

Ełk 03-12-2010r.

DWD TECHNIK
19-300 Ełk
Ul. Kilińskiego 39A/2

“DWD TECHNIK”
19-300 EŁK, ul. Kilińskiego 39A/2
tel. 0502 229 704
REGON 050039606 NIP 542-198-17-36

**„Koncepcja funkcjonalno-użytkowa
modernizacji systemu energetycznego Bursy Szkolnej w Ełku
z zastosowaniem odnawialnych źródeł energii”**

Dla inwestycji:

***Zmniejszenie energochłonności budynków Bursy Szkolnej w Ełku
przy zastosowaniu odnawialnych źródeł energii***

Zleceniodawca:

Powiat Ełcki – Bursa Szkolna w Ełku,
ul. Sikorskiego 7A, 19-300 Ełk,
NIP 848-10-03-245 REGON 790002895

umowa z dnia 23-11-2010 r.

Autorzy opracowania:

dr inż. Wiesław Załuska

dr inż. Dorota Tomaszewicz-Załuska



“DWD TECHNIK”
19-300 EŁK, ul. Kilińskiego 39A/2
tel. 0502 229 704
REGON 050039606 NIP 542-198-17-36

Dorota Tomaszewicz-Załuska
Upr. bud. do projektowania bez ogródki
w specj. instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji
i urządzeń cieplnych, wentylacyjnych, gazowych,
wodociągowych i kanalizacyjnych
Nr ewid. WAM/0114/POOS/05
Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa
Numer ewid. IS/0020/07

Ełk, grudzień 2010

SPIS TREŚCI

1. Cel, zakres i podstawy opracowania.....	3
1.1. <i>Charakterystyka Bursy Szkolnej w Ełku.....</i>	<i>5</i>
2. Charakterystyka energetyczna budynków bursy.....	6
2.1. <i>Układ ogrzewania budynków bursy</i>	<i>9</i>
3. Opinia techniczna stanu obiektu w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii.....	10
3.1. <i>Inwentaryzacja budynków, systemów i urządzeń technologicznych.</i>	<i>10</i>
3.1.1. <i>Ocena stanu technicznego konstrukcji i izolacji cieplnej budynków</i>	<i>18</i>
3.1.2. <i>Ocena stanu technicznego instalacji sieci cieplnej, grzewczej, c.w.u. i wentylacyjnej.....</i>	<i>18</i>
3.2. <i>Rozpatrywany zakres prac projektowych i termomodernizacji budynków</i>	<i>25</i>
3.3. <i>Audyt energetyczny i badanie stanu termicznego obiektu Bursy Szkolnej w Ełku na potrzeby zastosowania układu zasilania z Odnawialnych Źródeł Energii.....</i>	<i>26</i>
3. Opis rozwiązań modernizacji układu energetycznego Bursy Szkolnej w Ełku.....	27
3.1. <i>Koncepcja zamiany klasycznego systemu zasilania energetycznego na układu z zastosowaniem OZE budynków Bursy Szkolnej w Ełku.</i>	<i>27</i>
3.2. <i>Modernizacja układu wentylacyjnego budynków Bursy w Ełku</i>	<i>30</i>
3.3. <i>Zastosowanie solarnej siłowni cieplnej do zasilania Bursy Szkolnej w Ełku</i>	<i>35</i>
3.4. <i>Zastosowanie ogniw fotowoltaicznych do zasilania Bursy Szkolnej w Ełku.....</i>	<i>39</i>
3.4.1. <i>Zaproponowana technologia siłowni fotowoltaicznej dla Bursy Szkolnej w Ełku.....</i>	<i>43</i>
3.4.2. <i>Układ sterowania i nadzoru pracy siłowni solarnej</i>	<i>44</i>
3.4.3. <i>Koncepcja robocza zastosowania Odnawialnych Źródeł Energii do zasilania Bursy Szkolnej w Ełku.....</i>	<i>46</i>
3.4.3.1. <i>Wskazanie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną – Bursa nr I.....</i>	<i>46</i>
3.4.3.2. <i>Wskazanie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną – Bursa nr II</i>	<i>47</i>
4. Analiza wariantowa zastosowania solarnego układu zasilania i odzysku energii dla budynku Bursy Szkolnej w Ełku.....	48
4.1. <i>Zakresy prac modernizacyjnych.....</i>	<i>48</i>
4.1.1. <i>Zestawienie zakresu, kosztów i okresu zwrotu nakładów – Bursa II, Sikorskiego 5A</i>	<i>48</i>
4.2. <i>Zestawienie wariantu realizacyjnego dla Bursy nr II, Sikorskiego 5A</i>	<i>49</i>
4.2.1. <i>Zestawienie zakresu, kosztów i okresu zwrotu nakładów – Bursa I, Sikorskiego 7A.....</i>	<i>51</i>
4.2.2. <i>Zestawienie wariantu realizacyjnego dla Bursy nr I, Sikorskiego 7A</i>	<i>51</i>
5. Wnioski i podsumowanie	54
Literatura	55

1. Cel, zakres i podstawy opracowania

Celem przedsięwzięcia jest modernizacja układu energetycznego Bursy Szkolnej w Ełku z zastosowaniem OZE. Planowana realizacja pozwoli na optymalne wykorzystanie energii odnawialnej w globalnym bilansie obiektu, ograniczając w znacznym stopniu zapotrzebowanie na energię ze źródeł konwencjonalnych (PEC i elektrowni konwencjonalnych).

Temat realizacyjny planowanej inwestycji:

Zastosowanie Odnawialnych Źródeł Energii do zasilania obiektu Bursy Szkolnej w Ełku.

Powyższe działania będą związane z optymalizacją, modernizacją i termomodernizacją wybranych układów obiektu oraz pozyskaniem energii ze źródeł solarnych oraz energii odpadowej na potrzeby energetyczne obiektu.

Planowane przedsięwzięcie ograniczy zanieczyszczenie powietrza, emisje szkodliwych gazów i pyłów do atmosfery, zwiększy lokalny bilans energetyczny wykorzystania OZE oraz atrakcyjność i konkurencyjność województwa.

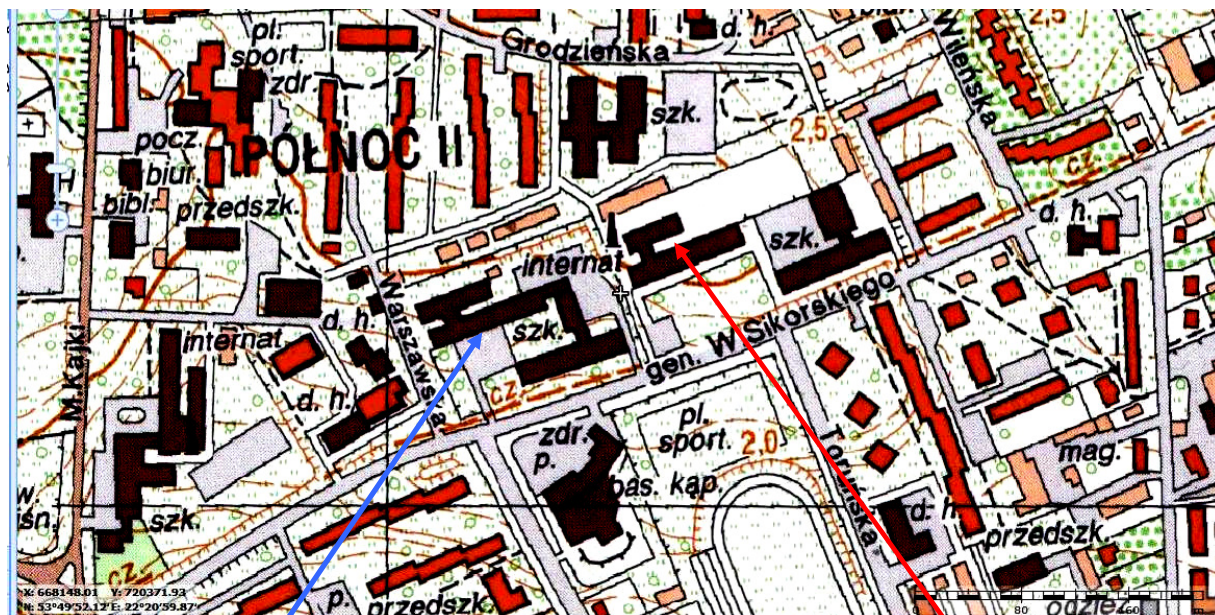
Działania te wpisują się jednoznacznie w program 6.2 działania „Ochrona środowiska przed zanieczyszczeniami..” oraz poddziałania 6.2.1 „Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii”.

Konkurs RPO ma formułę zamkniętą.

Zadanie nr 1 – Energia odnawialna: słoneczna

Rodzaje projektów podlegających dofinansowaniu:

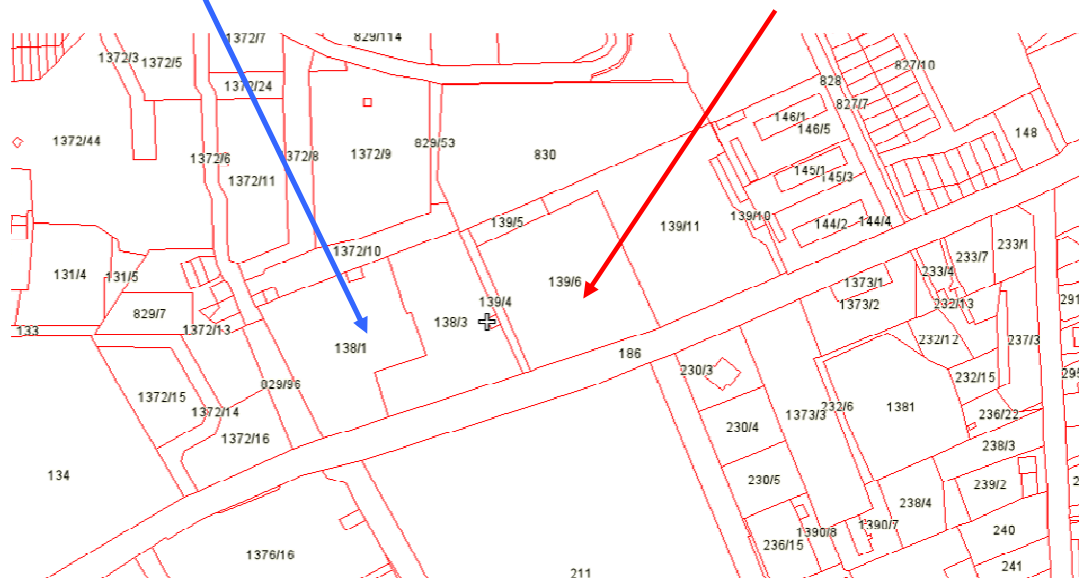
- 1) inwestycje w infrastrukturę wytwarzania, magazynowania i przesyłu energii odnawialnej w oparciu o energię słoneczną, np.:*
 - a) kompleksowa modernizacja systemów grzewczych dla obiektów użyteczności publicznej z zastosowaniem OZE, obejmująca źródło – przesył - odbiór.*
 - b) budowa i modernizacja sieci elektroenergetycznych umożliwiających przyłączenie jednostek wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w oparciu o energię słoneczną,*
 - c) inwestycje wykorzystujące nowoczesne technologie oraz know-how w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł energii w oparciu o energię słoneczną.*



Rys. 1. Mapa sytuacyjna usytuowania budynków Bursy

- Budynek Bursy nr II – ul. Sikorskiego 5A

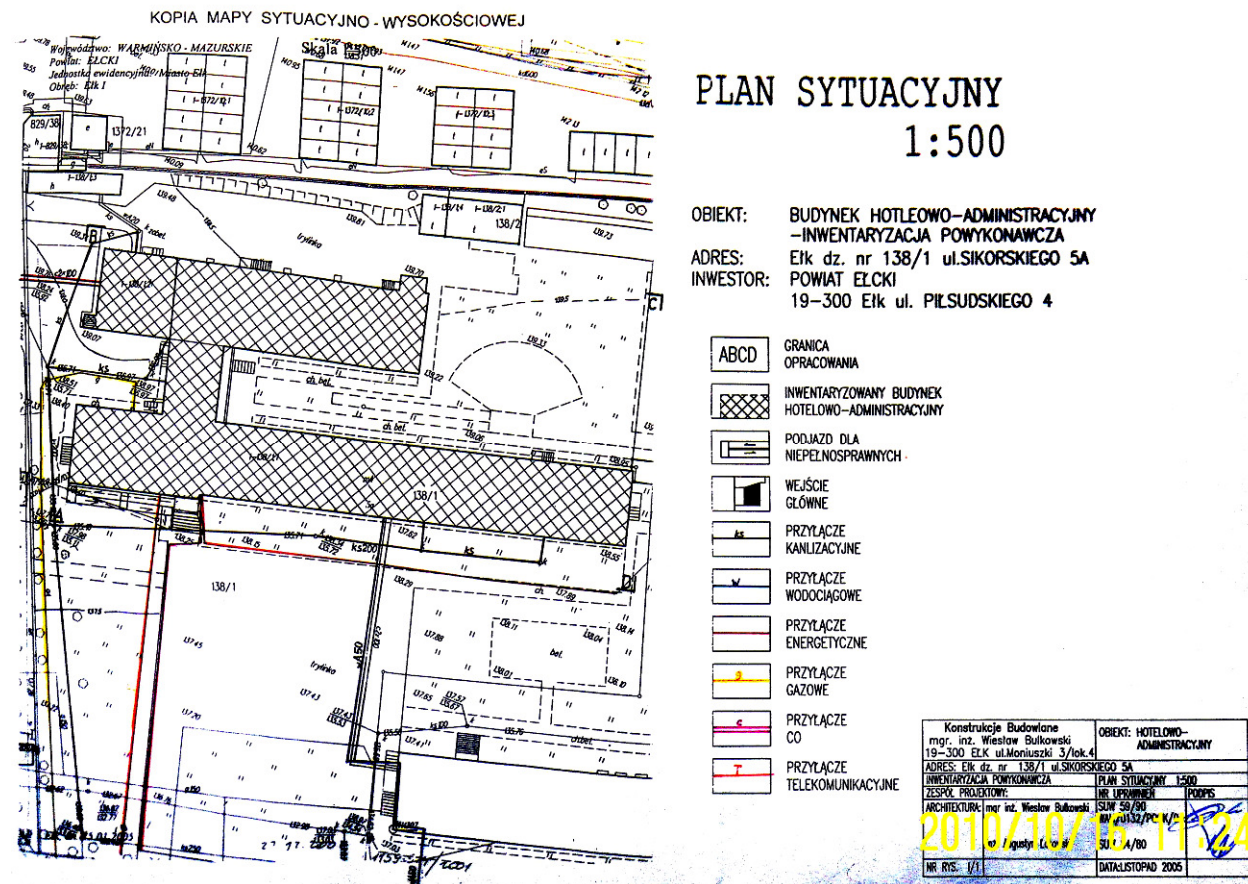
- Budynek Bursy nr I – ul. Sikorskiego 7A



Rys. 2. Mapa terenu i układu infrastruktury technicznej Bursy Szkolnej w Elku



Rys. 3. Widok satelitalny na Bursę Szkolną w Elku i przyległe tereny <http://maps.geoportal.gov.pl>
Bursa nr II – Sikorskiego 5A Bursa nr I – Sikorskiego 7A



Rys. 4. Plan sytuacyjny terenu wokół bursy nr II

1.1. Charakterystyka Bursy Szkolnej w Elku

Bursa szkolna jest zlokalizowana w Elku przy ulicy Sikorskiego 5a na działce ewidencyjnej nr 138/1 i Sikorskiego 7a na działce ewidencyjnej nr 139/6.

