


AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Adres budynku	00 - 968 Warszawa ul.Marymoncka 34
Zamawiający	Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie
Wykonawca audytu	Cendos.pl Sławomir Stefaniak 02 - 796 Warszawa, Wąwozowa 20/8 nr opracowania 126/05/2016

1.DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	użyteczności publicznej: szkolnictwa wyższego	1.2 Rok budowy	1929/1970
1.3 Inwestor	Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie	1.4 Adres budynku	
		00 - 968 Warszawa ul. Marymoncka 34	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt			
Cendos.pl Sławomir Stefaniak 02 - 796 Warszawa, Wąwozowa 20/8 Regon 590335284			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Sławomir Stefaniak, 02-796 Warszawa, ul Wąwozowa 20/8 nr upr. 658/CE - WSEiZ, ukończone studia podyplomowe w zakresie "Audyt Energetyczny", członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych		 mgr inż. Sławomir Stefaniak nr upr. SChE: 658/CE - WSEiZ	
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac.			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
-	-	-	
-	-	-	
-	-	-	
5. Miejscowość: Warszawa data wykonania opracowania: 05.2016			
6. Spis treści			
			strona
1. Karta audytu energetycznego			3 - 4
2. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora			5
3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			6 - 14
4. Ocena stanu technicznego budynku			15
5. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			15
6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			16 - 26
7. Opis wybranego wariantu optymalnego			26
Załączniki:			
1 Obliczenia systemu c.w.u.			27
2 Określenie sprawności składowych systemów grzewczych			27
3 Bilans ciepły budynku - stan przed modernizacją			28 - 36
4 Bilans ciepły budynku - stan po modernizacji - Wariant 1			37 - 45

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2	Liczba kondygnacji	4	4
3	Kubatura części ogrzewanej netto [m ³]	99874,8	99874,8
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	23177,1	23177,1
5	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0	0
6	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	23177,1	23177,1
7	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8	Liczba osób użytkujących budynek	1450	1450
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	wymienniki ciepła w lokalnych węzłach ciepłych	wymienniki ciepła w lokalnych węzłach ciepłych
10	Rodzaj systemu grzewczego budynku	wodny, pompowy, grzejnikowy, zasilany z lokalnych węzłów ciepłych, powietrzny nadmuchiwy	wodny, pompowy, grzejnikowy, zasilany z lokalnych węzłów ciepłych, powietrzny nadmuchiwy
11	Współczynniki kształtu A/V [1/m]	0,35	0,35
12	Inne dane charakteryzujące budynek	średnie osłonięcie budynku	średnie osłonięcie budynku
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m²K)]			
1	Ściany zewnętrzne budynek	1,002/1,135	1,002/1,135
2	Ściany zewnętrzne hale	0,582/0,81/0,996/1,058	0,582/0,81/0,996/1,058
3	Dałh/Stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami	1,045/1,83	0,148/0,150
4	Dałh/Stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami	0,232/0,39	0,232/0,148
5	podłoga na gruncie	0,28/0,427/0,433	0,28/0,427/0,433
6	Okna/Naświetla	1,5/1,8/2,6/2,7	1,5/0,9
7	Drzwi zewnętrzne	2,0	2,0
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1	Sprawność wytwarzania	0,95	0,95
2	Sprawność przesyłu	0,80	0,96
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88
4	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1	Sprawność wytwarzania	0,91	0,91
2	Sprawność przesyłu	0,50	0,60
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna/mechaniczna)	naturalna/grawitacyjna/ miejscowo mechaniczna	naturalna/grawitacyjna/ miejscowo mechaniczna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	przez nieuszczelnienie okien do kanałów wentylacyjnych	przez mikrowentylację okien do kanałów wentylacyjnych
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	49937	49937
4	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,50	0,50
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	2 779,94	2 327,46
2	Obliczeniowa moc cieplna do przygotowania c.w.u. [kW]	187,08	155,90
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	15 941,30	12 458,80
4	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	27 250,09	15 515,32
5	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	1 542,48	1 285,40
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	27 500	
7	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	1 600	
8	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	191,06	149,32
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	326,59	185,95
10 ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]		

11	Wskaźnik E _{Ph+W} rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania cwu w budynku [kWh/(m ² rok)]	276,06	161,09
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	44,10	44,10
2	Koszt 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie na m-c ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	6 092,71	6 092,71
3	Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	12,24	10,20
4	Koszt 1MW mocy zamówionej na przygotowanie c.w.u. na m-c [zł/(MW m-c)]	6 092,71	6 092,71
5	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	5,05	3,07
6	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7	Inne (zł)	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
		Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	41,65%
	Planowane koszty całkowite [zł]		
	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		
<p>1) Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.</p> <p>2) UOZE [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.</p> <p>3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.</p> <p>4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.</p>			

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

3.1 Dokumentacja projektowa

1. Projekt architektoniczno-budowlany rozbudowy gmachu głównego AWF-W-wa - 1969
2. Inwentaryzacja budowlana i instalacyjna budynku gmach główny AWF-W-wa - 1955
3. Projekt modernizacji hali L.A. w budynku głównym AWF w Warszawie - 1997
4. Inwentaryzacja obiektu na potrzeby audytu - wyjaśnienie szczegółów dotyczących elementów konstrukcyjnych budynku, sposobu ogrzewania, przygotowania cwu.

3.2 Inne dokumenty

- Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - Dz.U.Nr.223.poz.1459, dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r.w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego z późniejszymi zmianami
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 w "sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie" z późniejszymi zmianami
- PN-EN ISO 9838 - "Właściwości użytkowe w budownictwie - Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych.
- PN-EN ISO 6946 - "Elementy budowlane i części budynku - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła, metoda obliczeń."
- PN-EN ISO 13790 - "Ciepłe właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania."
- PN-EN ISO 13370 - "Właściwości cieplne budynków - Wymiana ciepła przez grunt - metody obliczania."
- PN-EN ISO 12831 - "Instalacje ogrzewcze w budynkach - metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego."
- PN-EN ISO 14683 - "Mostki cieplne w budynkach - liniowy współczynnik przenikania ciepła"
- PN-83/B-03430 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej
- Wytyczne "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO2 (WE) do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2016"

