tot} = 3,0$$

$$Q_{k,C} = 120\,400 / 3,0 = 40\,133,33 \text{ kWh/rok} = 144,48 \text{ GJ/rok}$$

$$Q_{p,C} = 120\,400 \text{ kWh/rok} = 433,44 \text{ GJ/rok}$$

SUMA:

$$\text{Łącznie } Q_p = 722\,400,00 + 120\,400,00 = 842\,800 \text{ kWh/rok} = 3\,034,08 \text{ GJ/rok.}$$

W ramach termomodernizacji proponuje się modernizację systemu wentylacji i klimatyzacji oraz wymianę agregatu wody lodowej na nowy.

Stan po termomodernizacji

Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną dla systemu ogrzewania

$$Q_{k,H} = Q_{H,nd} / \eta_{H,tot}$$

$$\eta_{H,tot} = 0,95$$

$$Q_{k,C} = 180\,600 / 0,95 = 190\,105,26 \text{ kWh/rok} = 684,38 \text{ GJ/rok}$$

$$Q_{p,C} = 570\,315,78 \text{ kWh/rok} = 2\,053,14 \text{ GJ/rok}$$

Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną dla systemu chłodzenia

$$Q_{k,C} = Q_{C,nd} / \eta_{C,tot}$$

$$\eta_{C,tot} = SEER \cdot \eta_{C,s} \cdot \eta_{C,d} \cdot \eta_{C,e}$$

$$\eta_{C,tot} = 3,5$$

$$Q_{k,C} = 120\,400 / 3,5 = 34\,400,00 \text{ kWh/rok} = 123,84 \text{ GJ/rok}$$

$$Q_{p,C} = 103\,200,00 \text{ kWh/rok} = 371,52 \text{ GJ/rok}$$

SUMA:

$$\text{Łącznie } Q_p = 570\,315,78 + 103\,200,00 = 673\,515,78 \text{ kWh/rok} = 2\,424,66 \text{ GJ/rok.}$$

Układy	Zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania [GJ/rok]		Zapotrzebowanie na energię końcową do chłodzenia [GJ/rok]		Suma [GJ/rok]	
	Przed termomodernizacją	Po termomodernizacji	Przed termomodernizacją	Po termomodernizacji	Przed termomodernizacją	Po termomodernizacji
KN1/KW1, KN2/KW2	866,88	684,38	144,48	123,84	1 011,36	808,22

Uzyskana w ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oszczędność energii wynosi $1\,011,36 - 808,22 = \mathbf{203,14\ GJ/rok}$, czyli **20,09%**

Koszt wykonania przedsięwzięcia wynosi około 350 000 zł, oszczędność kosztów wynosi 11 172,70 zł, współczynnik SPBT (prosty czas zwrotu inwestycji) wynosi 31 lat.

Redukcja emisji CO₂

$$\Delta WE_{CO_2} = \frac{(842\,800,00 - 673\,515,78) \cdot 0,914}{1000} = 154,73\ Mg\ CO_2/rok$$

Wnioski:

W związku z znaczącym zużyciem elementów instalacji wentylacyjnej należy rozważyć w przyszłości kompleksową modernizację układu wentylacyjnego. W stanie istniejącym największe straty energii zaobserwowano w agregacie wody lodowej. Przestarzałe urządzenia (sprężarki), niezaizolowane rury, a także brak sprawnej automatyki systemu powodują niedotrzymanie żądanych parametrów latem oraz nadmierny pobór energii elektrycznej w celu schłodzenia powietrza. Dodatkowo należy zwrócić uwagę na lokalizację agregatu – na dachu klatki schodowej przeciwpożarowej. Agregat ze względu na swój wiek i zużycie generuje wysokie koszty napraw w przypadku jego usterki oraz obawę przed zepsuciem się urządzenia. W przypadku wymiany agregatu na nowy, którego ciężar lub gabaryty będą przekraczać dopuszczalne obciążenie dachu, należy zmienić jego lokalizację.

Ze względu na specyfikę układów, zasilanych przez agregat wody lodowej i ich złożoność, proponuje się rozdzielenie zasilania wodą lodową na dwa agregaty zasilające:

- układy KN1/KW1 – KN5/KW5
- układy KN6/KW6 – KN7/KW7

Zgodnie z obliczeniowym zapotrzebowaniem na chłód [kW] należy przyjąć dwa urządzenia kompaktowe ze skraplaczami chłodzonymi powietrzem, dwusprężarkowe, z pompą obiegową, naczyniem rozszerzalnym i zaworem bezpieczeństwa o wydajności chłodniczej odpowiednio:

- układy KN1/KW1 – KN5/KW5 obejmujące Oddział Kardiochirurgii – agregat o mocy 165 kW (np. firmy Schiessl o wydajności chłodniczej do 166,1 kW – przemysłowy agregat wody lodowej chłodzony powietrzem, wyposażony w sprężarkę spiralną R410A lub inny o podanych parametrach)
- układy KN6/KW6 – KN7/KW7 obejmujące Oddziały: Neurologii i Psychiatrii – agregat o mocy 36,5 kW (dobór jak powyżej, agregat o mocy 39,2 kW)

Należy również rozważyć zmianę lokalizacji agregatów, umieszczenie ich na gruncie, podziemne dojście do budynku oraz montaż pomp obiegowych w celu wtłoczenia wody lodowej na poddasze do centrali klimatyzacyjnych. Rozwiązanie to, pomijając wagę agregatu, charakteryzuje się zasadniczymi korzyściami, wynikającymi z umieszczenia rur pod ziemią, pod strefą przemarzania. Spowoduje to brak dodatkowego i nadmiernego ogrzewania się wody w rurach w wyniku kontaktu latem z czynnikami zewnętrznymi: upalnym powietrzem zewnętrznym i promieniowaniem słonecznym oraz ogranicza do minimum ryzyko zamarznięcia instalacji zimą.