Współrzędne geograficzne:

Budynek: Sikorskiego 5a

Sikorskiego 7a

Szerokość: N: 53°49'52,69" N: 53° 49' 53,83''
Długość: E: 22°20'43,37" E: 22°20'51,85"

Dane ogólne:

Bursa nr I, ul. Sikorskiego 7A

1. Dane ogólne		
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji nadziemnych	- 1 – część „C” , „B” i łącznik „A2” - 2 – część „A2” - 4 – część „A1”
3.	Kubatura części ogrzewanej (pomieszczeń ogrzewanych)[m ³]	10 615
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	6 305,10
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	94,22 + 1415,50
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	4 091,80
7.	Liczba mieszkań	2
8.	Liczba osób użytkujących budynek (średnia dobową)	240 (95)
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	z sieci miejskiej
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	centralne z sieci miejskiej
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ² / m ³]	0,49
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	częściowo podpiwniczony

Bursa nr II, ul. Sikorskiego 5A

1. Dane ogólne		
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji nadziemnych	- 1 – część „C” , „B” i łącznik „A2” - 2 – część „A2” - 4 – część „A1”
3.	Kubatura części ogrzewanej (pomieszczeń ogrzewanych)[m ³]	10 375
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	6 305,10
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	94,22 + 1415,50
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	3 971,80
7.	Liczba mieszkań	2
8.	Liczba osób użytkujących budynek (średnia dobową)	170 (55)
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	z sieci miejskiej
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	centralne z sieci miejskiej
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ² / m ³]	0,49
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	nie podpiwniczony

2. Charakterystyka energetyczna budynków bursy

Zgodnie z aktualnymi wymaganiami "Warunków technicznych..." "Budynek i jego instalacje grzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne powinny być zaprojektowane i wykonane

w taki sposób, aby ilość energii cieplnej, potrzebnej do użytkowania budynku, zgodnie z jego przeznaczeniem, można było utrzymać na racjonalnie niskim poziomie". Wymagania powyższe zostaną spełnione, jeżeli "Wartość wskaźnika E określającego obliczeniowe zapotrzebowanie na energię końcową (ciepło) do ogrzania budynku w sezonie ogrzewczym, wyrażone ilością energii przypadającą w ciągu roku na 1m³ kubatury ogrzewanej części budynku jest mniejsza od wartości granicznej E, a także, jeżeli przegrody budowlane odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej, oraz innym wymaganiom określonym w załączniku do rozporządzenia". Wartości graniczne współczynnika E są zależne od kształtu budynku i podane w rozporządzeniu.

Wskaźniki sezonowego zapotrzebowania na ciepło E obliczać należy zgodnie z Polską Normą dotyczącą obliczeniowego sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzania budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego PN-B-02025.

Charakterystyka energetyczna budynku Bursy nr I

Charakterystyka energetyczna budynku Bursy nr I ul. Sikorskiego 7A		Stan aktualny	Po modernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	343,98 ¹⁾	179,42
2.	Obliczeniowa max moc cieplna systemu grzewczego na przygotowanie c.w.u. [kW]	62,64 ²⁾	62,64
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 048,51	737,25
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu c.o. [GJ/rok]	3 374,25	227,85
5.	Obliczeniowe średnie zapotrzebowanie na ciepło na cele wentylacyjne z odzyskiem ciepła	—	44,35
6.	Obliczeniowe średnie zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	802,44	527,74
7.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	3 500,0 ³⁾	—
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	130,10	61,20
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	214,30	18,91
10.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ³ ·rok)]	82,69	7,29
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ na c.o. [zł/GJ]	36,68	138,61
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na c.o. [zł/MW/m-c]	8 577,31	19 556,60
3.	Opłata za 1 GJ na c.w.u. [zł/GJ]	36,68	36,68
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na c.w.u. [zł/MW/m-c]	8 577,31	8 577,31
5.	Opłata abonamentowa na c.o. [zł/pkt.pom./m-c]	—	98,04
6.	Opłata abonamentowa na c.w.u. [zł/pkt.pom./m-c]	—	—
7.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej [zł/m ³]	16,38	11,78
8.	Opłata roczna za ogrzewanie i c.w.u. ⁴⁾ [zł/rok]	195 054,0	79 229,0
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]			

Planowane koszty całkowite	[zł]	
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	80,8
Premia termomodernizacyjna	[zł]	
Roczna oszczędność kosztów energii ⁵⁾	[zł/rok]	115 825,0

Charakterystyka energetyczna budynku Bursy nr II

Charakterystyka energetyczna budynku Bursy nr II ul. Sikorskiego 5A		Stan aktualny	Po modernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	258,76 ¹⁾	200,23
2.	Obliczeniowa max moc cieplna systemu grzewczego na przygotowanie c.w.u. [kW]	42,81 ²⁾	42,81
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 584,02	1 112,27
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu c.o. [GJ/rok]	2 511,13	1 123,03
5.	Obliczeniowe średnie zapotrzebowanie na ciepło na cele wentylacyjne z odzyskiem ciepła	—	25,81
6.	Obliczeniowe średnie zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	548,52	333,15
7.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	2 250 ³⁾	—
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	100,60	70,70
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	159,48	71,38
10.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ³ ·rok)]	61,51	27,56
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ na c.o. [zł/GJ]	36,68	36,68
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na c.o. [zł/MW/m-c]	8 577,31	8 577,31
3.	Opłata za 1 GJ na c.w.u. [zł/GJ]	36,68	36,68
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na c.w.u. [zł/MW/m-c]	8 577,31	8 577,31
5.	Opłata abonamentowa na c.w.u./c.o. [zł/pkt.pom./m-c]	—	—
6.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej [zł/m ³]	16,38	11,11
7.	Opłata roczna za ogrzewanie i c.w.u. [zł/rok]		
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu		[zł]	
Planowane koszty całkowite		[zł]	
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię		[%]	51,6
Premia termomodernizacyjna		[zł]	
Roczna oszczędność kosztów energii ⁴⁾		[zł/rok]	62 412,0

2.1. Układ ogrzewania budynków bursy

Podstawowym źródłem zasilania obiektu w energię ciepłą jest kotłownia Osiedlowa „Świt” w Elku dostarczająca ciepło z sieci zewnętrznej przesyłowej.

Wybierając system zaopatrzenia w energię ciepłą należy przeanalizować możliwość jej uzyskania przynajmniej uzupełniając z niekonwencjonalnych jej źródeł. Podwyższa to koszt inwestycji, lecz w dłuższym okresie czasu może zainteresować inwestora ze względu na niższe koszty eksploatacyjne. Właściwa gospodarka ciepłą i właściwe jej skojarzenie z systemami wentylacyjnymi jest jednym z najważniejszych czynników efektywności ekonomicznej obiektu.

Nie można na przykład sobie wyobrazić oszczędnej gospodarki ciepłej np. gdy inwestor niewłaściwie lub niedostatecznie ociepli budynek i zastosuje ogrzewanie słoneczne, pompę ciepła lub odzysk ciepła z powietrza wentylacyjnego.

3. Opinia techniczna stanu obiektu w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii.

Przedmiotem niniejszej opinii technicznej jest obecna ocena stanu cieplnego budynków BURSYY w Ełku. W zakresie oceny uwzględniono istniejący stan izolacji cieplnej budynków, stolarki okiennej, sieci cieplnej, węzłów co, instalacji grzewczej c.o. i ciepłej wody użytkowej c.w.u., wentylacji, instalacji wod-kan w dwóch budynkach bursy zlokalizowanych w Ełku przy ulicy Sikorskiego 5A i 7A.

PODSTAWA OPRACOWANIA:

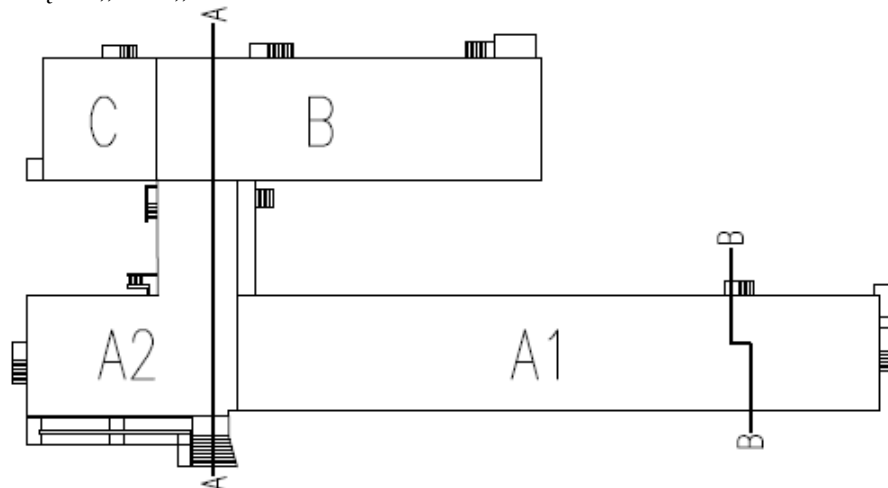
- Zlecenie Inwestora
- P.T. klimatyzacji i wentylacji mechanicznej
- P.T. technologii węzła cieplnego
- P.T. instalacji centralnego ogrzewania grzejnikowego
- P.T. instalacji wod-kan
- Inwentaryzacja, pomiary i badanie stanu technicznego urządzeń i instalacji.

3.1. Inwentaryzacja budynków, systemów i urządzeń technologicznych.

Na podstawie przeprowadzonej wnikliwej analizy istniejącego stanu rozpatrywanych obiektów dokonano oceny elementów technicznych budynków charakteryzujący ich obecny stan, zużycie techniczne i moralne.

Dane techniczne budynków 5A i 7A:

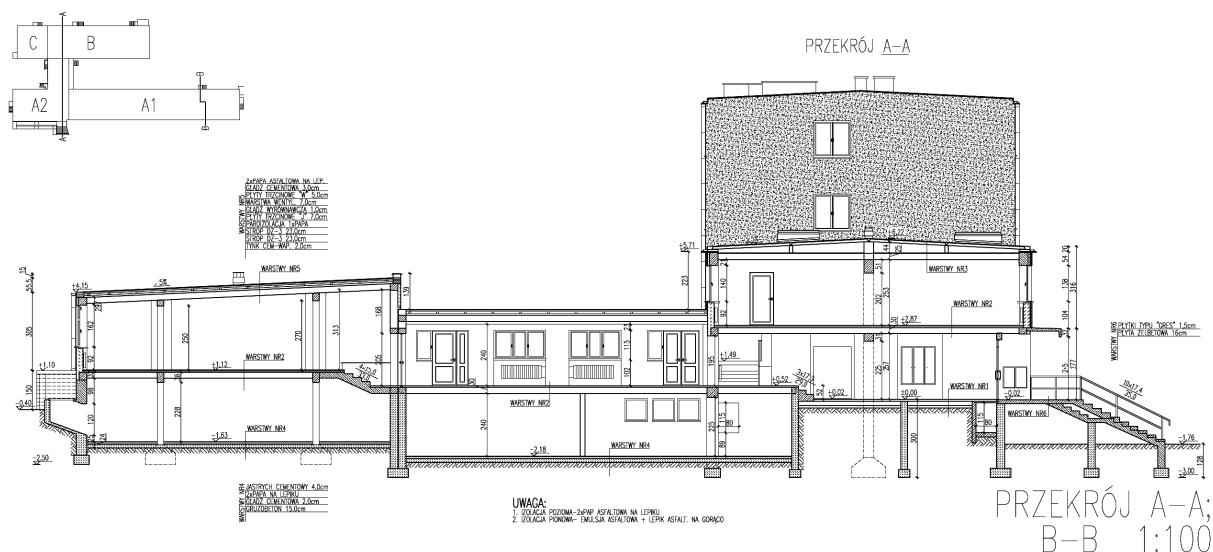
Oba obiekty zostały zbudowane w tradycyjnej technologii z lat 60 -70 ubiegłego wieku. Oba kompleksy budynków są bliźniacze konstrukcyjnie lecz obecnie posiadają odmienny stan techniczny ocieplenia ścian zewnętrznych, węzłów ciepłych oraz przeznaczenia niektórych pomieszczeń w części „B” i „C”.



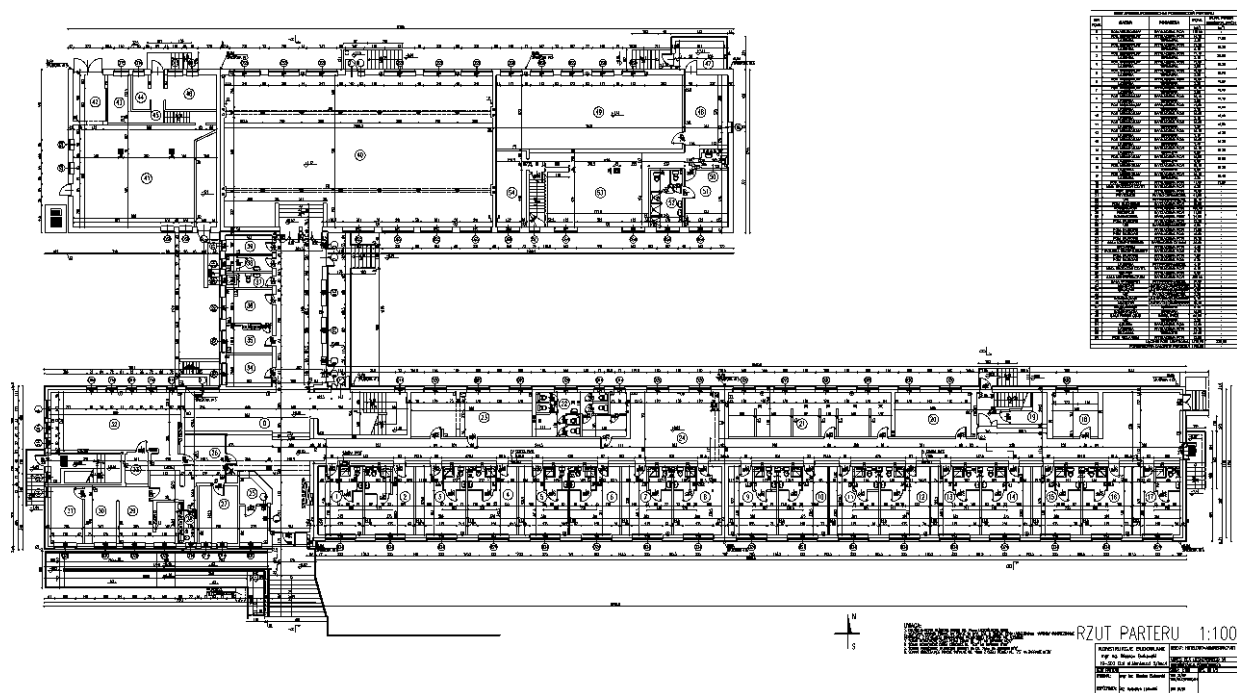
Rys. 5. Schemat przeznaczeni części budynków bursy

Budynek 5A składa się z trzech części: „A” – mieszkalnej, (A1 – część hotelowa 4 kondygnacyjna o powierzchni $1415,5 \text{ m}^2$ i kubaturze $3\,623,68 \text{ m}^3$, A2 – część mieszkalna – 2 kondygnacyjna), części „B” - zespół pomieszczeń wykładowych, sala konferencyjna – o powierzchni 238 m^2 i kubaturze 690 m^3 oraz Club Fitness (sala aerobiku, siłownia, solarium i pomieszczenia techniczne części „C” – była kotłownia, a obecnie sklep ogólnospożywczy, magazyny i – te obiekty nie mają bezpośredniego połączenia z pozostałą częścią budynku).

Budynek 5A w roku 2006 został ocieplony styropianem o grubości 6 cm o współczynniku przenikania na poziomie $0,43 \text{ m}^2\text{K/W}$ oraz wymieniono stolarkę okienną na okna szczelne PCV. Węzeł cieplny w bardzo złym stanie technicznym oraz pozostawiono starą instalację grzewczą c.o..



Rys. 6. Przecznój przez konstrukcję budynku bursy



Rys. 7. Rzut na parter budynku bursy

Bursa nr II – ul. Sikorskiego 5A

Szczegółowe informacje techniczne zawarte są w opracowaniu „Inwentaryzacja powykonawcza Budynku Hotelowo-Administracyjnego” Elk dz. nr 138/1 ul, Sikorskiego 5A z roku 2006.



Rys. 8. Widok z kierunku ulicy na parking i budynek Bursy nr II Sikorskiego 5A



Rys. 9. Widok Bursy nr II na łącznik i część mieszkalną 2 kondygnacyjną (mieszkania nauczycieli)



Rys. 10. Widok od strony północnej części B Bursy nr II - aula i Club Fitness



Rys. 11. Widok od strony wschodniej na budynki bursy nr II - 5A

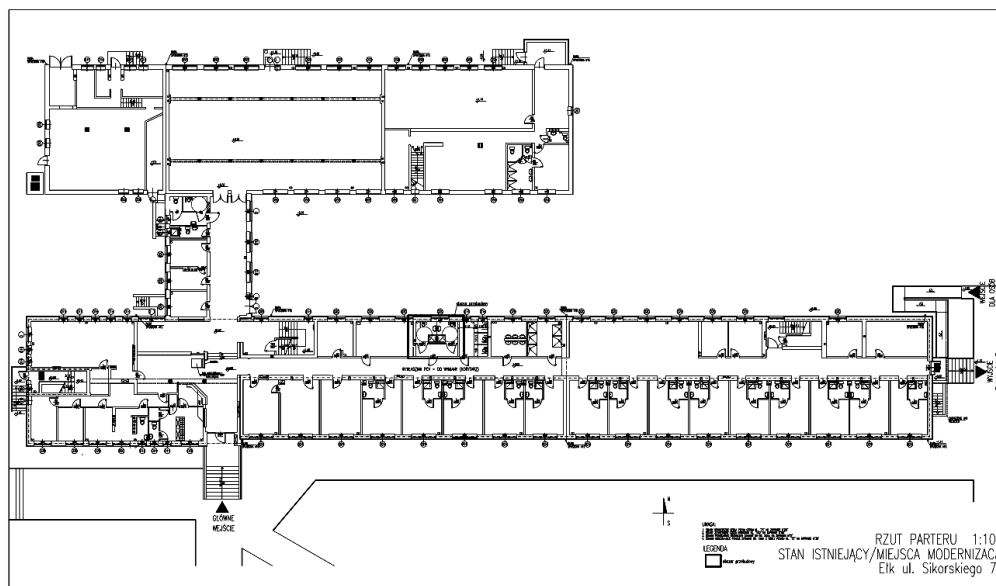
Rys. 12. Widok holu w części mieszkalnej - hotelowej (stare grzejniki)



Rys. 13. Widok na korytarz w części pomieszczeń hotelowych

Bursa nr I – ul. Sikorskiego 7A

Budynek 7A o identycznych danych gabarytowych i pierwotnej technologii wykonania zawiera w części „B” stołówkę i kuchnię.