3.3 Osoby udzielające informacji

Administrujący budynkiem

3.4 Data wizji lokalnej

III.2016

3.5 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

1. Celem inwestycji powinno być uzyskanie jak największych oszczędności w zapotrzebowaniu na energię przez budynek.

4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana

4a Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku		126/05/2016			
Własność budynku		prywatna	spółdzielcza	skarbu państwa X	
przeznaczenie budynku		mieszkalny	mieszkalno-usługowy	inny X	
Osiedle		-			
Adres		00 - 968 Warszawa ul. Marymoncka 34			
Budynek	wolnostojący	X	w zabudowie szeregowej		
	bliźniak		blok mieszkalny wielorodzinny		
Rok budowy		1929/1970	Rok zasiedlenia		1929/1970
Technologia wykonania budynku		tradycyjna			
1	Powierzchnia zabudowy (m ²)	13 994,0	11	Liczba klatek schodowych	15
2	Kubatura netto budynku (m ³)	99 874,8	12	Liczba kondygnacji	4
3	Kubatura brutto ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów wind, otwartych wnęk, loggi i galerii (m ³)	129 837,20	13	Wysokość kondygnacji w świetle	2,9/3,0/3,2
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań (m ²)	0,00	14	Liczba użytkowników	1450
5	Powierzchnia korytarzy (m ²)	0,00	15	Liczba mieszkań	0
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym (m ²)	0,00			
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy (m ²)	0,00			
8	Powierzchnia usługowych pomieszczeń ogrzewanych (m ²)	23 177,10			
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku (4+5+6+7+8) (m ²)	23 177,10			
10	Budynek podpiwniczony	tak			