Rys. 14. Rzut na parter budynku Bursy nr I - Sikorskiego 7A

Obiekt nie był ocieplany i posiada bardzo wysoki współczynnik przenikania na poziomie $u = 1,2 \text{ m}^2\text{K/W}$ i znacznie odbiega od wymaganego normami $0,3 \text{ m}^2\text{K/W}$. Wymieniono prawie wszystkie okna na szczelne z PCV o współczynniku przenikania $1,1 \text{ m}^2\text{K/W}$.



Rys. 15. Widok bursy nr I od strony wjazdu Sikorskiego 7A



Rys. 16. Widok na wejście do bursy i budynek 2 kondygnacyjny (część mieszkalna nauczycieli)



Rys. 17. Widok budynku bursy nr I z kierunku południowo – wschodniego



Rys. 18. Widok budynku mieszkalno - hotelowego 4 kondygnacyjnego



Rys. 19. Widok od strony północnej na budynek kuchni, stołówki i wynajmowanych pomieszczeń technicznych



Rys. 20. Widok od strony zachodniej wejścia do budynku mieszkalnego 2 kondygnacyjnego - mieszkania nauczycieli



Rys. 21. Pomieszczenie klubowe w podpiwniczeniu budynku 7A. Okna i grzejniki do wymiany – brak wentylacji

W budynku wymieniono węzeł cieplny bez modernizacji instalacji c.o. W obu budynkach zlikwidowano łazienki ogólnodostępne a wykonano węzły sanitarne w poszczególnych pokojach hotelowych zmniejszając ilość z 4 do 3 osób zamieszkujących.



1. Ocena stanu technicznego konstrukcji i izolacji cieplnej budynków.
2. Ocena stanu technicznego instalacji sieci ciepłej, grzewczej, wod –kan, wentylacyjnej.
3. Ocena stanu technicznego pomieszczeń technicznych (kuchnia, aule, sale dydaktyczne i biurowe).

3.1.1. Ocena stanu technicznego konstrukcji i izolacji cieplnej budynków

Oba budynki bursy część A – mieszkalna, B – dydaktyczno konferencyjna oraz C – techniczna (była kotłownia, węzeł, sala konferencyjne i dydaktyczne) były wykonane w technologii cegły kratówki o grubości 38 i 25 cm.

Budynek Bursy nr II – Sikorskiego 5A został ocieplony styropianem o grubości 6 cm mają współczynnik przenikania na poziomie 0,43 m²K/W oraz wymieniono okna drewniane na szczelne z PCV o współczynniku przenikania równym 1,1 m²K/W.

3.1.2. Ocena stanu technicznego instalacji sieci cieplnej, grzewczej, c.w.u. i wentylacyjnej.

1. Zasilanie budynki w energię ciepłą.

Obecnie oba budynki bursy zlokalizowane przy ul. Sikorskiego 5A i 7A są zasilane z kotłowni lokalnej SM „Świt”. Upřednio zasilanie było realizowane z własnych kotłowni węglowych obecnie zdemontowanych.

2. Węzły ciepłne

Budynek Bursy nr II – Sikorskiego 5A

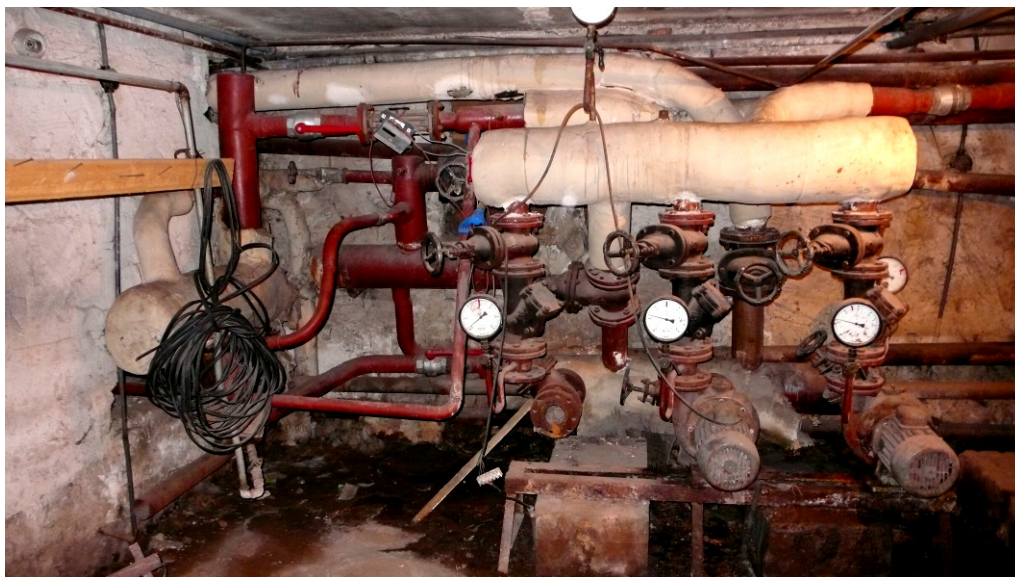
Węzeł w budynku 5A zasila w c.o. budynek bursy nr II oraz budynek szkoły średniej (niezależny licznik energii) oraz dostarcza ciepłą wodę na potrzeby mieszkańców pomieszczeń hotelowych i budynku A1.

Węzeł ciepłny usytuowany w budynku 5A jest obiektem przestarzałym zasilany z kotłowni lokalnej SM „Świt”. Upřednio był zasilany z kotłowni węglowej (obecnie zdemontowanej).



Rys. 22 Widok wymienników w węźle budynku 5A – węzeł do modernizacji

Jako wymienniki są zainstalowane stare mało wydajne i awaryjne wymienniki typu rura w rurze oraz brak jest nowoczesnej aparatury sterującej i pomiarowej. Z uwagi na bardzo zły stan techniczny węzeł jest przewidziany do całkowitej wymiany.



Rys. 23. Układ rozdzielaczy i pomp zasilających w węźle budynku 5A – do modernizacji

Budynek Bursy nr I – Sikorskiego 7A

Węzeł w budynku 7A zasila budynek bursy nr I w c.o. oraz dostarcza ciepłą wodę na potrzeby mieszkańców pomieszczeń hotelowych i budynku A1.

Węzeł cieplny usytuowany w budynku 7A jest obiektem zmodernizowanym i jest zasilany z kotłowni lokalnej SM „Świt”. Upřednio był zasilany z kotłowni węglowej (obecnie zdemonstrowanej).



Rys. 24. Węzeł cieplny w budynku 7A



Rys. 25. pompa obiegowa instalacji węzła cieplnego - budynek 7A

3. Instalacja grzewcza wewnętrzna

Instalacja grzewcza wewnętrzna c.o. pochodzi z lat 70 i jest technicznie zużyta. Z uwagi na częste awarie i problemy z regulacją i dogrzewaniem pomieszczeń nadaje się do całkowitej wymiany wraz z siecią przewodów, grzejnikami i armaturą kontrolno – regulującą.





4. Wentylacja pomieszczeń

Główne części obu budynków posiadają wyłącznie wewnętrzną instalację wentylacji grawitacyjnej.

1. Wentylacja grawitacyjna działa bez odzysku ciepła z powietrza wywiewanego.
2. Sprawność i ilość powietrza wentylowanego doprowadzana do poszczególnych pomieszczeń jest niska i z uwagi na brak układów regulujących dość przypadkowa. Dokonane pomiary wykazały niską ilość wymian w poszczególnych pokojach mieszkalnych.
3. Wprowadzenie punktów sanitarnych zlokalizowanych w poszczególnych pokojach hotelowych z sanitariatów wspólnych, podniosło znacznie standard mieszkańców lecz

pogorszyło komfort i jakość wentylacji. Przy niskiej sprawności wentylacji i odbiorowi wilgoci w pomieszczeniach sanitarnych jest duże zawilgocenie, a w tym i ścian.



Rys. 26. Widok kratki wywiewnej i węzła sanitarnego.

4. Po wymianie stolarki drewnianej na szczelną z PCV występuje problem cyrkulacji powietrza wentylacyjnego co prowadzi do niskiej krotności wymian ocenianej na $i < 0,3$ na godzinę oraz zawilgocenia. Świadczy o tym niższe rzeczywiste zużycie energii na cele grzewcze od obliczonego w audycie.

5. Wietrzenie i otwieranie okien poprawia komfort mieszkańców, prowadzi jednak do wychładzania pomieszczeń (brak odzysku ciepła z wentylacji).



Rys. 27. Widoczny brak właściwej wentylacji (wilgoć i zniszczenie ściany).

6. Obecnie pomieszczenia te nie spełniają norm i wytycznych dotyczących jakości powietrza wentylowanego.

7. Pomieszczenia stołówki i auli dydaktycznej zlokalizowanych w części B obu budynków posiadają wyłącznie wentylacje wyciągową usytuowaną na dachu budynków (brak odzysku ciepła z wentylacji).



Rys. 28. Widok kratki wywiewnej w sali stołówki i auli

8. W czasie prowadzenia zajęć w auli i pomieszczeniach konferencyjnych występuje znaczny zaduch i zanieczyszczenie powietrza.
9. W okresie letnim pomieszczenia audytoryjne, biurowe i dydaktyczne charakteryzują się wysokimi temperaturami pochodzącymi od nasłonecznienia i ciepła emitowanego z przebywających w nich osób.
10. Pomieszczenia kuchni zlokalizowane w części B budynku 7A posiadają starą nie działającą wentylację nawiewną i wyciągową zlokalizowaną na dachu budynku, bez odzysku ciepła.



Rys. 29. Widok wywiewników na dachu stołówki i kuchni - budynek 7A

11. Praktycznie wentylacja odbywa się przez wyciągi miejscowe nad urządzeniami technicznymi kuchni oraz przez otwieranie okien. Występuje bardzo duże zawilgocenie pomieszczeń technicznych kuchni.

Wnioski:

1. Instalację wentylacyjną budynku pochodzącą z lat 70 ubiegłego wieku są w bardzo złym stanie technicznym i nie spełniają obecnych norm sanitarnych i cieplnych.
2. Należy wprowadzić wysokosprawną wentylację nawiewno – wywiewną z odzyskiem ciepła oraz miejscową klimatyzację wybranych pomieszczeń.
3. W przypadku planowanego docieplenia budynku konieczne jest zastosowanie wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła z powietrza wywiewanego.

4. Pominięcie tego faktu i pozostawienie wentylacji grawitacyjnej prowadzić będzie do ponoszenia kosztów w wysokości 40% ÷ 60% zakupu energii, jedynie na cele podgrzewu powietrza nawiewanego do pomieszczeń. Wprowadzenie pełnej wentylacji nawiewno – wywiewnej z wysokosprawnym odzyskiem ciepła w rekuperatorze pozwala odzyskać energię z wentylacji w wysokości 85 ÷ 90%.
5. Celowym jest rozpatrzenie zastosowania wstępnego podgrzewu powietrza w gruntowym wymienniku powietrza GWC. Pozwoli to na ogrzanie zimnego powietrza (z temperatur -24°C do 1°C) w okresie zimowym i nawiew do pomieszczeń chłodnego powietrza o temperaturze $\sim 19^{\circ}\text{C}$ w czasie letnich upałów (wentylacja naturalna).
6. Należy jednak brać pod uwagę iż przy zastosowaniu wysokosprawnego odzysku energii z rekuperatorów efektywność GWC spada.
7. Należy rozpatrzyć celowość zastosowania GWC do poprawy klimatyzacji naturalnej w wybranych pomieszczeniach (sale audytoryjne, dydaktyczne i biurowe).

Zalecenia:

1. Wprowadzenie wentylacji wysoko sprawnej wentylacji nawiewno – wywiewnej z wysoko sprawną rekuperacją (odzyskiem energii z wywiewanego powietrza) w całym prawidłowo ocieplonym budynku 7A.
2. Z racji na zbyt małe ocieplenie budynku 5A (współczynnik przenikania na poziomie $u = 0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$ wobec obecnie wymaganych $u > 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$), modernizacja wentylacji jest celowa lecz przyniesie znacznie niższe oszczędności. Poprawi jednak komfort użytkowników i stan pomieszczeń.
3. Wymiana wentylacji nawiewno - wywiewnej z rekuperacją w pomieszczeniach kuchennych oraz odciągów miejscowych .
4. Wykonanie wentylacji nawiewno-wywiewnej z rekuperacją w pomieszczeniach dydaktycznych i technicznych (aula, sala stołówki, sale konferencyjne, pomieszczenia biurowe). Zastosowanie miejscowej klimatyzacji lub gruntowego wymiennika ciepła GWC.
5. Brak jest wiarygodnych danych pomiarowych i parametrów eksploatacyjno – kosztowych pracy tych instalacji.
6. Wentylacja i odciągi w pozostałych pomieszczeniach funkcjonują na zasadzie wentylacji grawitacyjnej lub wyciągów miejscowych, bez układu sterowania i odzysku ciepła z wentylacji.

Według obowiązujących przepisów dla ilości powietrza wentylacyjnego $V \geq 2000 \text{ m}^3/\text{h}$ należy stosować centrale z odzyskiem ciepła.

Każda maszyna wentylacyjna powinna posiadać wydajny system odzysku ciepła z powietrza wywiewanego około 75% ÷ 85%. Należy również sprawdzić ilości powietrza wentylacyjnego dla funkcji poszczególnych pomieszczeń z wytycznymi normatywnymi i projektowymi.

Pozostałe centrale powinny być zbilansowane w zależności od funkcji pomieszczeń:

- Dla budynku Bursy powinny wskazane jest zastosowanie trzech central wentylacyjnych.
- Centrala 1 nawiewno-wywiewna z wymiennikiem obrotowym lub przeciwprądowym – pomieszczenia hotelowe $t_n=20^{\circ}\text{C}$,
- Centrala 2 klimatyzacyjna nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła i GWC – sale dydaktyczne, aula i biurowe $t_n=19 - 20^{\circ}\text{C}$,
- Centrala 3 nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła krzyżowym produkcji np. VTS – kuchnia $t_n=20^{\circ}\text{C}$,

Należy zwrócić uwagę na wywiew z pomieszczeń WC – powinien być indywidualny, nie można łączyć wywiewu z WC z wywiewem z innych pomieszczeń. Ponadto należy zwrócić uwagę na wywiew grawitacyjny. Według obecnie obowiązujących przepisów, w trakcie

działania wentylacji mechanicznej nie powinna działać grawitacja. Prowadzi to do zjawiska odwrotnego ciągu powietrza. Na kanałach grawitacyjnych można zamontować kratki wentylacyjne z możliwością ich zamknięcia(ręczne lub z siłownikiem).

3.2. Rozpatrywany zakres prac projektowych i termomodernizacji budynków

W wyniku przeprowadzonej analizy istniejącego stanu technicznego budynków, izolacji termicznej, instalacji grzewczych, zasilających i wentylacyjnych przyjęto rozpatrzeć następujący zakres prac termomodernizacyjnych.