elewacja północno-wschodnia



elewacja południowo-zachodnia



elewacja północno-zachodnia

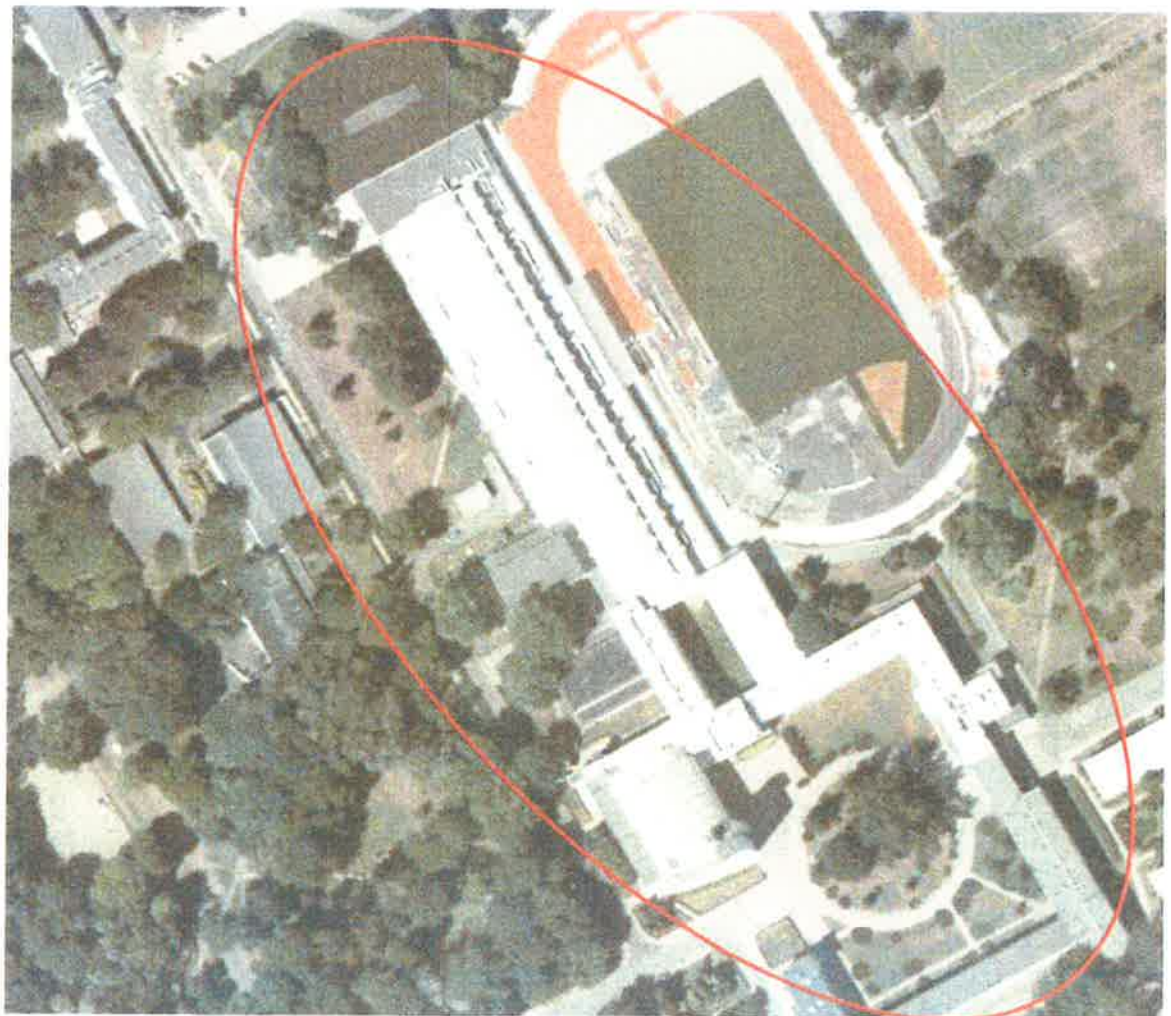


elewacja południowo-wschodnia

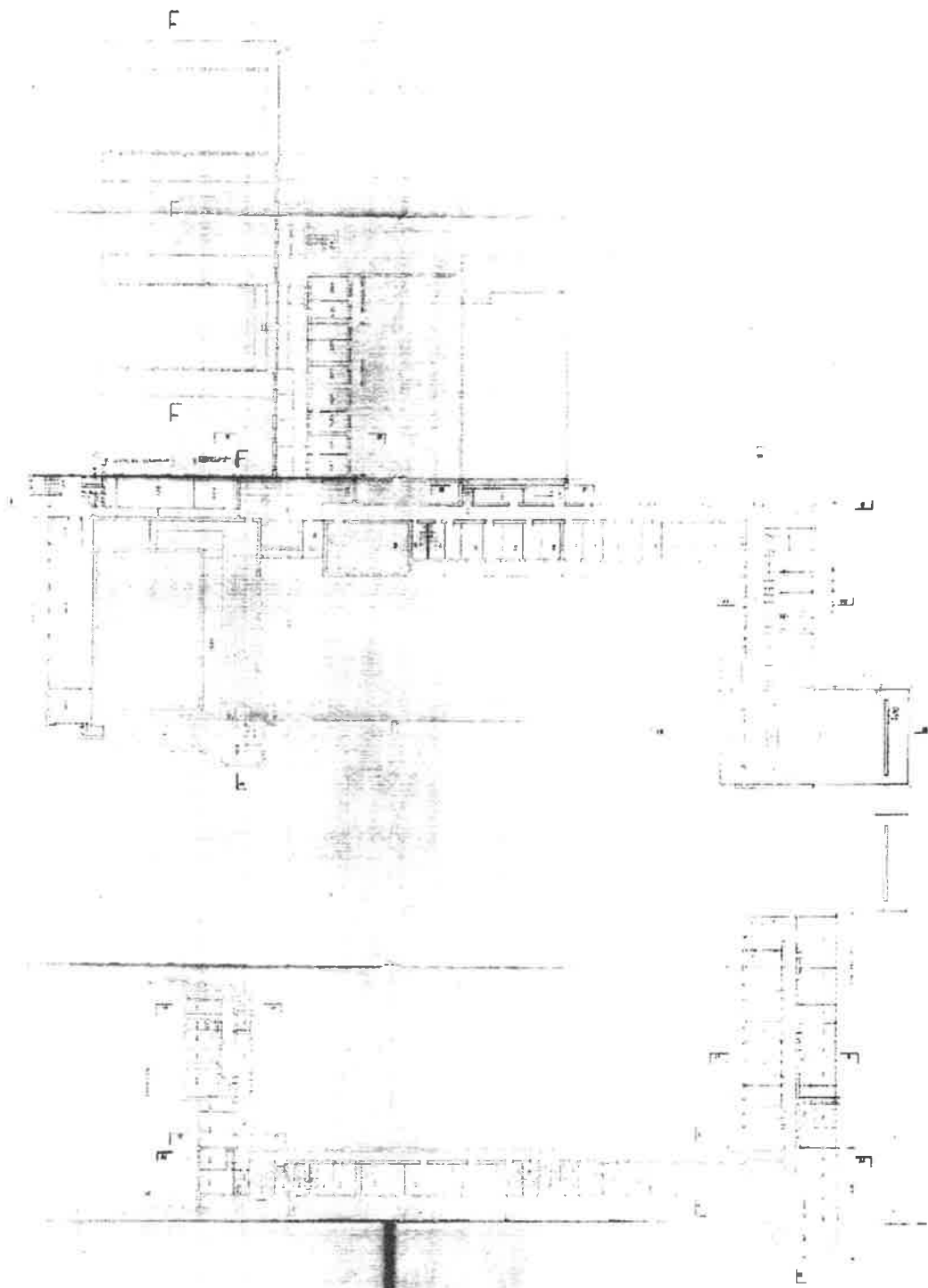


4b. Szkic budynku

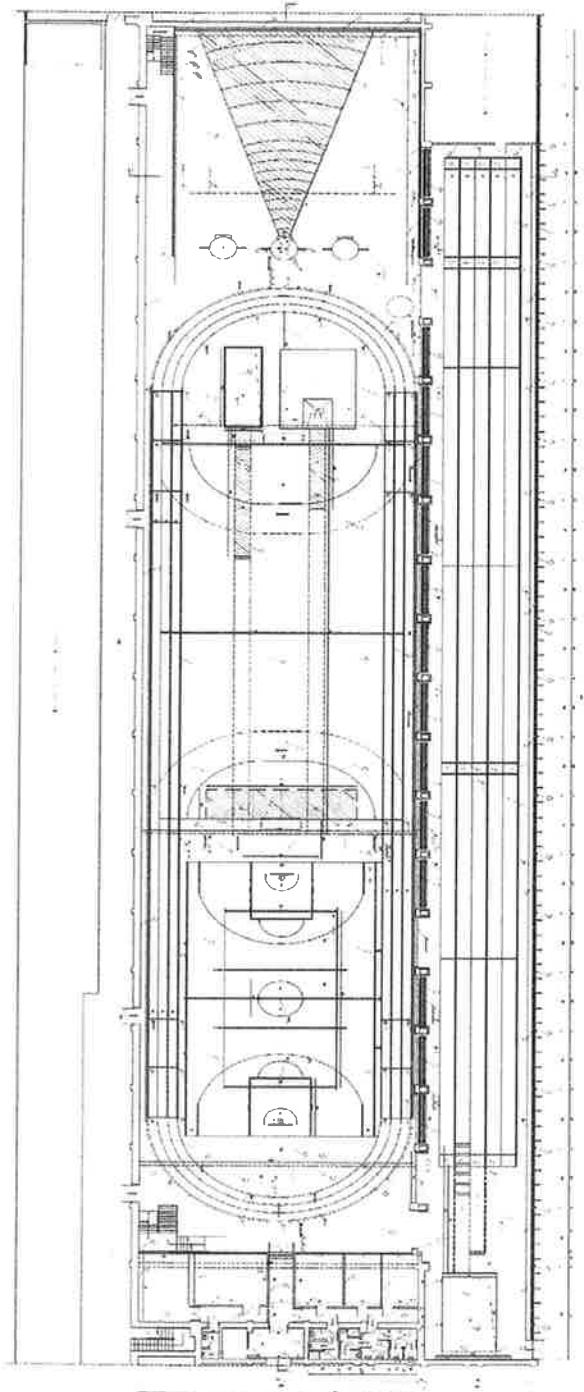
Rzut budynku z góry (mapa)



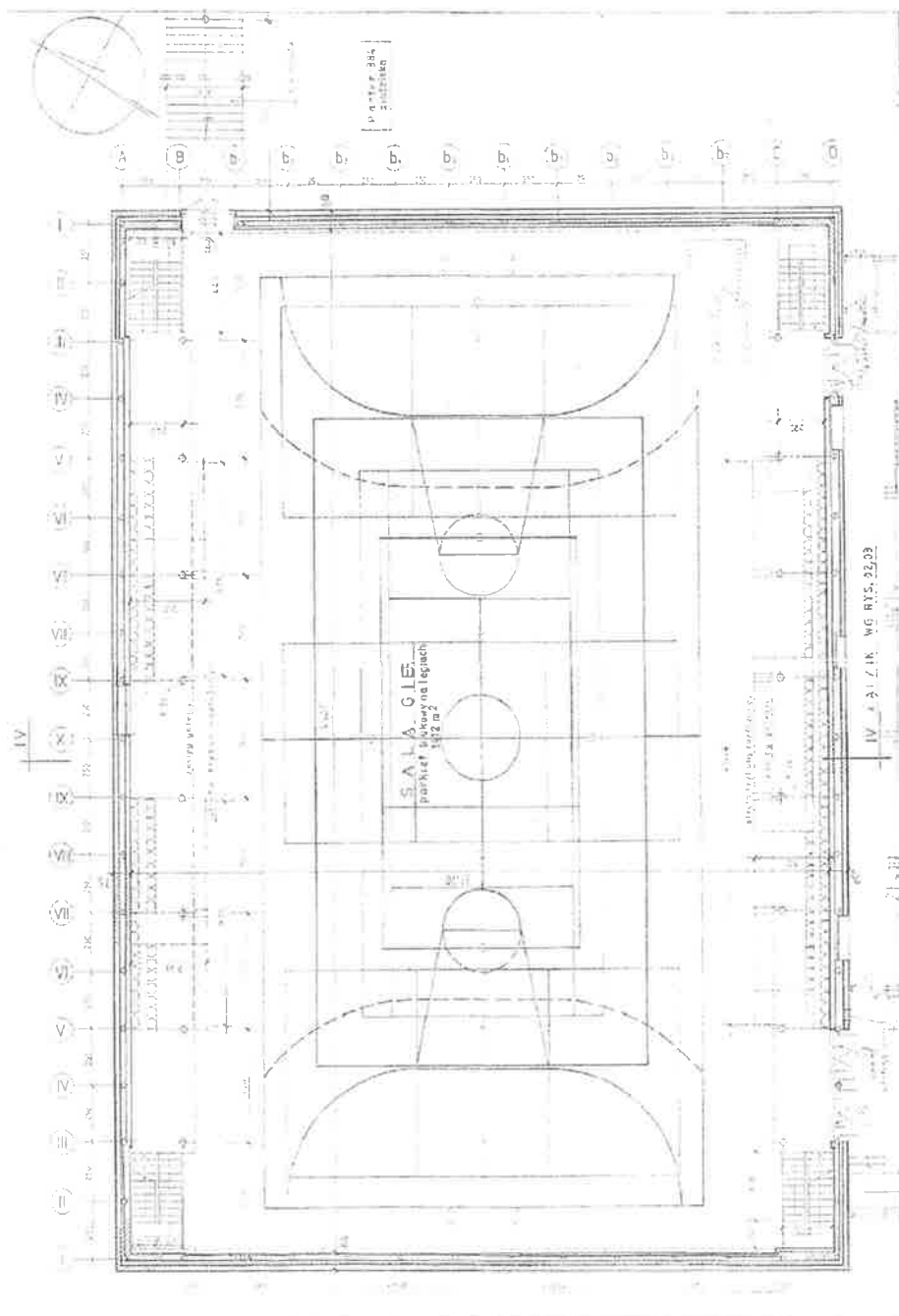
PARTER CZĘŚĆ BIUROWO-DYDAKTYCZNA



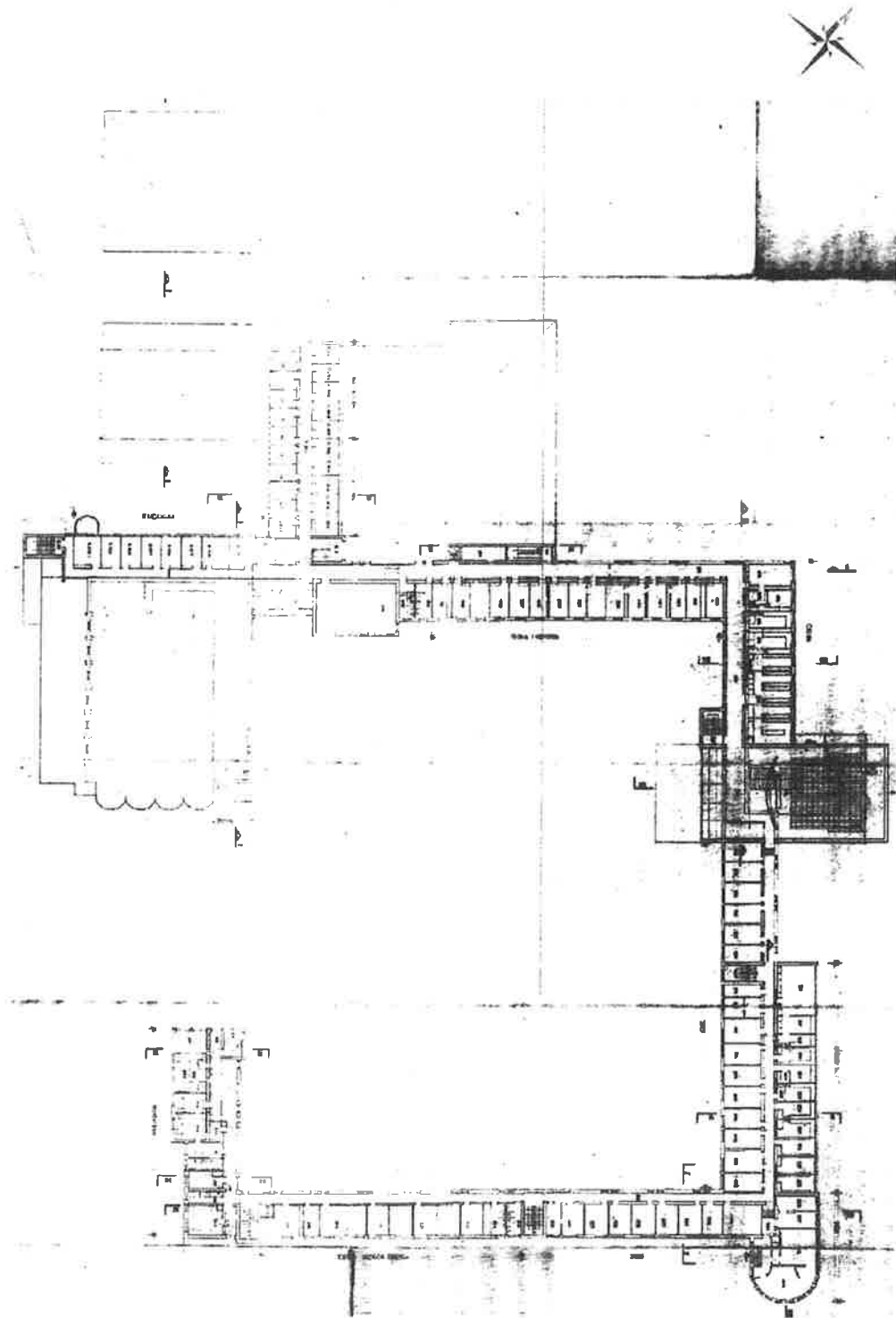
PARTER HALA L.A.