Budynek 7A

1. Kompleksowe ocieplenie obiektu (budynek nie był ocieplany i posiada bardzo wysoki współczynnik przenikania na poziomie $u = 1,2 \text{ m}^2\text{K/W}$) celem dostosowania do obecnych normatywnego współczynnika przenikania ciepła przez przegrody budowlane $u = 0,3 \text{ m}^2\text{K/W}$:
 - a. Ocieplenie stropodachu
 - b. Wymianę pokrycia dachu, izolacja cieplna nad stołówką i kuchnią
 - c. Dokończenie wymiany okien drewnianych i luksfer na PCV
 - d. Ocieplenie ścian zewnętrznych
 - e. Wymianę drenaży i ewentualne ocieplenie wokół fundamentów budynku
2. Wymiana systemu ogrzewania na pompę ciepła o mocy $\sim 120\text{kW}$.
3. Modernizacja węzła – wprowadzenie zasobników c.w.u.
4. Wymianę instalacji c.o. z grzejnikami.
5. Wykonanie instalacji wentylacyjnej pomieszczeń kuchennych
6. Wykonanie instalacji wentylacji nawiewno-wywiewnej w budynku bursy z rekuperacją ciepła (alternatywnie zastosowanie nawiewników higrosterowane lub z regulacją ręczną).
7. Zastosowanie miejscowej instalacji wentylacyjno-klimatyzacyjnej w wybranych pomieszczeniach (sale dydaktyczne, pomieszczenia biurowe, itp.)
8. Wykonanie układu gruntowego wymiennika ciepła GWP do podgrzewu i chłodzenia powietrza wentylacyjnego
9. Zastosowanie kolektorów słonecznych do podgrzewu cwu i na cele gospodarcze kuchni.
10. Zastosowanie instalacji paneli fotowoltaicznych do zasilania budynku w energię elektryczną produkowaną ze słońca.
11. Podłączenie siłowni solarnej do sieci zewnętrznej
12. Wymiana zużytego oświetlenia na nowe energooszczędne źródła światła

Budynek 5A

1. Dodatkowa termomodernizacja budynku celem dostosowania do obecnych normatywnego współczynnika przenikania ciepła przez przegrody budowlane $u = 0,3 \text{ m}^2\text{K/W}$ z obecnie wynoszącego $0,48 \text{ m}^2\text{K/W}$
2. Wymiana systemu ogrzewania na pompę ciepła
3. Wymiana węzła cieplnego – zasobniki c.w.u.
4. Wymiana instalacji c.o. z grzejnikami
5. Izolacja i pokrycie dachu budynku papą termozgrzewalną
6. Wykonanie instalacji wentylacji nawiewno-wywiewnej w budynku bursy z rekuperacją ciepła
7. Wykonanie układu gruntowego wymiennika ciepła GWP do podgrzewu i chłodzenia powietrza wentylacyjnego

8. Zastosowanie miejscowej instalacji wentylacyjno-klimatyzacyjnej w wybranych pomieszczeniach (aula, pomieszczenia biurowe, sale konferencyjne, dydaktyczne, itp.)
9. Zastosowanie kolektorów słonecznych do podgrzewu c.w.u. i na cele gospodarcze.
10. Zastosowanie instalacji paneli fotowoltaicznych do zasilania budynku w energię elektryczną produkowaną ze słońca.
11. Wymiana zużytego oświetlenia na nowe energooszczędne źródła światła
12. Podłączenie siłowni solarnej do sieci zewnętrznej.

Do dalszej analizy przyjęto rozpatrzyć następujące parametry wyjściowe modernizacji układu zasilania energetycznego budynków Bursy nr I i II:

1. Centrala nawiewno- wywiewna z rekuperacją $\sim 8\,000\text{ m}^3/\text{h}$ o sprawności min. 75%.
2. Zastosowanie ~ 50 kolektorów o łącznej powierzchni $\sim 100\text{ m}^2$ i pozyskujące $\sim 50\text{ GJ}$ energii w miesiącach letnich (95% - 100% pokrycia zapotrzebowania) - roczne 307 GJ. Symulacja pokrycia energii z kolektorów i paneli PV dla bursy 5A.
3. Pompy ciepła dobrane do 100% lub 80% maksymalnego pokrycia energii na ogrzewanie w okresie zimowym. Celowym było by zapewnić rezerwę mocy z sieci miejskiej (wysokotemperaturowe do nagrzewnic w centralach wentylacyjnych i dla ciepła technologicznego – kuchnia).
4. W perspektywie należało by ocieplić budynek 5A. Wariant rozwojowy.
5. Dobranie mocy pompy ciepła dla ocieplonego budynku 7A (wariant 12, 14, 16 i 20 cm styropianu).
6. Alternatywne zastosowanie paneli PV elektrowni solarnej o mocy 10 lub 15 kW na każdym obiekcie.

3.3. Audyt energetyczny i badanie stanu termicznego obiektu Bursy Szkolnej w Elku na potrzeby zastosowania układu zasilania z Odnawialnych Źródeł Energii.

W ramach niniejszego opracowania wykonano audyt energetyczny opisujący zastany i przysły stan bilans energii w obiekcie w poniższym zakresie

1. Wykonanie audytu budynku Bursy Szkolnych w zakresie:
 - 1.1. Analiza zapotrzebowania energii cieplnej budynku.
 - 1.2. Zapotrzebowanie energii na potrzeby technologiczne.
 - 1.3. Zapotrzebowanie energii na wentylację
 - 1.4. Zapotrzebowanie energii dla na oświetlenie.
2. Bilans energii na potrzeby grzewcze
3. Bilans energii na potrzeby wentylacyjne: ciepło, energia elektryczna, sprawność
4. Spis i inwentaryzacja wszystkich urządzeń energetycznych: moce, sprawność, parametry, sterowanie, falowniki, propozycje modernizacji i metod oszczędności energii.
5. Przedstawienie wniosków i zaleceń dotyczące celowości i kierunków modernizacji energetycznej obiektu Bursy Szkolnych.
6. Badania termowizyjne stanu technicznego przegród budowlanych budynków Bursy Szkolnej w Elku.

3. Opis rozwiązań modernizacji układu energetycznego Bursy Szkolnej w Ełku

Na podstawie oceny istniejącego stanu obiektu oraz przeglądu dostępnych nowoczesnych technologii i urządzeń, przeprowadzonej analizy technicznej oraz ekonomicznej poniżej przedstawiano koncepcję dotyczącą celowości technicznej i ekonomicznej modernizacji energetycznych układów: cieplnych, technologicznych, przepływowych, wentylacji nawiewno – wywiewnej Bursy szkolnej w Ełku”:

3.1. Koncepcja zamiany klasycznego systemu zasilania energetycznego na układ z zastosowaniem OZE budynków Bursy Szkolnej w Ełku.

Na podstawie szerokiej analizy istniejącego stanu technicznego, bilansu zużycia nośników energii cieplnej, elektrycznej oraz mediów technicznych w tym woda sieciowa poniżej przedstawiono wariantową koncepcję zastosowania urządzeń technicznych do ograniczenia emisji ciepła oraz zastosowania solarnego układu ogrzewania i elektrowni solarnej pracującej na potrzeby energetyczne obiektu ”Bursy Szkolnej w Ełku”.

A poniższej analizie rozważono zastosowanie:

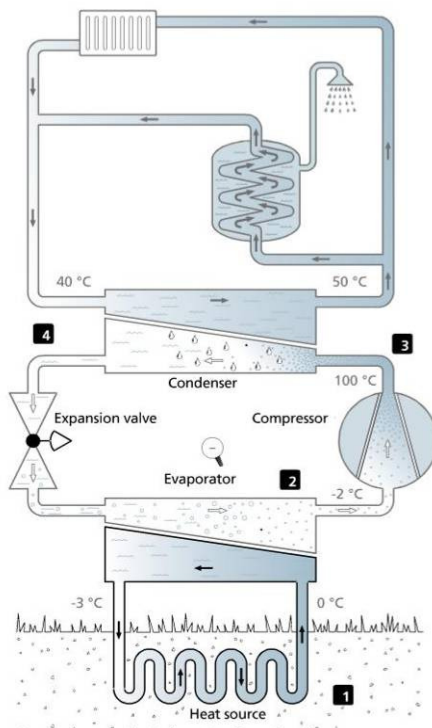
1. Termomodernizacja ścian i stropów budynków Bursy.
2. Wymiana pozostałych starych drzwi i okien na energooszczędne.
3. Modernizacja układu grzejnikowego i instalacji c.o.
4. Modernizacja technicznie przestarzałych węzłów cieplnych.
5. Zastosowanie siłowni solarnej cieplnej na cele energetyczne podgrzewu wody prysznicowej i c.w.u..
6. Siłowni solarnej fotowoltaicznej o mocy ~20kW do wytwarzania energii elektrycznej na potrzeb technologiczne i oświetleniowe obiektu (wariant rozwojowy – w wypadku pozyskania dodatkowych środków finansowych).
7. Odzysk energii odpadowej z ciepłych ścieków i c.w.u. odprowadzanych do kanalizacji (wariant mało realny i trudny do zastosowania).
8. Zastosowanie wysokowydajnej energetycznie centrali nawiewno – wywiewnej z rekuperacją do wentylacji mechanicznej.
9. Zastosowanie wysokowydajnej energetycznie wentylacji i klimatyzacji pozostałych pomieszczeń obiektu.
10. Wymianę oświetlenia na oprawy i żarówki niskoenergetyczne

Szeroką analizę istniejącego stanu i propozycje modernizacji zestawiono w zamieszczonych audytach energetycznych oraz badaniach termowizyjnych budynków.

Propozycja zmiany sposobu dostarczania ciepła na cele grzewcze i wentylacyjne – zastosowanie pomp ciepła

W projekcie planuje się zastosowanie układu pomp ciepła Viessmann np. firmy Vitocal 300-G Pro lub np. firmy NIBE-Biawar typu FIGHTER 1330 z bezpośrednim odparowaniem czynnika roboczego w wymiennikach dolnego źródła ciepła z układem sąd głębinowych w układzie pionowym. Planuje się instalację 4 pomp ciepła: Kaskadę złożoną z 2 gruntowych pomp ciepła np. FIGHTER 1330-60 kW, o łącznej mocy 120 kW, jednofunkcyjną, gruntową pompę ciepła o mocy grzewczej 60 kW, dwusprężarkową, z możliwością łączenia w kaskadę np. FIGHTER 1330-60 kW oraz jednofunkcyjną, gruntową pompę ciepła o mocy grzewczej 22 kW, dwusprężarkową, z możliwością łączenia w kaskadę. Zastosowanie instalacji pomp ciepła z bezpośrednim odparowaniem czynnika roboczego pozyskujących energię ze źródeł geotermii

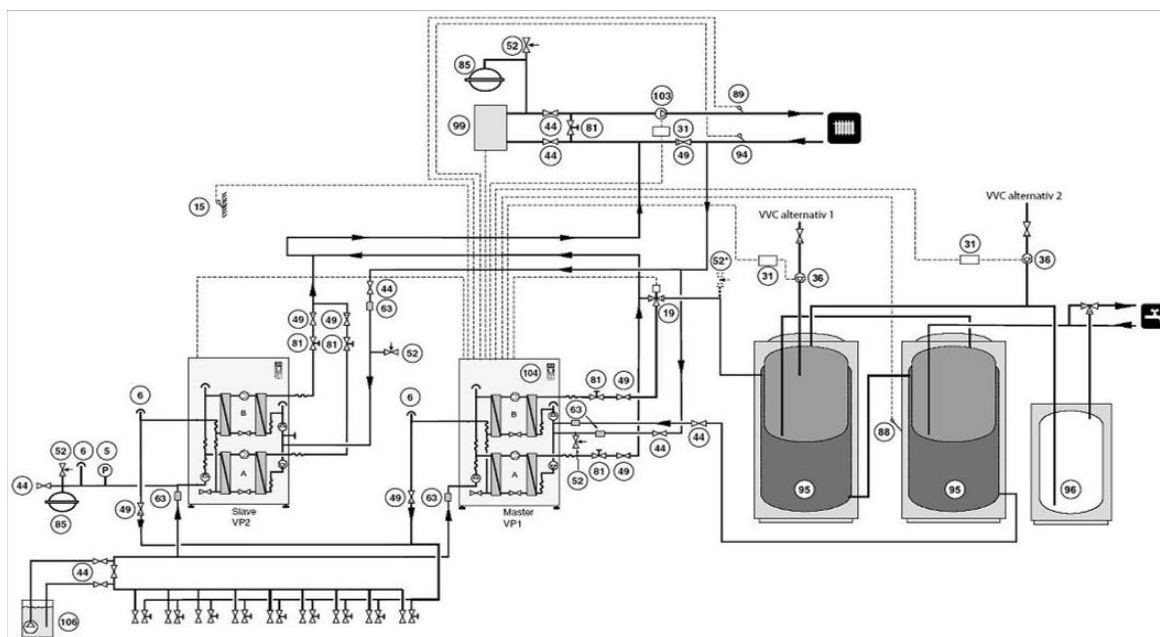
o niskiej entalpii umożliwia przetworzenie energii elektrycznej na energię cieplną ze wsp. COP sięgającego nawet 4,5 do 5.



Rys. 30. Schemat ideowy pompy ciepła

Tabela 1. Dane techniczne pomp typu FIGHTER 1330

Typ FIGHTER 1330-	22	30	40	60
Pobór mocy elektrycznej* (B0/W35)	4,8 kW	6,8 kW	9,0 kW	13,8 kW
Moc grzewcza* (B0/W35)	23,1 kW	30,8 kW	39,0 kW	60,6 kW
COP przy B0/W35	4,8	4,5	4,3	4,4
Wysokość	1580 mm (bez uwzgl. stopek 30-50 mm)			1625 mm
Szerokość	600 mm			
Głębokość	625 mm			
Waga netto	330 kg	340 kg	350 kg	359 kg
Napięcie robocze	400 V (3 fazy + zero)			
Czynnik chłodniczy	R407C			R410A
Szacunkowa wielkość dolnego źródła				
Głębokość sond pionowych**	2x150 - 3x150	3x150 - 5x150	4x170 - 5x200	6x150 - 8x180
Kolektor poziomy, długość pętli**	3x300 - 4x400	3x450 - 4x450	5x450 - 7x450	6x450 - 8x450



Rys. 31. Schemat podłączenia kaskadowego 2 pomp ciepła do celów c.o. i c.w.u.

3.2. **Modernizacja układu wentylacyjnego budynków Bursy w Elku**

Optymalne warunki dla ludzi wykonujących lekką pracę (np. praca biurowa, nauka) występują przy jednoczesnym spełnieniu następujących parametrów powietrza wewnętrznego:

- temperatura: lato 23 – 26 °C; zima 20 – 24 °C
- wilgotność względna: 40 – 60% (max 35 – 65%)
- prędkość powietrza w strefie przebywania ludzi: 0,2 – 0,5 m/s

Nie zachowanie któregokolwiek z tych parametrów może powodować u ludzi odczucie duszności, parności lub przeciągu. W zależności jednak od aktywności i odzieży człowieka, przyjmuje się różne zakresy parametrów powietrza wewnętrznego.

Wymagania normowe dotyczące wentylacji w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej

Najważniejszą normą - z punktu widzenia projektantów wentylacji - jest norma PN-83/B-03430 "Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej - Wymagania". W dniu 8 lutego 2000 roku uchwalono zmianę do tej normy PN-83/B-03430/Az3:2000.

Strumień objętości powietrza wentylacyjnego w budynku mieszkalnym jest określony przez sumę strumieni powietrza usuwanego z pomieszczeń pomocniczych. Strumienie te powinny wynosić co najmniej :

- w kuchni z oknem zewnętrznym, wyposażonej w kuchenkę gazową lub węglową - 70 m³/h
- w kuchni z oknem zewnętrznym, wyposażonej w kuchenkę elektryczną - 30 m³/h w mieszkaniu do 3 osób, - 50 m³/h w mieszkaniu dla więcej niż 3 osób
- w kuchni bez okna zewnętrznego wyposażonej w kuchnię elektryczną - 50 m³/h
- **w łazience (z WC lub bez) - 50 m³/h**
- w wydzielonym WC - 30 m³/h
- w pomocniczym pomieszczeniu bezokiennym - 15 m³/h
- w kuchni bez okna zewnętrznego, wyposażonej w kuchnię gazową, obowiązkowo z mechaniczną wentylacją wywiewną - 70 m³/h
- dla pokoju mieszkalnego oddzielonego od pomieszczeń kuchni, łazienki i WC więcej niż dwójgim drzwi lub pokoju znajdującego się na wyższym poziomie w wielopiętrowym domu jednorodzinnym lub w wielopiętrowym mieszkaniu domu wielorodzinnego - 30 m³/h

Strumień objętości powietrza wentylacyjnego powinien wynosić - dla pokoi mieszkalnych - 20 m³/h dla każdego mieszkańca lecz nie mniej niż 1 wymiana na godzinę - dla pokoi zbiorowego przebywania ludzi (świetlice, pokoje nauki, jadalnie) - 20 m³/h dla każdej przebywającej osoby - dla pokoi klimatyzowanych oraz wentylowanych o nie otwieranych oknach - 30 m³/h. Dopływ powietrza zewnętrznego do pokoi mieszkalnych oraz kuchni z oknem zewnętrznym powinien być zapewniony w następujący sposób :

a) W przypadku zastosowania okien charakteryzujących się współczynnikiem infiltracji "a" mniejszym niż 0,3 m³/(m.h.daPa^{2/3}), przez nawiewniki powietrza o regulowanym stopniu otwarcia usytuowane: - w górnej części okna (w ościeżnicy, ramie skrzydła, między ramą

skrzydła a górną krawędzią szyby zespolonej), lub - w otworze okiennym (między nadprożem a górną krawędzią ościeżnicy, w obudowie rolety zewnętrznej), albo - w przegrodzie zewnętrznej ponad oknem.