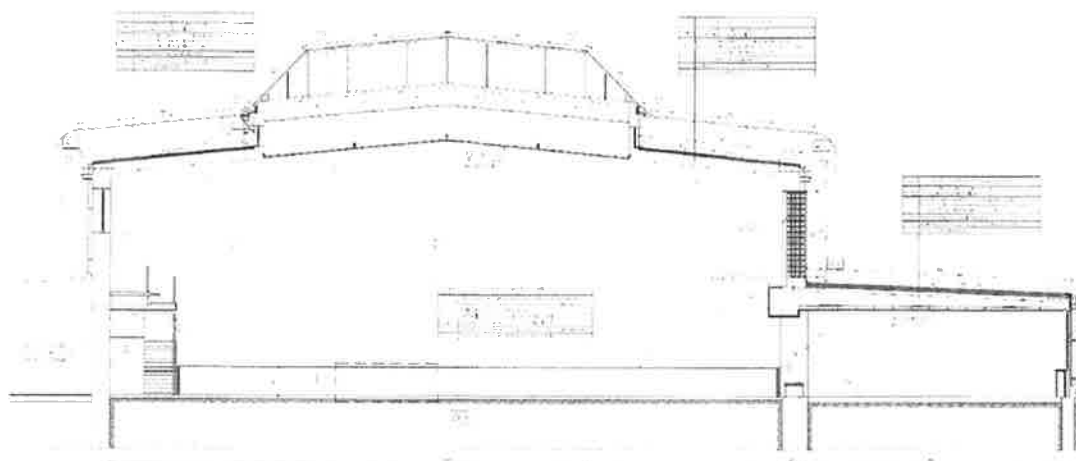
PARTER HALA GIER



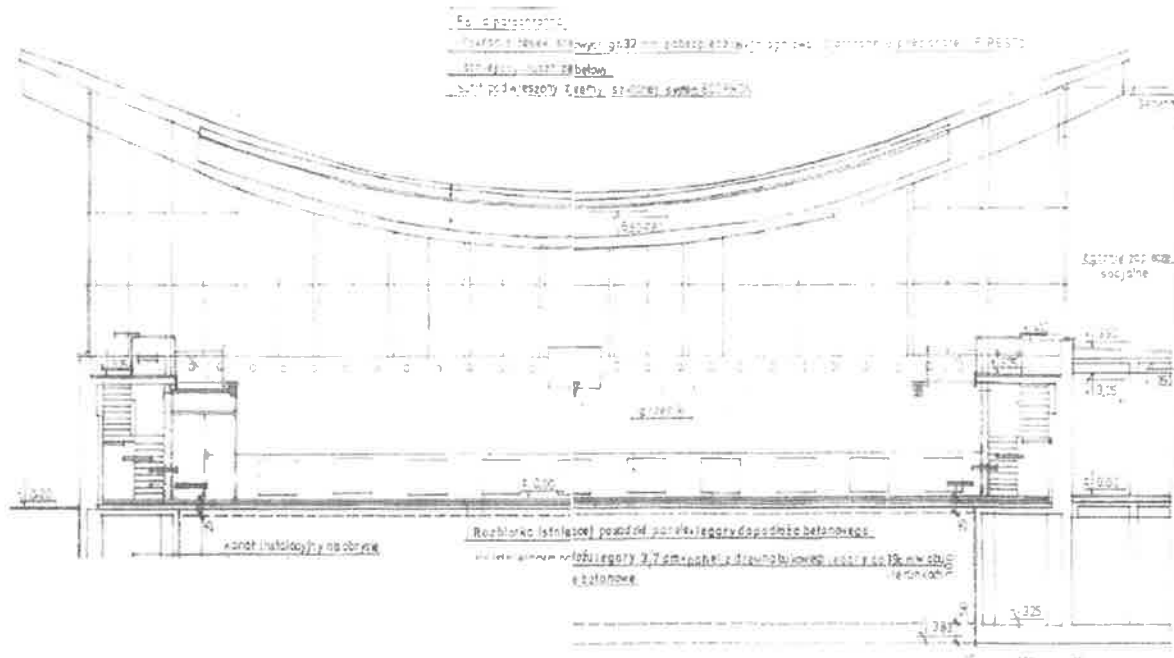
PIĘTRO POWTARZALNE - CZĘŚĆ BIUROWO-DYDAKTYCZNA



PRZEKROJE PIONOWE



Hala L.A.



Hala Gier

4c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

1. Dane ogólne

Gmach Główny składa się z kilku części funkcjonalnych, różniących się przeznaczeniem. Skrzydła: południowe, wschodnie i północnwschodnie pełnią rolę biurowo-dydaktyczną, hala basenowa z biblioteką i połączone łącznikiem hale sportowe 1,2 i 4 stanowią zaplecze treningowe. Podobnie hala lekkoatletyczna i hala gier, położone w skrajnej, północnej części gmachu. Wszystkie części budynku, pomimo zróżnicowanych funkcji, są połączone w jeden ciąg, budynek został wybudowany ok. 1929 roku, rozbudowany i przebudowanej w latach 50 i 60-tych ub. wieku.

2. Fundamenty

Żelbetowe i murowane z cegły pełnej

3. Ściany zewnętrzne

Murowane z cegły pełnej 60 i 51 cm w części biurowej, cegły pełnej 38 docieplone siporexem 7 cm, z gazobetonu 24 docieplone styropianem 2 w halach L.A i hali gier.

4. Ściany wewnętrzne

Murowane z cegły pełnej 32, 24 cm i lekkie z płyt karton-gips na stelażu.

5. Stropodach

Stropodach budynku żelbetowy 20 cm, wentylowany docieplony żużlobetonem, w części biurowej budynku, przykryty płytami korytkowymi opartymi na murkach z cegieł, pokrycie papą termozgrzewalną. Żelbetowy pełny, niewentylowany: 30 cm, nieizolowany nad basenem, 35 cm ocieplony wełną mineralną na hali L.A., konstrukcji lekkiej, ocieplony wałną mineralną 20 cm na hali gier.

6. Podłoga na gruncie

Podłoga betonowa lub gres, wylewka 3 cm, izolacja z papy (5 cm wwny mineralnej na podłodze w hali gier), warstwa beton 10 cm, płyta żelbetowa 20/30 cm na gruncie (hala L.A.)

7. Stolarka okienna i drzwiowa

Okna w większości drewniane, skrzynkowe i zespolone dwuszybowe, szacowany współczynnik $U = 2,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, w części biurowej przy hali L.A. i hali gier okna w ramach pcv, szklone zestawami dwuszybowymi, szacowany współczynnik $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, drzwi zewnętrzne w ramach Alu, szklone zestawami dwuszybowymi, szacowany współczynnik $U = 2,0$.

8. Wentylacja

W większości budynków wentylacja grawitacyjna, w budynku basenu, hali lekkoatletycznej i hali gier instalacja wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z rekuperacją ciepła (także ze względów technologicznych).

9. Zasilanie ciepłem

Instalacja zasilana z grupowego węzła cieplnego poprzez podwężły w poszczególnych segmentach funkcjonalnych.

10. Ogrzewanie

Instalacja centralnego ogrzewania pochodzi z lat osiemdziesiątych. Jest instalacją dwururową, pompową z rozdziałem dolnym. Wykonana z rur stalowych łączonych przez spawanie. W budynku znajdują się przede wszystkim grzejniki: żeliwne i stalowe żebrowe. Na wyremontowanych holach głównych zamontowane są grzejniki stalowe płytowe. Rury poziome prowadzone są pod stropami w przestrzeni sufitu podwieszzonego, natomiast piony po wierzchu ścian.

11. Ciepła woda użytkowa

Instalacja wody ciepłej i cyrkulacji pochodzi z lat osiemdziesiątych ubiegłego stulecia. Istniejąca instalacja wody ciepłej i cyrkulacyjnej wykonana jest z rur stalowych ocynkowanych, jednakże ze względu na bardzo zły stan techniczny fragmenty zostały wymienione na rury z PP. Przewody poziome wody ciepłej i cyrkulacji prowadzone są pod stropem na poziomie piwnic, skąd zasilają poszczególne piony i punkty odbioru. Przygotowanie ciepłej wody użytkowej dla budynku odbywa się w węzłach cieplnych poprzez wymienniki typu JAD.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Lp.	Opis	Położenie	Pow. całk. m ²	Pow do obliczeń strat ciepła (m ²)	Uk W/(m ² K)	Pow. okien (m ²)	U okna W/(m ² K)	Pow. drzwi (m ²)	U drzwi W/(m ² K)
1	szczytowa	NW	2678,5	2212,40	0,582/0,81/0,996/1,02/1,06/1,135	457,80	1,5/2,6	8,30	2,00
2	podłużna	SW	3500,0	2570,30	0,582/0,81/0,996/1,02/1,06/1,135	910,90	1,5/2,6	18,80	2,00
3	szczytowa	SE	2490,0	1898,30	0,582/0,81/0,996/1,02/1,06/1,135	585,70	1,5/2,6	6,00	2,00
4	podłużna	NE	3129,3	2248,70	0,582/0,81/0,996/1,02/1,06/1,135	880,60	1,5/2,6		
5	stropodach	H	13028,0	12138,00	0,39/0,23/1,045/1,83	890,00	2,30		
6	podłoga na gruncie		13894,0	13894,00	0,28/0,427/0,433				
7	fasady oszklone		895,0	895,00	1,300				
8	naświetla - luksfery		230,0	230,00	2,7				

4d Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla co)	qmoc (kW) 2 779,94
2	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla co i cwu)	q (kW) 2 967,02
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	QH (GJ) 15 941,30
4	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło	$E=Q_h/A$ (kWh/ m ² a) 191,06
5	z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Qs (GJ) 27 250,09
6	Taryfa opłat	
	opłata stała (moc zamówiona+przesył) miesięcznie	zł/MW 6 092,71
	opłata zmienna (ciepło+przesył) wg licznika	zł/GJ 44,10
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł 0,00

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ instalacji	pompowa, 2-rurowa, wodna, grzejnikowa, z rozdzielaczem dolnym.
2	Parametry instalacji	90 / 70 ° C
3	Przewody w instalacji	stalowe, bez izolacji
4	Rodzaje grzejników	żeliwne członowe, częściowo stalowe płaskie
5	Ostonięcie grzejników	częściowo
6	Zawory termostatyczne	częściowo zamontowane, regulacja w praktyce niemożliwa
7	Sprawności składowe syst. grzewczego	$\eta_g=0,95$ $\eta_d=0,80$ $\eta_e=0,77$ $\eta_s=1,00$
8	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/godzin na dobę	7/24
9	Modernizacja instalacji w latach 1985 -2001	brak

4f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj instalacji	wymiennikowa
2	Piony i ich izolacja	stalowe, nieizolowane
3	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	tak
4	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c wg. obliczeń	556,3

4g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna, mechaniczna wyciągowa miejscowo
2	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	49937

4h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Trzy węzły cieplne dwufunkcyjne zlokalizowane w piwnicy w różnych częściach budynku, wyposażone w automatyczną regulację pogodową, zestawy pompowe, armaturę zabezpieczającą i regulacyjną.



5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku.**5.1 Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku**

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dostateczny. Ściany zewnętrzne w dobrym stanie, ale miejscowo wykazują uszkodzenia, odpadanie tynku lub zawilgocenia. Stropodachy w stanie dostatecznym, wymagają docieplenia, naprawy poszycia i elementów konstrukcyjnych. Przegrody zewnętrzne nie spełniają obecnych norm, ściany zewnętrzne i stropodachy z uwagi na swoją konstrukcję posiadają wysoki współczynnik przenikalności. Okna drewniane skrzynkowe i zespolone w bardzo złym stanie technicznym, okna pcv w dobrym stanie technicznym. Drzwi zewnętrzne w ramach aluminiowych o dostatecznej izolacyjności cieplnej, Konstrukcja budynku sprawia, iż jest on bardzo energochłonny. Jednak z uwagi na ochronę konserwatorską możliwość modernizacji jest ograniczona.