Strumień powietrza przepływającego przez całkowicie otwarty nawiewnik, przy różnicy ciśnienia po obu jego stronach 10 Pa, powinien mieścić się w granicach:

- od 20 do 50 m³/h, jeśli zastosowana jest wentylacja grawitacyjna,
- od 15 do 30 m³/h, jeśli zastosowana jest wentylacja mechaniczna wywiewna.

Strumień powietrza przepływającego przez nawiewnik, którego element dławiący znajduje się w pozycji całkowitego zamknięcia, powinien zawierać się w granicach od 20 do 30% strumienia przy jego całkowitym otwarciu.

Ocieplenie ścian budynku, wymiana stolarki okiennej na szczelną i energooszczędną jest tylko jednym z elementów poprawiającym własności energetyczne obiektu. Po termomodernizacji budynku w tym zakresie głównym odbiornikiem energii staje się wentylacja. Wraz z powietrzem usuwanym z budynku traci się od 30 do 60 % energii zużywanej zimą na ogrzewanie. Znaczną część tej energii można odzyskać stosując wysokosprawne rekuperatory. Przy prawidłowym ociepleniu, doszczelnieniu oraz zastosowaniu wysokosprawnych źródeł ciepła pozostawienie wentylacji grawitacyjnej mija się z racjonalną gospodarką energetyczną obiektu budowlanego.

Typowe centrale wentylacyjne nawiewno-wywiewne wyposażone są w dwa wentylatory odpowiedzialne za zapewnienie przepływu powietrza. Elementem decydującym o atrakcyjności energetycznej omawianych urządzeń jest wymiennik ciepła, w którym przez większą część roku powietrze czerpane z zewnątrz ogrzewa się, pobierając ciepło z powietrza usuwanego z pomieszczenia. Sprawność temperaturowa odzyskiwania ciepła dla wymienników tego typu wynosi ok. 50-95%. Zaleca się stosować wysokosprawne wymienniki obrotowe o sprawności wynoszącej do 85%, wymienniki przeciwprądowe ~90% a w przypadku zastosowania podwójnego wymiennika zwiększa się sprawność do ok. 95 %.

Systemy wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła nie są przeznaczone do całkowitego pokrywania strat ciepła budynku, czyli do pełnienia funkcji ogrzewania powietrznego. Podgrzewając powietrze nawiewane do pomieszczeń są jednak w stanie bardzo istotnie ograniczyć ilość ciepła zużywaną przez system ogrzewania. Urządzenia wentylacji mechanicznej stwarzają też możliwość filtracji powietrza dostarczanego z zewnątrz do pomieszczenia.

Obecnie budynki są wentylowane grawitacyjne, jedynie na stołówce i kuchni są miejscowe wyciągi mechaniczne bez odzysku ciepła w bardzo złym stanie technicznym.





W związku z tym proponuje się modernizację istniejącej wentylacji grawitacyjnej systemem wentylacji nawiewno wywiewnej z odzyskiem ciepła w rekuperatorze obrotowym lub przeciwproudowym. W celu podniesienia sprawności energetycznej układu wentylacji oraz komfortu pomieszczeń przewiduje się wspomaganie instalacji gruntowym wymiennikiem ciepła GWC. Zapewni to dodatkową możliwość podgrzewu zimnego powietrza z temperatur minusowych -24°C nawet do $+1^{\circ}\text{C}$ oraz chłodzenie pomieszczeń w okresie upałów letnich. Przy temperaturach powyżej 25°C doprowadzane powietrze z GWC będzie posiadało temperaturę w granicy 19°C . Z racji na całoroczne użytkowanie obiektu hotelowo – mieszkalnego takie rozwiązanie istotnie obniży koszty energetyczne oraz podniesie standard i dostosuje do obecnie obowiązujących wyższych norm higieniczno – sanitarnych.

Rozprowadzenie powietrza typu góra-góra w kanałach wentylacyjnych usytuowanych w suficie podwieszanym w korytarzu poszczególnych poziomów kondygnacyjnych. Kanały nisko profilowe o szacowanej wysokości 0,1 – 0,15 m, z rozprowadzeniem do poszczególnych pokoi hotelowych kanałami nawiewnymi i wywiewnymi z anemostatami. Powietrze nawiewane będzie o temperaturze 20°C zimą, i latem o temperaturze $18-20^{\circ}\text{C}$.

Proponuje się zastosowanie wentylacyjnej nawiewno – wywiewnej z wysokosprawnym wymiennikiem obrotowym np. typu VS-100-R-SS/PMH/SS w wykonaniu dachowym z kompletem automatyki VTS CLIMA (jednostka główna centrali zostanie przyjęta w obliczeniach projektowych) z następującymi blokami funkcyjnymi: przepustnica wielopłaszczyznowa na ssaniu i wywiewie, filtry powietrza, wymiennik obrotowy, blok wentylatorów z falownikami, nagrzewnicy, tłumiki akustyczne. Proponuje się zamontowanie układu central wentylacyjnych na dachu łącznika pomiędzy częścią B i A2 budynku bursy. Proponuje się usytuowanie tu pozostałych central wentylacyjnych i klimatyzacyjnych (wentylacja kuchni B, auli i sali stołówki B i C oraz części biurowo – konferencyjnej A2).

Przykładem może być wymiennik obrotowy, dla którego rozstaw lamel wynosi 1,2 mm. Taki rozstaw lamel zapewnia wysoką sprawność odzysku ciepła (chłodu), stosunkowo niski opór przepływu powietrza oraz możliwość zastosowania filtra wstępnego klasy F4.

W tabeli poniżej porównano zapotrzebowanie energii do zasilania wentylatorów i wymienników ciepła, dla różnych układów odzysku ciepła.

- parametry pracy centrali: nawiew/wywiew; o wydatku powietrza $10\,000\text{ m}^3/\text{h}$ / $8\,000\text{ m}^3/\text{h}$ oraz sprężu dyspozycyjnym 300 Pa / 250 Pa;
- zewnętrzne parametry obliczeniowe: zima temp. -24°C , 90% wilgotności, lato 32°C 45% wilgotności, 20°C , 60% wilgotności,
- parametry powietrza wewnątrz klimatyzowanego pomieszczenia,
- parametry zasilania nagrzewnicy wodnej $90^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{C}$, temp. odparowania w chłodnicy 6°C

Zapotrzebowanie energii		Centrala nawiewno-wyiewna bez odzysku ciepła.	Centrala nawiewno-wyiewna z wymiennikiem obrotowym	Centrala nawiewno-wyiewna z wymiennikiem krzyżowym	Centrala nawiewno-wyiewna z odzyskiem glikolowym
		VS-100-R-CH	VS-100-R-RCH	VS-100-R-PCH	VS-100-R-GCH
Moc chłodnicza	kW	95,80	71,60	80,80	88,00
Moc grzewcza	kW	134,58	62,86	73,96	80,00
Pobór mocy elektrycznej (wentylator nawiewu)	kW	3,60	4,37	4,69	4,47
Pobór mocy elektrycznej (wentylator wyciągu)	kW	1,61	2,06	2,17	2,17
Pobór mocy elektrycznej (wymiennik obrotowy)	kW		0,18		

Ze względów eksploatacyjnych celowym jest zasilanie central wentylacyjnych z wysoko parametrowego układu sieci miejskiej. Zasilanie nagrzewnic wysoko parametrowym czynnikiem grzewczym z pomp ciepła jest stosunkowo mało wydajne energetyczne. Częściowe biwalentne zasilanie z kotłowni miejskiej jest ekonomiczne w przypadku możliwych wysokich spadków temperatury poniżej – 20°C.

W Sali konferencyjnej i pomieszczeniach dydaktyczno- biurowych wskazane jest wprowadzenie klimatyzacji strefowej lub nawiewu powietrza z GWC. W pomieszczeniach kuchni planuje się wprowadzić pełną wymianę instalacji wentylacyjnej nawiewno wyiewnej z odzyskiem ciepła o szacowanej wydajności ~1500 m³/h. Szacowana ilość powietrza do wentylacji całego budynku określono wstępnie na ~5 500 m³/h.

Rozwój nowoczesnych technologii w segmencie ogrzewnictwa uwidacznia w sposób szczególny w ostatnich latach trend w kierunku energooszczędności instalacji. Do tego typu rozwiązań można zaliczyć systemy wentylacji wymuszonej z odzyskiem ciepła w połączeniu z rurowym gruntowym wymiennikiem ciepła (GWC).

Spośród proponowanych rozwiązań w Polsce aktualnie można wymienić m.in.:

- rurowe wymienniki ciepła z rur antybakteryjnych,
- zwirowe wymienniki ciepła,
- płytowe wymienniki ciepła.

Automatyka wentylacji

W systemach wentylacji występują bardzo złożone układy automatyki. Podstawowym zadaniem wentylacji na obiekcie krytej pływalni jest utrzymanie odpowiednich zadanych parametrów powietrza w poszczególnych pomieszczeniach przez cały czas trwania eksploatacji obiektu. Parametry powietrza to: temperatura, wilgotność względna, wilgotność bezwzględna. Reguluje się często także odpowiedni strumień powietrza, liczbę wymian w danej kubaturze rozumianą jako suma powietrza świeżego i obiegowego, a także minimalną liczbę wymian powietrza dla uzyskania odpowiednio niskiego stężenia substancji szkodliwych i nieprzyjemnych. (*czujnik wilgotności, CO2 i temperatury*)

Regulacja temperatury powietrza W układach automatyki wentylacji rozróżniamy trzy podstawowe systemy regulacji temperatury powietrza:

- a. regulacja temperatury powietrza nawiewanego,
- b. regulacja temperatury powietrza wywiewanego lub w pomieszczeniu,
- c. regulacja temperatury kaskadowa.

Regulacja temperatury powietrza nawiewanego stosowana jest najczęściej wtedy, gdy centrala wentylacyjna obsługuje kilka lub nawet kilkanaście pomieszczeń o różnym obciążeniu

ciepłym, ale wentylacja ma zapewnić tylko wymianę powietrza bez funkcji grzania i/lub chłodzenia. Utrzymanie temperatury w poszczególnych pomieszczeniach realizowane w takim przypadku jest np. za pomocą grzejników c.o. z zaworami termostatycznymi, lub nagrzewnic strefowych. Powietrze nawiewane ma stałą temperaturę, chodzi o to żeby powietrze wentylacyjne nie wychładzało pomieszczeń. Ewentualna wyższa temperatura powietrza nawiewanego od temperatury oczekiwanej w pomieszczeniu, zapewnia dogrzewanie pomieszczenia, ale bez możliwości regulacji temperatury.

3.3. Zastosowanie solarnej siłowni cieplnej do zasilania Bursy Szkolnej w Ełku

Dobór instalacji solarnych do wspomagania ogrzewania pomieszczeń Coraz powszechniejszym staje się montaż instalacji solarnych do wspomagania systemów ogrzewania pomieszczeń. Rozwiązanie takie oferuje wysoki potencjał oszczędności energii konwencjonalnej oraz wysoką redukcję substancji szkodliwych i CO₂ do atmosfery.

Instalacje solarne wspomagające system ogrzewania pomieszczeń oprócz przygotowania ciepłej wody użytkowej podgrzewają część wody grzewczej. Zwłaszcza w okresach przejściowych (początek i koniec sezonu grzewczego) wnoszą znaczny wkład w ogrzewanie pomieszczeń.

Powierzchnia kolektorów nie powinna być zbyt duża, aby latem nie dochodziło do sytuacji, w której nadmiar wyprodukowanego ciepła nie będzie mógł być wykorzystany. Z drugiej jednak strony naturalnym wydaje się dążenie do uzyskania jak największego udziału energii słonecznej w całkowitym zapotrzebowaniu na ciepło.

Cel ten łatwiej jest osiągnąć w budynkach z dobrze izolowanymi przegrodami zewnętrznymi i energooszczędną stolarką okienną i drzwiową. Im mniejsze zapotrzebowanie na ciepło w budynku tym lepiej wykorzystane ciepło uzyskane z instalacji solarnej. Istotnym dla efektywnej pracy instalacji solarnej dla wspomagania c.o. jest temperatura w obiegu grzewczym oraz przygotowania ciepłej wody. Optymalny zakres temperatur pracy obiegu grzewczego do współpracy z instalacją solarną wynosi od 20 do 40°C..

Do wspomagania ogrzewania można stosować zarówno kolektory płaskie jak i próżniowe. Praktyczne reguły stosowania solarnej wspomagania ogrzewania:

- stosunkowo niskie zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania pomieszczeń w budynku (izolacja przegród zewnętrznych, energooszczędna stolarka okienna i drzwiowa)
- możliwie niskie temperatury pracy instalacji grzewczej (zasilanie – powrót)
- instalacje o małej bezwładności i dużym stopniu regulacji
- korzystne ukierunkowanie powierzchni kolektorów

Instalację solarną należy dobierać tak, aby uzyskać z niej min. 20% pokrycia zapotrzebowania na ciepło dla celów c.w.u..

Zestaw solarny do ogrzewania c.w.u..

Układ kolektorów słonecznych płaskich wraz z całym wyposażeniem dodatkowym (m.in. pompka obiegowa, regulator, naczynie wzbiorcze, przewody rurowe z izolacją, konstrukcja pod mocowanie kolektorów) wraz z zasobnikiem c.w.u. o pojemności 3 x 1000 l. Priorytet z ciepłą wodą użytkową.

Z przeprowadzonej analizy przygotowania c.w.u. w instalacji solarnej w obiekcie widać, że kolektory słoneczne są racjonalnym sposobem na pozyskanie energii do przygotowania c.w.u., jednak warunkiem opłacalności inwestycji jest uzyskanie wsparcia finansowego ze źródeł zewnętrznych (np. krajowe fundusze ekologiczne). Wybór wysokosprawnych urządzeń przy aktualnych relacjach cenowych niekoniecznie jest opłacalny.

Poniżej oraz w załączniku do opracowania zestawiono warianty techniczne zastosowania instalacji solarnej w Bursie Szkolnej w Ełku. Kolektory typu Vitosol 200-F typ SH2 o sprawności optycznej min. 83% usytuowane na dachu części „B” Bursy szkolnej.

Rozpatrzono trzy warianty realizacyjne optymalizujące stopień pokrycia zapotrzebowania na ciepło. Najlepszym rozwiązaniem wydaje się zastosowanie kolektorów o powierzchni ~103,7 m² dla bursy nr II i 149,27 m² dla bursy nr I.

Wskazówki montażu na dachu płaskim

Jeśli nośność dachu na to pozwala, to rzędy kolektorów ustawia się z nachyleniem 35° do 45°. Należy przy tym zachować minimalne odstępy od krawędzi dachu wg DIN 1055.

Poza tym zakresem mogą wystąpić wyraźne nasilone turbulencje wiatru. Ponadto instalacja będzie trudniej dostępna do prac przeglądowych. Jeśli wymiary dachu wymuszają zmianę podziału pól, to należy starać się zachować możliwie jednakową wielkość poszczególnych pól.

Ustalenie odstępu pomiędzy rzędami kolektorów „z”

Przy instalowaniu kilku rzędów kolektorów jeden za drugim należy zachować odpowiedni odstęp (wymiar z) eliminujący niepożądane wzajemne zacienianie. Przy ustalaniu kąta wysokości słońca β , przyjmuje się go tak, by 21.12 w południe kolektory nie zacieniały się wzajemnie. W Polsce kąt ten, zależnie od szerokości geograficznej, leży w zakresie od 17°30' (Ustrzyki Górne) i 11°40' (Jastrzębia Góra).

Przykład:

Warszawa położona jest na -21°12' długości geograficznej 52°00' szerokości geograficznej.

Kąt wysokości słońca;
 $\beta = 90^\circ - 23,5^\circ - \text{szer. geograficzna}$
 (23,5° jest wielkością stałą)

$$\beta = 90^\circ - 23,5^\circ - 52^\circ,00' = 14,5^\circ \approx 15^\circ$$

Obliczamy odstęp „z”:

$$\frac{z}{l} = \frac{\sin(180^\circ - (\alpha + \beta))}{\sin \beta}$$

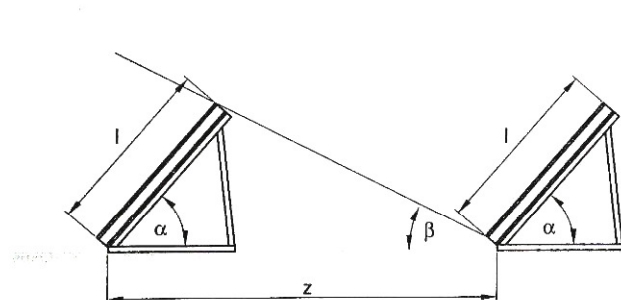
Vitosol 100, Typ w 2,5
 $l = 1105 \text{ mm}$
 $\alpha = 45^\circ$
 $\beta = 14^\circ$

$$z = \frac{l \cdot \sin(180^\circ - (\alpha + \beta))}{\sin \beta}$$

$$z = \frac{l \cdot \sin(180^\circ - (45^\circ + 15^\circ))}{\sin 15^\circ}$$

$$z = 3537 \text{ mm}$$

przyjęto $z = 3540 \text{ mm}$



z = odstęp rzędów kolektorów
 l = wysokość kolektora
 α = kąt nachylenia kolektora
 β = kąt wysokości słońca

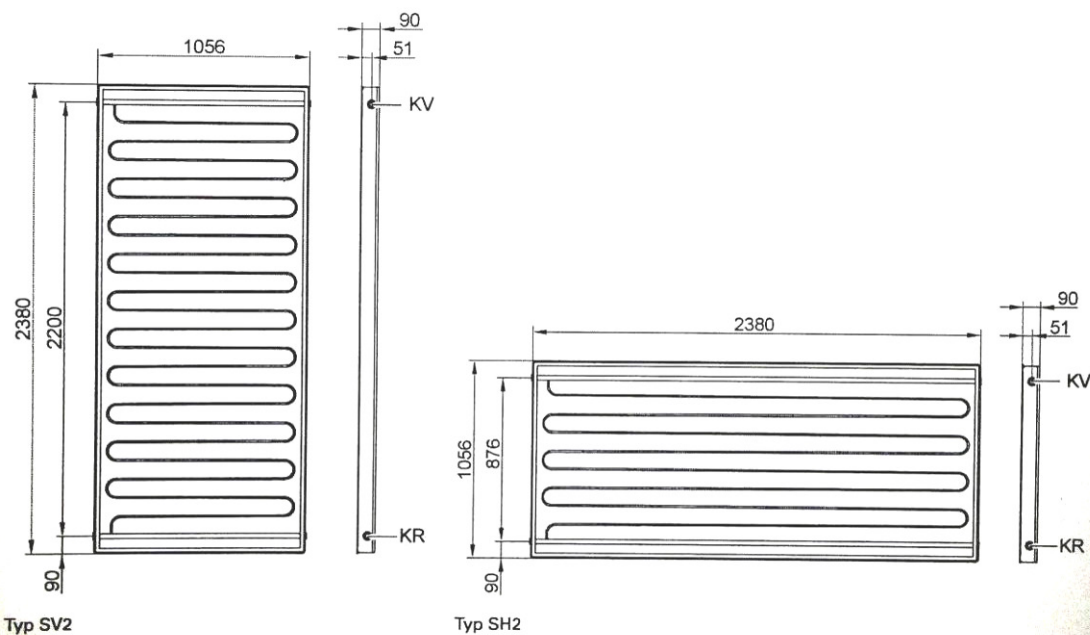
Odstęp rzędów kolektorów

Typ kolektora	Vitosol 100-F, Vitosol 200-F						Vitosol 200-T, 300-T		
	typ SV2			typ SH2					
Kąt nachylenia α	35°	45°	55°	35°	45°	55°	35°	45°	55°
Kąt wysokości słońca β	Odstęp rzędów kolektorów z w mm								
15,0°	7060	7970	8650	3130	3540	3840	6020	6800	7380
17,5°	6290	7030	7550	2790	3120	3350	5370	6000	6450
20,0°	5710	6310	6730	2530	2800	2990	4870	5390	5740
22,5°	5250	5750	6080	2330	2550	2700	4480	4910	5190
25,0°	4880	5300	5550	2170	2350	2460	4170	4520	4740
27,5°	4580	4920	5110	2030	2180	2270	3910	4200	4380

Dane techniczne Vitosol 200-F, typ SV2 i SH2

Dane techniczne

Typ		SV2	SH2
Powierzchnia brutto ^{*1}	m ²	2,51	2,51
Powierzchnia absorbera	m ²	2,32	2,32
Powierzchnia czynna absorbera ^{*2}	m ²	2,33	2,33
Wymiary			
Szerokość	mm	1056	2380
Wysokość	mm	2380	1056
Głębokość	mm	90	90
Sprawność optyczna ^{*3}	%	81,49	84,40
Współczynnik straty ciepła k_1 ^{*3}	W/(m ² · K)	3,08	2,56
Współczynnik straty ciepła k_2 ^{*3}	W/(m ² · K ²)	0,008	0,019
Ciepło właściwe	kJ/(m ² · K)	14,17	5,95
Ciężar	kg	52	52
Zawartość płynu (czynnik grzewczy)	litry	1,83	2,48
Dop. ciśnienie robocze ^{*4}	bar	6	6
Maks. temperatura postojowa ^{*5}	°C	221	221
Przyłącze	Ø mm	22	22
Wymagania dotyczące podłoża i zakotwienia		konstrukcja dachowa o odpowiedniej stabilności względem możliwej siły wiatru	



KR Powrót z kolektora (otwór wlotowy)
KV Zasilanie kolektora (wylot)

**Zestawienie bilansu kosztów i zysków energetycznych
zastosowania solarnej siłowni ciepłej i elektrycznej (paneli fotowoltaicznych)
do zasilania obiektu Bursy Szkolnej w Ełku.**

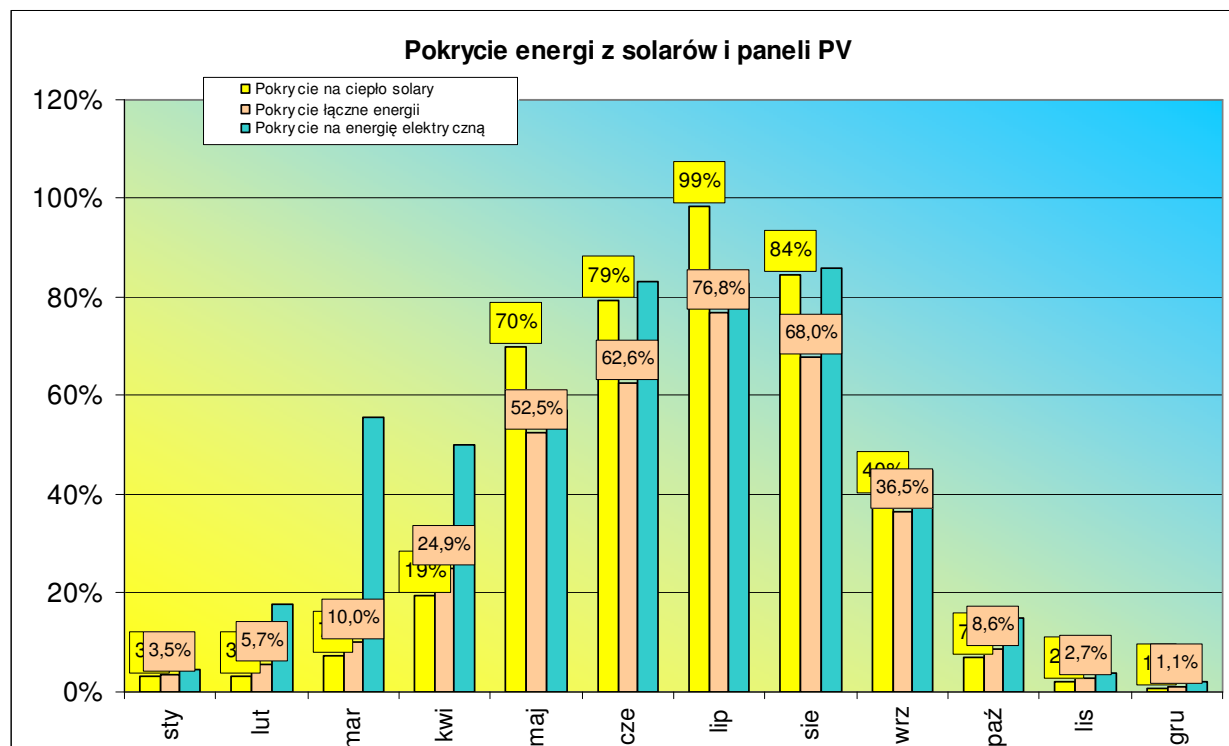
Zainstalowana moc PV	kW	20	◀ ▶	Ilość kolektorów 1x2m	szt	46	◀ ▶
Powierzchnia paneli PV	m2	141,84		Powierzchnia kolektorów	m2	106	
Sprawność	%	13,0%		Sprawność energetyczna	%	70,0%	◀ ▶

Lp.	Miesiąc	Koszty energii i ciepła	Energia elektr	Energia elektryczna z PV	Pokrycie na energię elektryczną	Zysk z paneli PV	Sprawność solarów	Ciepło z solarów	Ciepło z solarów	Pokrycie na ciepło solary	Zysk z solarów	Zysk łączny	Pokrycie łączne energii
		zł	kWh/d	kWh/mieś	kWh/mieś	zł	%	kWh/mieś	GJ	kWh/mieś	zł	zł	zł
1	sty 09	10 368	264	349	4,4%	161	70,0%	1 400	5,0	3,1%	201	362	3,5%
2	lut 09	12 100	132	620	17,9%	380	70,0%	2 488	9,0	3,3%	312	692	5,7%
3	mar 09	10 898	132	1 458	55,6%	357	70,0%	5 854	21,1	7,4%	728	1 086	10,0%
4	kwi 09	9 832	186	1 925	50,2%	1 287	70,0%	7 732	27,8	19,4%	1 163	2 450	24,9%
5	maj 09	7 717	256	2 887	57,0%	1 461	70,0%	11 594	41,7	70,0%	2 587	4 048	52,5%
6	cze 09	7 231	227	3 203	83,3%	1 621	70,0%	12 864	46,3	79,3%	2 904	4 525	62,6%
7	lip 09	6 717	227	3 195	82,9%	1 241	70,0%	12 834	46,2	98,5%	3 920	5 161	76,8%
8	sie 09	7 019	193	2 761	86,0%	1 399	70,0%	11 089	39,9	84,4%	3 371	4 770	68,0%
9	wrz 09	7 402	180	1 731	45,0%	878	70,0%	6 954	25,0	39,8%	1 821	2 698	36,5%
10	paź 09	12 096	210	846	14,9%	428	70,0%	3 398	12,2	6,9%	609	1 038	8,6%
11	lis 09	14 971	291	343	3,9%	173	70,0%	1 378	5,0	2,3%	235	408	2,7%
12	gru 09	23 998	390	234	2,0%	118	70,0%	941	3,4	0,8%	144	262	1,1%
		130 349	2 688	19 552	30,7%	9 645	70,0%	78 527	283	14,4%	12 826	27 500	21,1%

				19 552				75 621					
				137,84	kWh/m2/rok			742,22	kWh/m2/rok				
Koszty inwestycji	100%	202 855	zł			100%	260 782	zł		100%	463 636	zł	
Koszty wkładu własnego	15%	30 428	zł			15%	39 117	zł		15%	69 545	zł	
Okres zwrotu łączny		21,03	lat				20,33	lat			16,86	lat	
Okres zwrotu z dofinansowaniem		3,15	lat				3,05	lat			2,53	lat	

Rys. 30. Wstępne zestawienie bilansu energii elektrycznej i c.w.u. oraz koncepcji zastosowania siłowni solarnej ciepłej i elektrycznej dla Bursy Szkolnej

Wstępny bilans pokrycia zapotrzebowania energii dla Bursy Szkolnej w Ełku



Rys. 31. Wstępny bilans pokrycia zapotrzebowania energii dla Bursy Szkolnej w Ełku

3.4. Zastosowanie ogniw fotowoltaicznych do zasilania Bursy Szkolnej w Ełku

Fotowoltaika w polskich realiach jest opłacalna w systemach wolnostojących, czyli nieodłączonych do sieci, zlokalizowanych w miejscach gdzie dociągnięcie linii energetycznej, zamontowanie transformatora itd. jest kosztowne albo wręcz niemożliwe do zrealizowania. Z dociągnięciem linii energetycznej wiąże się także załatwienie wszystkich formalności z zakładem energetycznym, formalności geodezyjnych, itd. Przykładami systemów wolnostojących są różnego rodzaju znaki drogowe (coraz częściej spotykane na naszych drogach), lampy oświetlenia ulicznego, schroniska górskie, boje morskie, latarnie morskie, telefony awaryjne na autostradach oraz wiele innych tego typu zastosowań, w miastach natomiast można spotkać: parkometry, automaty biletowe itp.

Inny przypadek to systemy dołączone do sieci. Z przykrością muszę stwierdzić, że w tym przypadku nie możemy mówić o opłacalności, ponieważ w Polsce nie ma preferencyjnych taryf energetycznych gwarantujących odkupienie energii elektrycznej przez zakład energetyczny, pomimo że zakłady energetyczne mają obowiązek odkupu energii ze źródeł odnawialnych. O opłacalności można mówić, jeżeli jest to system podłączony do sieci i energia produkowana przez system fotowoltaiczny jest odkupowana przez zakład energetyczny po atrakcyjnej cenie, tak jak to jest w Niemczech, gdzie energia wyprodukowana przez system fotowoltaiczny jest odkupowana po cenie ok. trzy razy większej niż można ją zakupić z zakładu energetycznego. W Niemczech obowiązek odkupu energii gwarantuje istniejąca od 2000 roku ustawa, a od stycznia 2004 wszedł tam w życie obowiązek odkupu energii od posiadaczy systemów fotowoltaicznych po cenie 0,457 Euro centa za każdą kWh oddaną do sieci, dodatkowo, posiadacz otrzymuje 0,117 Euro centa jeżeli jest to dach z fotowoltaiki o mocy do 30 kW, jeżeli powyżej 30 kW to 0,093 Euro centa

W chwili obecnej nie ma w Polsce gwarancji zwrotu pod względem finansowym, ponieważ cena wyprodukowania kWh energii ze źródeł odnawialnych (np: z fotowoltaiki) jest dużo większa niż cena wyprodukowania kWh energii ze źródeł konwencjonalnych (wiąże się to z dużym kosztem instalacji systemu ok. 6-7 Euro za W).

Mówiąc jednak o kosztach nie należy zapominać o kosztach zewnętrznych, czyli kosztach ochrony środowiska (ograniczenie emisji dwutlenku węgla, dwutlenku azotu, dwutlenku siarki oraz pyłów lotnych), a co za tym idzie ochrony zdrowia i życia ludzi i zwierząt. W Polsce podczas wytwarzania przez elektrownię opalaną węglem jednego kWh energii dochodzi do wyemitowania: **830 g dwutlenku węgla, 600 mg dwutlenku azotu, 600 mg dwutlenku siarki oraz 34 mg pyłów lotnych.**

Zakłady energetyczne wg Dz. U. Nr 104, poz. 971 (Rozporządzenie ministra gospodarki, pracy i polityki społecznej z dnia 30 maja 2003r) mają obowiązek odkupu energii elektrycznej i co więcej udział ilościowy zakupionej energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii lub wytworzonej we własnych odnawialnych źródłach energii i sprzedanej odbiorcom (w ciągu roku) dokonującym zakupu energii elektrycznej na własne potrzeby powinien wynieść od 2,85% w 2004 roku do 7,5% w 2010 roku.



W Niemczech i Austrii koszty pokrycia dachów modułami fotowoltaicznymi wyniosły około 13 ECU/Wp. Przy większej ilości identycznych systemów koszty wahają się od 8 do 12 ECU/Wp. Dużym zainteresowaniem cieszy się możliwość zamiany konwencjonalnych materiałów dla budownictwa modułami fotowoltaicznymi. Tej możliwości obniżenia kosztów nie zostały wzięte pod uwagę przy podaniu powyższych kosztów.

Relatywny udział poszczególnych składowych w kosztach 1 kWp-systemu pokrywającego dach wynosi:

- moduł - 53 %
- falownik - 22 %
- urządzenia mocujące - 12 %

- reszta - 13 %

Na cenę zakupu systemu fotowoltaicznego składają się zazwyczaj cztery podstawowe koszty:

- modułów fotowoltaicznych,
- elementów systemu (akumulator, falownik, kontroler, okablowanie, itp.),
- transportu i instalacji,
- projektowania i kierowania projektem.

Rodzaje systemów fotowoltaicznych.