5.2 System grzewczy

Instalacja c.o. w złym stanie technicznym, przewody rozprowadzające stalowe, poziomy częściowo izolowane, piony nieizolowane, grzejniki żeliwne członowe (90%) i stalowe rurowe i stalowe płaskie (10%), zamontowane nieliczne zawory regulacyjne, w większości nie działające z uwagi na bezwładność instalacji. Z uwagi na znaczne wyeksploatowanie instalacji ogrzewania oraz jej przestarzałą konstrukcję, dużą pojemność cieplną, zaleca się całkowitą wymianę instalacji: rury, grzejniki, zawory termostatyczne i podpionowe, po wymianie zaleca się przeprowadzenie jej regulacji hydraulicznej.

5.3 System zaopatrzenia w cwu

Zaopatrzenie w ciepłą wodę użytkową z wymienników ciepła umiejscowionych w węźle cieplnym. Stan techniczny instalacji dostateczny, większość przewodów rozprowadzających i cyrkulacyjnych nieizolowanych, Z uwagi na zły stan techniczny oraz przestarzałą konstrukcję należy wymienić instalację przygotownia ciepłej wody na nową, z zastosowaniem obiegów cyrkulacyjnych z możliwością ograniczenia czasu pracy.

5.4 Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	Przegrody zewnętrzne: wartości współczynnika przenikania ciepła U dla ścian są bardzo wysokie i generują duże straty ciepła z budynku	Nie przewiduje się dodatkowego docieplenia ścian zewnętrznych z uwagi na ograniczenia ze strony konserwatora zabytków.
2	Stropodachy: wartości współczynnika przenikania ciepła są nieodpowiednie, nie spełniają norm.	Należy docieplić stropodachy budynku (za wyjątkiem dachu hali gier) wełną mineralną lub styropianem do uzyskania współczynnika U poniżej wartości wymaganej 0,15 W/m ² K
3	Okna w budynku w większości w złym stanie technicznym, nie spełniają obecnych norm, konieczna wymiana, drzwi zewnętrzne w dobrym stanie technicznym	Przewiduje się wymianę okien drewnianych skrzynkowych i zespolonych na nowe, energooszczędne, z dostosowaniem ich do zabytkowego charakteru budynku.
4	System grzewczy - instalacja w złym stanie technicznym, o niskiej sprawności, dużej pojemności cieplnej, trudna do regulacji.	Przewiduje się wymianę instalacji ogrzewania w całości (rury, grzejniki, zawory regulacyjne, podpionowe).
5	Instalacja przygotowania c.w.u. w złym stanie technicznym.	Przewiduje się wymianę przewodów rozprowadzających i cyrkulacyjnych w instalacji cwu.

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodachy budynku	Docieplenie stropodachów wełną mineralną lub styropianem
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stolarkę okienną.	Wymiana części okien w budynku.
3	Poprawa sprawności instalacji ogrzewania	Wymiana instalacji ogrzewania na nową (rury, grzejniki, zawory regulacyjne.)
4	Poprawa sprawności instalacji cwu	Wymiana przewodów rozprowadzających i cyrkulacyjnych w instalacji.
Uwagi:		

7 Ocena opłacalności i wybór usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wybór optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi
- Ocena opłacalności i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego i cwu
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Lp.	Wyszczególnienie	W stanie istniejącym	Po termomodernizacji	jednostki
1	t _{wo} ściany zewnętrzne	+ 20	+ 20	°C
2	t _{zo} ściany zewnętrzne	- 20	- 20	°C
3	t _{wo} stropodach	+ 20	+ 20	°C
4	t _{zo} stropodach	- 20	- 20	°C
5	t _{wo} podłoga na gruncie	+ 20	+ 20	°C
6	t _{zo} podłoga na gruncie	temp.gruntu	temp.gruntu	°C
7	S _d	3686	3686	dzieńK/rok
	Opłaty za ciepło na cele grzewcze			
8	Stała	6 092,71	6 092,71	zł/MW/m-c
9	Zmienna	44,10	44,10	zł/GJ
10	Abonament	0,00	0,00	zł/m-c
	Opłaty za ciepło na podgrzanie cwu			
11	Stała	6 092,71	6 092,71	zł/MW/m-c
12	Zmienna	44,10	44,10	zł/GJ
13	Abonament	0,00	0,00	zł/m-c

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda					
		stropodachy wentylowane części biurowej gmachu					
Dane:							
powierzchnia przegrody przed modernizacją	Ao	5887	m ²				
powierzchnia przegrody po modernizacji	A1	5887	m ²				
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu	A1k	5890	m ²				
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{wo}	20	°C				
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{zo}	-20	°C				
liczba stopniodni dla przegrody	S _d =	3686 dzień*K/rok					
Opłaty:	stała	zmienna	abonament				
co	O _{mo}	6092,71 zł/MW/m-c	O _{zo}	44,10 zł/GJ	A _{bo}	0	zł/m-c
	O _{m1}	6092,71 zł/MW/m-c	O _{z1}	44,10 zł/GJ	A _{b1}	0	zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się docieplenie stropodachów z użyciem wełny mineralnej granulowanej o współczynniku przewodzenia ciepła:

$$\lambda = 0,045 \text{ (W/m K)}$$

Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej, wybierany jest wariant spełniający warunek granicznego oporu cieplnego i minimalnego SPBT

Lp.	Opis	jedm. miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g=	m		0,24	0,25	0,26	0,27
2	U _{c0} , U _{c1}	W/(m ² K)	1,045	0,159	0,154	0,148	0,144
3	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64 * 10 ⁻³ S _d * A * U _c	GJ/a	2155,12	298,05	287,88	278,38	269,49
4	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻³ * A * (t _{wo} - t _{zo}) * U _c	MW	0,2461	0,0374	0,0362	0,0350	0,0338
5	Roczne oszczędności kosztów: ΔQ = Q _{0u} * O _{zo} + 12(q _{0u} * O _{mo} + A _{0o}) - Q _{1u} * O _{z1} - 12(q _{1u} * O _{m1} + A ₀₁)	zł/a					
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²					
7	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł					
8	SPBT = Nu/ΔQ						

kałkulacja:	1	2	3	4
materiał ocieplający				
robocizna				
sprzęt				
pozostałe materiały				
razem				

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² na podstawie średnich cen rynkowych z I kwartału 2016. Cena jednostkowa obejmuje przygotowanie przegród, docieplenie i naprawę poszycia. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni docieplanego stropodachu.