Wyróżnia się trzy podstawowe konfiguracje systemów fotowoltaicznych: wolnostojące, hybrydowe i dołączone do sieci.

Systemy wolnostojące

Systemy wolnostojące korzystają jedynie z energii produkowanej w ogniwach fotowoltaicznych. System taki składa się z panelu fotowoltaicznego, akumulatora oraz urządzenia kontrolującego stopień naładowania akumulatora i odłączającego panel, gdy akumulator jest w pełni naładowany lub odłączającego urządzenie zasilane chroniąc akumulator przed jego zbyt dużym rozładowaniem. Akumulatory muszą mieć więc wystarczająco dużą pojemność, aby zapewnić dostarczanie energii w nocy oraz w okresach złej pogody.

Systemy hybrydowe

Systemy hybrydowe są kombinacją panelu fotowoltaicznego i innego systemu wytwarzania energii takiego, jak np. generator spalinowy, gazowy lub wiatrowy. Dla zapewnienia efektywnego wykorzystania różnych sposobów wytwarzania energii systemy hybrydowe mają zazwyczaj bardziej skomplikowane układy kontrolne niż systemy wolnostojące. Dzięki wykorzystaniu dodatkowego Źródła energii panel fotowoltaiczny w systemie hybrydowym może być mniejszy niż w analogicznych systemie wolnostojącym. Dlatego w niektórych przypadkach system hybrydowy może być tańszy.

Systemy dołączone do sieci

Systemy dołączone do sieci mogą mieć postać elektrowni z dużą ilością paneli fotowoltaicznych oddających energię do sieci elektroenergetycznej. Innym wykorzystaniem takich systemów może być zasilanie budynków dołączonych do sieci, gdzie energię z sieci pobiera się tylko wtedy, gdy zapotrzebowanie na nią przewyższa jej produkcję w ogniwach fotowoltaicznych. Systemy te dołączone są do sieci poprzez falownik. Akumulatory w tym typie systemu nie są potrzebne, ponieważ sieć jest w stanie przyjąć całą energię wyprodukowaną przez system fotowoltaiczny. Projektowanie systemów fotowoltaicznych jest zazwyczaj optymalizowane przy użyciu programów komputerowych, które dopasowują przewidywany profil obciążenia w ciągu roku i dnia do przeciętnego słonecznego napromieniowania na danym obszarze. Takie programy potrzebne są aby zdeterminować optymalną wielkość zestawu modułów i akumulatora, dobrać kontroler i falownik. Wydajność systemu zależy od promieniowania słonecznego podającego na zestaw modułów PV. Jednakże na północy Europy, gdzie promieniowanie słoneczne wynosi 1000 kWh/m²/rok, system ten mógłby dać jedynie 500 kWh/kWp/rok.



Rys. 32. Widok zespołu siłowni solarnej usytuowanej na powierzchni dachowej lub wolnostojących w terenie



Londyn - 7244 panele fotowoltaiczne
wmontowane w ścianę budynku o mocy
80 W każdy.



Wolnostojące systemy profesjonalne mają zwykle niskie wydajności, ponieważ pracują prawie przy stałym obciążeniu przez cały rok i ich zestawy modułów muszą być wystarczająco duże aby zapewnić dostateczną ilość energii w zimie, co powoduje, że część energii elektrycznej produkowanej w lecie jest bezużyteczna. Typowe profesjonalne systemy w Europie mają roczne współczynniki sprawności pomiędzy 20% a 30% (odpowiednik przeciętnych wydajności rzędu 200 - 550 kWh/kWp/rok).

Hybrydowe systemy fotowoltaiczne mają zazwyczaj wyższe roczne współczynniki sprawności niż systemy wolnostojące, ponieważ zestaw modułów może być dopasowany tak, aby zapewnić obciążeniu dostateczną ilość energii w lecie i może być wsparty przez silnik spalinowy dla dostarczenia dodatkowej energii w zimie lub w czasie złej pogody. Generatory fotowoltaiczne podłączone do sieci mają największy potencjał uzyskiwania wysokich współczynników sprawności i wydajności, ponieważ cała energia którą wytwarzają może być zużyta albo na miejscu, albo przekazana sieci elektroenergetycznej. Dobrze kontrolowany system, który współpracuje z wysokiej sprawności falownikiem, może osiągnąć współczynniki sprawności wyższe niż 80% (równowartość wydajności powyżej 800 - 1400 kWh/kWp/rok).

3.4.1. Zaproponowana technologia siłowni fotowoltaicznej dla Bursy Szkolnej w Elku

Zaprojektowany układ Odnawialnych Źródeł Energii dostarczony będzie jako kompletne urządzenia wraz z układami sterującymi i nadzorującymi. Oferta firmy dostarczającej urządzenia obejmuje również montaż i uruchomienie, oraz programowanie układów nadzorujących. W zakresie dostawy znajduje się dostarczenie szaf sterujących oraz montaż w nim wszystkich urządzeń sterujących i nadzorujących pracę systemu energetycznych siłowni.

W projekcie przyjęto zastosowanie elektrowni fotowoltaiczną o nominalnej mocy ~20 kW.

Elektrownia solarna pracuje równolegle z siecią elektroenergetyczną bez oddawania do niej energii. W przypadku przepływu mocy w kierunku sieci miernik parametrów sieci MPS wysyła sygnał do załączenia odbiorników dociągających lub odłączenia elektrowni solarnej (sterowanie realizowane przez układ automatyki elektrowni). Ogniwa fotowoltaiczne pracują na potrzeby sieci wewnętrznej (z chwilą uzyskania nadmiaru energii przewidzieć należy połączenie z siecią elektroenergetyczną zawodową).

Projekt instalacji elektrycznych obejmuje dostawę i montażu odnawialnych źródeł energii, projekt przebiegu i położenie linii kablowych i sygnałowych.

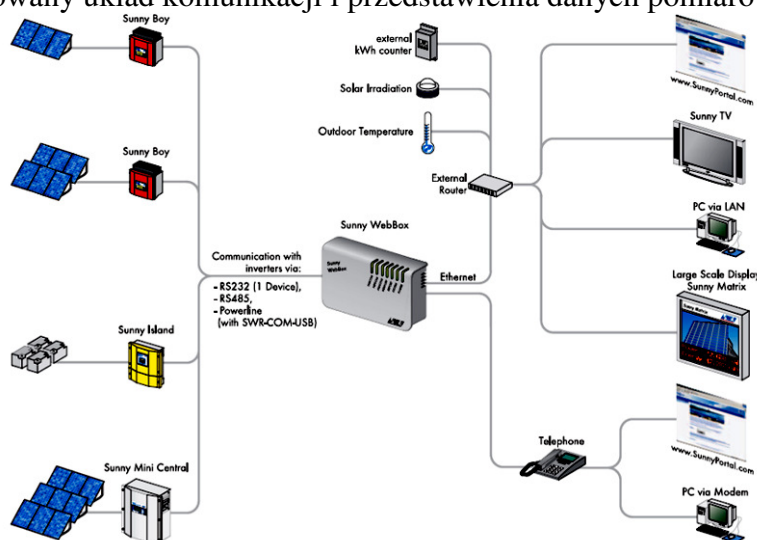
3.4.2. Układ sterowania i nadzoru pracy siłowni solarnej

W celu integracji projektowanych Odnawialnych Źródeł Energii z układem sterowania oraz możliwości wykonania zaawansowanej wizualizacji i dostępu poprzez Ethernet proponuje się przykładowo rozwiązanie oparte o system urządzeń firmy SMA.

Wszystkie parametry pracy inwerterów sieciowych siłowni wiatrowej, inwertera baterii fotowoltaicznych produkowanej, gromadzonej i zużywanej energii zostaną zebrane i przesłane do komputera PC. Przyjęte rozwiązanie umożliwia połączenie wszystkich urządzeń w sieć poprzez RS485 i włączyć je do modułu Ethernetowego: Sunny WebBox.

Zebrane dane parametrów pracy systemu OZE oraz informacje eksploatacyjne mogą być prezentowane na ekranie monitora komputera PC, telewizora plazmowego lub dedykowanego ekranu firmy SMA: Sunny Matrix. Dane te będą gromadzone i archiwizowane oraz mogą być wyświetlane w postaci numerycznej oraz wykresów graficznymi.

System układu inwerterów i sterowników siłowni solarnej zbierający dane pomiarowe i ich wizualizacji, oparto na urządzeniach firmy SMA. Układ komunikacyjny oparto na module ethernetowym do komunikacji - Sunny WebBox zawierającym Ethernet-Interface. Diagnostowanie i komunikacja poprzez sieć, połączenie radiowe oraz przewodowe (RS232 lub RS485). Proponowany układ komunikacji i przedstawienia danych pomiarowych siłowni:



Rys. Przykładowy system połączeń komunikacji, zbierania danych pomiarowych i wizualizacji siłowni solarnej.

Wizualizacja, pomiar i zbieranie danych pracy systemów OZE

1. W zakresie realizacji inwestycji przewiduje się budowę układu pomiaru wszystkich istotnych parametrów technicznych oraz wizualizację pracy instalacji energetycznej OZE. Pomiar i bilans energetyczny i mediów dostarczonych i wychodzących z wszystkich zainstalowanych instalacji.
2. Realizowane ono będzie na komputerowym stanowisku sterowania, pomiaru i wizualizacji pracy systemów elektrowni solarnej, kolektorów słonecznych i węzła (archiwizacja danych parametrów pracy wszystkich systemów, tablice synoptyczne i poglądowe pracy systemów, prezentacja multimedialna dla celów dydaktycznych, bilans energetyczny pracy systemów energetycznych).
3. Powinna być prowadzona pełna archiwizacja danych pomiarowych i bilansowych oraz bezpośrednia możliwość ich graficznego i tabelarycznego zestawiania do dalszej analizy i optymalizacji pracy obiektu basenowego.
4. Do nadzoru, przeglądów i konserwacji całej instalacji OZE oraz układu pomiaru, archiwizacji i wizualizacji przewiduje się zatrudnienie odpowiednio przeszkolonego pracownika MOSiR.

5. Proces i wizualizacji i zbierania danych może być realizowany z Modułu Ethernetowy: Sunny WebBox.

3.4.3. Koncepcja robocza zastosowania Odnawialnych Źródeł Energii do zasilania Bursy Szkolnej w Elku.

Poniżej przedstawiono warianty realizacyjne modernizacji energetycznego, docieplenia oraz systemu grzewczego z zastosowaniem solarnego układu ogrzewania i pompy ciepła.

3.4.3.1. Wskazanie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną – Bursa nr I

Optymalnym wariantem jest wybrany przez Inwestora **wariant**, obejmujący następujące usprawnienia:

Do usprawnień termomodernizacyjnych rozpatrywanych w audycie energetycznym należą:

- 1) Usprawnienia dotyczące bryły budynku (zmniejszające straty ciepła przez przenikanie i wentylację):
 - a) docieplenie ścian zewnętrznych piwnic,
 - b) docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych części „A”, „B” i „C”,
 - c) docieplenie stropodachu wentylowanego budynku A,
 - d) docieplenie stropodachów nad budynkiem „B”, „C” i łącznikiem „A2”,
 - e) wymiana okien w piwnicach,
 - f) wymiana okien kondygnacji nadziemnych budynku,
 - g) zamurowanie przeszklenia z pustaków szklanych i wstawienie okien,
 - h) wymiana starych drzwi zewnętrznych w części nadziemnej budynku,
 - i) wymiana starych drzwi zewnętrznych w piwnicach budynku.
- 2) Usprawnienia dotyczące systemu grzewczego budynku (zmniejszające zużycie ciepła):
 - a) modernizacja instalacji c.o. i źródła ciepła: usunięcie starej instalacji c.o. i zastąpienie jej nową pompową instalacją centralnego ogrzewania, dwururową z rozdziałem dolnym, ze stali węglowej niestopowej ocynkowanej zewnętrznie, wyposażonej w zawory termostatyczne z ustalonymi nastawami wstępnymi na zaworach oraz wyposażonej w zawory ręczne równoważące pod pionami instalacji c.o. oraz na odgałęzieniach gałęzi systemu c.o. w zawory automatyczne równoważące.

Montaż pompy ciepła systemu grunt – woda z pionowym gruntowym wymiennikiem ciepła. Pompa ciepła pracować będzie w układzie monowalentnym tylko na cele centralnego ogrzewania.
 - b) modernizacja instalacji c.w.u.: demontaż starej wyeksploatowanej instalacji c.w.u., projekt i montaż nowej instalacji c.w.u. współpracującej z kolektorami słonecznymi, montaż podgrzewaczy w źródle ciepła. Zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową w okresie letnim pokrywane będzie w 100% za pomocą kolektorów słonecznych, w okresie zimowym założono, że ilość uzyskiwanej energii z kolektorów słonecznych będzie wynosiła około 35% całkowitego zapotrzebowania.
 - c) modernizacji wentylacji grawitacyjnej: • nawiewnej - w pokojach mieszkalnych w części bursy A1 – montaż nawiewników higrostromowanych lub ręcznych w nowych, szczelnych oknach; • wywiewnej - w pomieszczeniach łazienek wspólnych (natryski) – montaż wentylatorów ściennych. Są to usprawnienia niezbędne z uwagi na spełnienie obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych, mówiących o zapewnieniu wymaganej ilości powietrza wentylacyjnego ze względów higienicznych. Usprawnienie ma na celu obowiązkowe usprawnienie niewystarczającej obecnie wentylacji nawiewnej i wywiewnej tych pomieszczeń.

- Zastąpienie wentylacji grawitacyjnej nawiewno – wywiewnej w wydzielonej strefie w części budynku B (stołówka, kuchnia i pomieszczenia kuchenne) i części budynku A2 – parter, łącznik A2 i A1- pomieszczenie kuchenne - wentylacją mechaniczną nawiewno-wywiewną z odzyskiem ciepła. Docelowo zaleca się zastosowanie wentylacji nawiewno – wywiewnej z odzyskiem ciepła w całym budynku bursy, z wcześniejszym rozdzieleniem stref wentylowanych, na strefę użytkową i strefę mieszkalną (budynek A1 – pokoje mieszkalne) oraz zastosowanie gruntowego –rurowego wymiennika ciepłego.

3.4.3.2. Wskazanie usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną – Bursa nr II

Do usprawnień termomodernizacyjnych rozpatrywanych w audycie energetycznym należą:

- 3) Usprawnienia dotyczące bryły budynku (zmniejszające straty ciepła przez przenikanie i wentylację):
 - a) docieplenie ścian zewnętrznych piwnic,
 - b) docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych części „A”,
 - c) docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych części „B” i „C”,
 - d) docieplenie stropodachu wentylowanego budynku A,
 - e) docieplenie stropodachów nad budynkiem „B”, „C” i łącznikiem „A2”,
 - f) wymiana okien w piwnicach,
 - g) wymiana okien kondygnacji nadziemnych budynku,
 - h) wymiana starych drzwi zewnętrznych.
- 4) Usprawnienia dotyczące systemu grzewczego budynku (zmniejszające zużycie ciepła):
 - a) modernizacja instalacji c.o. i źródła ciepła: usunięcie starej instalacji c.o. i zastąpienie jej nową pompową instalacją centralnego ogrzewania, dwururową z rozdziałem dolnym, ze stali węglowej niestopowej ocynkowanej zewnętrznie, wyposażonej w zawory termostatyczne z ustalonymi nastawami wstępnymi na zaworach oraz wyposażonej w zawory ręczne równoważące pod pionami instalacji c.o. oraz na odgałęzieniach gałęzi systemu c.o. w zawory automatyczne równoważące.

Zamiana starego i bardzo wyeksploatowanego węzła cieplnego na węzeł cieplny z wymiennikami płytowymi o wyższej sprawności eksploatacyjnej, dostosowanym do nowego projektowego obciążenia cieplnego budynku po przeprowadzonej termomodernizacji i współpracującym z kolektorami słonecznymi w układzie biwalentnym.
 - b) modernizacja instalacji c.w.u.: demontaż starej wyeksploatowanej instalacji c.w.u., projekt i montaż nowej instalacji c.w.u. współpracującej z kolektorami słonecznymi, montaż podgrzewaczy w źródle ciepła. Zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową w okresie letnim pokrywane będzie w 100% za pomocą kolektorów słonecznych, w okresie przejściowym założono, że ilość uzyskiwanej energii z kolektorów słonecznych będzie wynosiła około 35% całkowitego zapotrzebowania.
 - c) modernizacji wentylacji grawitacyjnej: • nawiewnej - w pokojach mieszkalnych w części bursy A1 – montaż nawiewników higrostromowanych lub ręcznych; • wywiewnej - w pomieszczeniach łazienek wspólnych (natryski) – montaż wentylatorów ściennych. Są to usprawnienia niezbędne z uwagi na spełnienie obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych, mówiących o zapewnieniu wymaganej ilości powietrza wentylacyjnego ze względów higienicznych. Usprawnienie ma na celu obowiązkowe usprawnienie niewystarczającej obecnie wentylacji nawiewnej i wywiewnej tych pomieszczeń.

- Zastąpienie wentylacji grawitacyjnej nawiewno –wywiewnej w wydzielonej strefie w części budynku B (sala konferencyjna) i części budynku A2 – parter i A1- pomieszczenie kuchenne - wentylacją mechaniczną nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła. Docelowo zaleca się zastosowanie wentylacji nawiewno –wywiewnej z odzyskiem ciepła w całym budynku bursy, z wcześniejszym rozdziałem stref wentylowanych, na strefę użytkową i strefę mieszkalną (budynek A1 –pokoje mieszkalne) oraz zastosowanie gruntowego –rurowego wymiennika ciepłego.

4. Analiza wariantowa zastosowania solarnego układu zasilania i odzysku energii dla budynku Bursy Szkolnej w Ełku

Analiza wariantowa modernizacji układu energetycznego Bursy Szkolnej w Ełku w celu optymalnego zastosowania OZE – szczegółowo opisana w audytach energetycznych budynków Bursy nr I i nr II (załączniki nr 4 i nr 5 do opracowania).

4.1. Zakresy prac modernizacyjnych

4.1.1. Zestawienie zakresu, kosztów i okresu zwrotu nakładów – Bursa II, Sikorskiego 5A

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowany koszt robót [zł]	SPBT [lata]
1	2	3	4
1	Koszty dodatkowe nie dające efektów energetycznych: koszt usprawnienia wentylacji grawitacyjnej pomieszczeń mieszkalnych bursy w części A1 i wspólnych łazienek (natrysków).		—
	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania i źródła ciepła*.		13,41
2	Wymiana drzwi w części budynku C.		13,27
3	Docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych cz. "B" i "C" i ścian fundamentowych.		14,62
4	Wymiana okien w piwnicach.		14,64
5	Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic.		19,74
6	Wymiana okien w budynku C i łączniku A2.		19,97
7	Docieplenie stropodachu nad budynkiem "B", "C" i łącznikiem A2.		30,86
8	Modernizacja instalacji c.w.u.(kolektory słoneczne).		44,88
9	Wentylacja nawiewno - wywiewna z odzyskiem ciepła w wydzielonej strefie w budynku.		55,93
10	Docieplenie stropodachu nad budynkiem "A".		62,95
11	Docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych cz. "A" i ścian fundamentowych.		63,26

4.2. Zestawienie wariantu realizacyjnego dla Bursy nr II, Sikorskiego 5A

Rozpatrywane są następujące warianty wymienione w tabeli poniżej.

Nr wariantu	Skrótowy zakres prac
1	2
1	– ściany „A” i ściany fundamentowe, – stropodach nad budynkiem „A”, – modernizacja wentylacji grawitacyjnej i wentylacja nawiewno - wywiewna z odzyskiem ciepła w wydzielonej strefie, – modernizacja instalacji c.w.u. (kolektory słoneczne), – stropodach nad budynkiem „B”, „C” i łącznik A2, – okna kondygnacji nadziemnych „C”, łącznik „A2”, – ściany piwnic, – okna piwnic, – ściany „B”, „C” i ściany fundamentowe, – drzwi do wymiany budynek C – modernizacja instalacji c.o. i źródła ciepła.
2	– stropodach nad budynkiem „A”, – modernizacja wentylacji grawitacyjnej i wentylacja nawiewno - wywiewna z odzyskiem ciepła w wydzielonej strefie, – modernizacja instalacji c.w.u. (kolektory słoneczne), – stropodach nad budynkiem „B”, „C” i łącznik A2, – okna kondygnacji nadziemnych „C”, łącznik „A2”, – ściany piwnic, – okna piwnic, – ściany „B”, „C” i ściany fundamentowe, – drzwi do wymiany budynek C - modernizacja instalacji c.o. i źródła ciepła.
3	– modernizacja wentylacji grawitacyjnej i wentylacja nawiewno - wywiewna z odzyskiem ciepła w wydzielonej strefie, – modernizacja instalacji c.w.u. (kolektory słoneczne), – stropodach nad budynkiem „B”, „C” i łącznik A2, – okna kondygnacji nadziemnych „C”, łącznik „A2”, – ściany piwnic, – okna piwnic, – ściany „B”, „C” i ściany fundamentowe, – drzwi do wymiany budynek C - modernizacja instalacji c.o. i źródła ciepła.
4	– modernizacja instalacji c.w.u. (kolektory słoneczne), – stropodach nad budynkiem „B”, „C” i łącznik A2, – okna kondygnacji nadziemnych „C”, łącznik „A2”, – ściany piwnic, – okna piwnic, – ściany „B”, „C” i ściany fundamentowe, – drzwi do wymiany budynek C - modernizacja instalacji c.o. i źródła ciepła.
5	– stropodach nad budynkiem „B”, „C” i łącznik A2, – okna kondygnacji nadziemnych „C”, łącznik „A2”, – ściany piwnic,

	- okna piwnic, - ściany „B”, „C” i ściany fundamentowe, - drzwi do wymiany budynek C - modernizacja instalacji c.o. i źródła ciepła.
6	- okna kondygnacji nadziemnych „C”, łącznik „A2”, - ściany piwnic, - okna piwnic, - ściany „B”, „C” i ściany fundamentowe, - drzwi do wymiany budynek C - modernizacja instalacji c.o. i źródła ciepła.
7	- ściany piwnic, - okna piwnic, - ściany „B”, „C” i ściany fundamentowe, - drzwi do wymiany budynek C - modernizacja instalacji c.o. i źródła ciepła.
8	- okna piwnic, - ściany „B”, „C” i ściany fundamentowe, - drzwi do wymiany budynek C - modernizacja instalacji c.o. i źródła ciepła.
9	- ściany „B”, „C” i ściany fundamentowe, - drzwi do wymiany budynek C - modernizacja instalacji c.o. i źródła ciepła.
10	- drzwi do wymiany budynek C - modernizacja instalacji c.o. i źródła ciepła.
11	- modernizacja instalacji c.o. i źródła ciepła.

Czas zwrotu nakładów SPBT.....27,83 lat

4.2.1. Zestawienie zakresu, kosztów i okresu zwrotu nakładów – Bursa I, Sikorskiego 7A

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowany koszt robót [zł]	SPBT [lata]
1	2	3	4
1	Koszty dodatkowe nie dające efektów energetycznych: koszt usprawnienia wentylacji grawitacyjnej pomieszczeń mieszkalnych bursy w części „A1” i wspólnych łazienek (natrysków).	■	—
	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania i źródła ciepła (pompa ciepła)*.	■	26,34
2	Zamurowanie przeszklenia z pustaków szklanych i wstawienie okien.	■	8,27
3	Wymiana drzwi zewnętrzne.	■	13,37
4	Docieplenie ścian zewnętrznych kondygnacji nadziemnych cz. „A”, „B”, „C”, łącznika „A2” i ścian fundamentowych.	■	14,91
5	Wymiana drzwi piwnic.	■	16,45
6	Wymiana okien kondygnacji nadziemnych.	■	21,36
7	Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic.	■	21,42
8	Docieplenie stropodachu nad budynkiem "A".	■	22,24
9	Wymiana okna piwnic.	■	23,88
10	Docieplenie stropodachu nad budynkiem "B", "C" i łącznikiem „A2”.	■	31,66
11	Wentylacja nawiewno - wywiewna z odzyskiem ciepła w wydzielonej strefie w budynku.	■	38,76
12	Modernizacja instalacji c.w.u.(kolektory słoneczne).	■	42,28

4.2.2. Zestawienie wariantu realizacyjnego dla Bursy nr I, Sikorskiego 7A

Rozpatrzono przyjąć następujący wariant realizacyjny wymieniony w tabeli poniżej.

l.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne budynku.	Ocieplenie ścian zewnętrznych metodą BSO (styropian), a ścian piwnic zagłębionych w gruncie i ścian fundamentowych (na głębokość około 1m) styropianem wodoodpornym ekstrudowanym lub TERMO-W od strony zewnętrznej po ich odkopaniu.

2.	Zmniejszenie strat ciepła przez stropodach wentylowany w części budynku „A”.	Ocieplenie stropodachu wentylowanego granulatem z wełny mineralnej skalnej lub szklanej, ewentualnie masą celulozową np. „ekofibrem” wraz z wymianą pokrycia dachowego ze względu na jego zły stan techniczny, w celu zabezpieczenia proponowanej warstwy izolacji termicznej przed szkodliwym oddziaływaniem czynników atmosferycznych.
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez stropodach nad budynkiem „B”, „C” i łącznikiem „A2”	Ocieplenie stropodachu (pełnego) nad budynkiem „B”, „C” i łącznikiem „A2” płytami dachowymi np. ze styropianu, ewentualnie z wełny mineralnej skalnej lub szklanej wraz z wymianą pokrycia dachowego.
4.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie oraz infiltrację przez stare okna w budynku.	Wymiana starych okien na nowoczesne okna szczelne, o niskim współczynniku U , z kontrolowanym napływem powietrza wentylacyjnego. Zamurowanie przeszklania z pustaków szklanych i wstawienie nowych, szczelnych okien z PCV.
5.	Usprawnienie, udrożnienie działania wentylacji grawitacyjnej nawiewnej i wywiewnej pomieszczeń mieszkalnych i łazienek wspólnych bursy w części budynku A.	Propozycja montażu nawiewników higrosterowanych lub z regulacją ręczną w nowych oknach PCV. Montaż wentylatorów ściennych w pomieszczeniach łazienek (prysznice).
6.	Zmniejszenie strat ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego.	Zastosowanie wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła w wydzielonej strefie w części budynku B (stołówka i kuchnia, pomieszczenia kuchenne) i części budynku A2 – parter, łącznik A2 i A1- pomieszczenie kuchenne. Docelowo zaleca się zastosowanie wentylacji nawiewno –wywiewnej z odzyskiem ciepła w całym budynku bursy, z wcześniejszym rozdzieleniem stref wentylowanych, na strefę użytkową i strefę mieszkalną (budynek A1 – pokoje mieszkalne).
7.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stare drzwi zewnętrzne.	Wymiana starych drzwi zewnętrzne na nowe drzwi szczelne, o niskim współczynniku U .
8.	Zmniejszenie strat ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego w budynkach A, B.	Wymiana starych okien na nowoczesne okna szczelne, o niskim współczynniku U , ze skrzydłem uchylno – rozwieranym lub nawiewnikami. Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe.
9.	Podwyższenie sprawności wewnętrznej instalacji ciepłej wody użytkowej.	Zmiana sposobu podgrzewu c.w.u. w budynku. Zastosowanie kolektorów słonecznych do pozyskiwania darmowej energii do podgrzewu ciepłej wody użytkowej (założono średnioroczną ilość uzyskiwanej energii z kolektorów słonecznych na poziomie 35% całkowitego zapotrzebowania). Ciepła woda użytkowa przygotowywana będzie w systemie biwalentnym z wykorzystaniem kolektorów

		słonecznych i wspomagana w okresie zimowym z istniejącego węzła cieplnego.
10.	Podwyższenie sprawności instalacji centralnego ogrzewania.	Nowa instalacja centralnego ogrzewania dwururowa, pompowa (materiał: stal węglowa niestopowa ocynkowana zewnętrznie np. Steel Kan). Instalacja c.o. z grzejnikami płytowymi konwekcyjnymi, zaworami termostatycznymi z nastawą wstępną i automatycznym odpowietrznikiem na końcu pionu c.o. Pod pionami zamontowane ręczne zawory równoważące. Na odgałęzieniach gałęzi systemu c.o. zamontowane automatyczne zawory równoważące. Wykonanie niezbędnej dokumentacji technicznej instalacji w celu doboru grzejników, określenia nastaw zaworów termostatycznych, wykonania regulacji hydraulicznej instalacji c.o. po zmniejszeniu projektowego obciążenia cieplnego w budynku, w wyniku przeprowadzenia prac termomodernizacyjnych zgodnie z wybranym przez Inwestora wariantem. Zmiana sposobu dostarczania ciepła na cele grzewcze i wentylacyjne w budynku bursy I – ciepło dostarczane będzie do budynku tylko za pomocą pompy ciepła pracującej w układzie monowalentnym.

Charakterystyka finansowa

Czas zwrotu nakładów SPBT.....23,96 lat

5. Wnioski i podsumowanie

Planowany zakres prac obejmuje opracowanie pełnej dokumentacji projektowej, zdobycie wszystkich uzgodnień i pozwoleń budowlanych, wykonanie kompletnej instalacji, rozruch wszystkich układów i podzespołów, przeszkolenie pracowników Bursy, 5 letni nadzór i udzielenie gwarancji na jakości wykonanych robót oraz uzyskanych parametrów technicznych.

Zakres planowanej inwestycji:

1. Opracowanie dokumentacji projektowej oraz wykonanie modernizacji układu zasilania Bursy Szkolnej z wykorzystaniem kolektorów słonecznych:
 - a. Projekt i wykonanie układu kolektorów– siłownia solarna (*rozważa się możliwość montaż paneli fotowoltaicznych PV na budynku Bursy – w przypadku pozyskania wystarczającej ilości funduszy na przedsięwzięcie modernizacyjne*).
 - b. Projekt i montaż zespołu kolektorów solarnych na potrzeby ogrzewania cwu.
 - c. Projekt i wykonanie sieci przyłączeniowej instalacji solarnych z instalacjami technicznymi w budynku Bursy Szkolnej.
 - d. Projekt i modernizacja układu sieci wewnętrznej w zakresie podłączenia nowo projektowanych OZE z istniejącą siecią wewnętrzną - wymiana sieci c.o. i grzejników oraz modernizacja węzłów cieplnych.
 - e. *Projekt i modernizacja węzła cieplnego w zakresie przygotowania ciepłej wody c.w.u i co.*
2. Projekt i modernizacja układu wentylacyjno-klimatyzacyjnego: podniesienie sprawności energetycznego układu min 65 % dla wybranych pomieszczeń technicznych i konferencyjnych.
3. Projekt i modernizacja układu wentylacyjnego pozostałych pomieszczeń hotelowych Bursy Szkolnej – podniesienie sprawności układu ciepłego i zastosowanie nawiewników.
4. Wykonanie dociepleń ścian i stropów budynków Bursy.
5. Wykonanie projektu i wykonanie układu elektrycznego w zakresie prac modernizacyjnych.
6. Projekt i wykonanie systemu sterowania i regulacji urządzeń technologicznych AKPiA.
7. Projekt i wykonanie systemu wizualizacji, zdalnego nadzoru i oceny parametrów technicznych, eksploatacyjnych i kosztowych pracy układów OZE.

Do nadzoru, przeglądów i konserwacji całej instalacji OZE, układu pomiaru, archiwizacji i wizualizacji przewiduje się zatrudnienie odpowiednio przeszkolonego pracownika Bursy.

“DWD TECHNIK”
19-300 EŁK, ul. Kilińskiego 39A/2
tel. 0502 229 704
REGON 050039606 NIP 542-198-17-36

Dr inż. Wiesław Załuska



Literatura

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 r. Nr 75, poz. 690) wraz z poprawkami z dn. 13 lutego 2003 r. (Dz. U. Nr 33, poz. 270) oraz z dnia 7 kwietnia 2004 r. (Dz. U. z 2004 r. Nr 109, poz. 1156) wraz z późniejszymi zmianami,
2. PN-83/B-03430 – Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania – wraz ze zmianą PN-83/B-03430/Az3:2000 (całość normy),
3. PN-78/B-03421 – Wentylacja i klimatyzacja. Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi (całość normy),
4. PN-87/B-02151.02 – Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach (całość normy).
5. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z 26.09.1997r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. nr 129/97 poz. 844).
6. Pismo Ministerstwa Zdrowia i Opieki Społecznej Departament Zdrowia Publicznego znak ZPN-071-41/98 z 10.12.1998 r. do Ministerstwa Pracy i Polityki Społecznej Departament Prawny.
7. Pismo Ministerstwa Pracy i Polityki Społecznej, Departament Warunków Pracy do Departamentu Zdrowia Publicznego w Ministerstwie Zdrowia Publicznego znak DWP.II.074-1679/WL/98 z 21.01.1999 r.
8. PN-82/B-02403 Ogrzewnictwo. Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.
9. PN-76/B-03420 Wentylacja i klimatyzacja. Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego.
10. PN-67/B-03422 Wentylacja. Wentylacja naturalna w budownictwie przemysłowym. Wymagania techniczne.
11. 10. BN-86/8865-41 Budynki inwentarskie. Wentylacja naturalna. Wymagania.