Wybrany wariant:	3	Koszt:		SPBT:	
------------------	----------	--------	--	-------	--

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda	
		stropodach pełny nad basenem	
Dane:			
powierzchnia przegrody przed modernizacją	Ao	692,5	m ²
powierzchnia przegrody po modernizacji	A1	692,5	m ²
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu	A1k	695,0	m ²
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	two	20	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	tzo	-20	°C
liczba stopniodni dla przegrody		Sd =	4574 dzień*K/rok
Oplaty:	stała	zmienna	abonament
co	Omo	6092,71	zł/MW/m-c
	Oo1	44,10	zł/GJ
	Oz1	44,10	zł/GJ
	Abo	0	zł/m-c
	Ab1	0	zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się docieplenie stropodachu z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła:

$$\lambda = 0,038 \text{ (W/m K)}$$

Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej, wybierany jest wariant spełniający warunek granicznego oporu cieplnego i minimalnego SPBT

Lp.	Opis	jedm.miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g=	m		0,21	0,22	0,23	0,24
2	U _{c0} , U _{c1}	W/(m ² K)	1,830	0,165	0,158	0,150	0,146
3	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64 * 10 ⁻³ * Sd * A * U _c	GJ/a	550,90	45,57	43,19	40,97	39,88
4	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻³ * A * (t _{wo} - t _{zo}) * U _c	MW	0,0507	0,0046	0,0044	0,0041	0,0040
5	Roczne oszczędności kosztów: ΔQ = Q _{0u} * O _{mo} + 12(Q _{0u} * O _{no} + A _{bo0}) - Q _{1u} * O _{z1} - 12(Q _{1u} * O _{m1} + A _{bo1})	zł/a					
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²					
7	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł					
8	SPBT = Nu/ΔQ			0,716	0,714	0,711	0,720

kalkulacja:	1	2	3	4
materiał ocieplający				
robocizna				
sprzęt				
pozostałe materiały				
razem				

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² na podstawie średnich cen rynkowych z I kwartału 2016. Cena jednostkowa obejmuje przygotowanie przegród, docieplenie i naprawę poszycia. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni docieplanego stropodachu.

Wybrany wariant:	3	Koszt:		SPBT:	1
------------------	---	--------	--	-------	---

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda	
		stropodach hali L.A. z dobudówką	
Dane:			
powierzchnia przegrody przed modernizacją	Ao	4960	m ²
powierzchnia przegrody po modernizacji	A1	4960	m ²
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{wo}	20	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{zo}	-20	°C
liczba stopniodni dla przegrody	Sd =	3686 dzień*K/rok	
Oplaty:	stała	zmienna	abonament
co	O _{mo}	O _{zo}	Ab _o
	6092,71 zł/MW/m-c	44,10 zł/GJ	0 zł/m-c
	O _{m1}	O _{z1}	Ab ₁
	6092,71 zł/MW/m-c	44,10 zł/GJ	0 zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się docieplenie stropodachu z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła:

$$\lambda = 0,038 \text{ (W/m K)}$$

Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej, wybierany jest wariant spełniający warunek granicznego oporu cieplnego i minimalnego SPBT

Lp.	Opis	jedm.miary	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g=	m		0,21	0,22	0,23	0,24
2	Zwiększenie oporu cieplnego	(m ² K)/W		3,680	3,943	4,206	4,470
3	U _o , U ₁	W/(m ² K)	0,390	0,160	0,154	0,148	0,142
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64 * 10 ⁻³ Sd * A * U _c	GJ/a	924,07	252,97	242,74	233,31	224,58
5	Q _{0u} , Q _{1u} = 10·6 Sd * A * (t _{wo} - t _{zo}) * U _c	MW	0,0774	0,0318	0,0305	0,0293	0,0282
6	Roczne oszczędności kosztów: ΔQ = Q _{0u} * O _{zo} + 12(q _{0u} * O _{mo} + A _{bo}) - Q _{1u} * O _{z1} - 12(q _{1u} * O _{m1} + A _{b1})	zł/a					
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²					
8	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł					
9	SPBT = Nu/ΔQ						

kalkulacja:				
materiał ocieplający				
robocizna				
sprzęt				
pozostałe materiały				
razem	0	2	3	4

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² na podstawie średnich cen rynkowych z I kwartału 2016. Cena jednostkowa obejmuje przygotowanie przegród, zdjęcie starej warstwy ocieplenia, docieplenie i naprawę poszycia. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni docieplanego stropodachu.

Wybrany wariant:	3	Koszt:		SPBT:	1
------------------	---	--------	--	-------	---

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien/drzwi oraz poprawie systemu wentylacji		Przedsięwzięcie				
		Okna drewniane skrzynkowe i zespolone do wymiany				
Dane:						
powierzchnia okien w stanie istniejącym	Aok	1530	m ²			
powierzchnia okien po termomodernizacji	A1k	1530	m ²			
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t _{wo}	20	°C			
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	t _{zo}	-20	°C			
nominalny strumień pow. wentylacyjnego w stanie istniejącym	V _{nom-o}	49937	m ³ /h			
nominalny strumień pow. wentylacyjnego po modernizacji	V _{nom-1}	49937	m ³ /h			
liczba stopniodni dla przegrody	Sd =	3686	dzień*K/rok			
stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru	Cw =	1,0	-			
Oplaty:	stała	zmienna	abonament			
co	O _{mo}	6092,71 zł/MW/m-c O _{zo}	44,10 zł/GJ	Ab _o	0	zł/m-c
	O _{m1}	6092,71 zł/MW/m-c O _{z1}	44,10 zł/GJ	Ab ₁	0	zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się wymianę wszystkich okien drewnianych skrzynkowych i zespolonych w budynku, na okna pcv szklone zestawami trzyszybowymi. Rozpatruje się dwa warianty:

Wariant1: Wymiana na okna o U = 1,1 W/m2K

Wariant 2: Wymiana na okna o U = 0,9 W/m2K

Lp.	Opis	jedm.miary	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynniki przenikania drzwi U _{o,U1}	W/(m2 K)	2,6	1,1	0,9
2	Współczynniki korekcyjne C _t	-	1,2	1,0	0,85
	C _m	-	1,3	1,0	1,0
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot Aok \cdot U$	GJ/a	1266,88	535,99	438,53
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot Ct \cdot Cw \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	6493,91	5411,59	4599,85
5	Q _{0u} , Q _{1u} = poz3 + poz4	GJ/a	7760,79	5947,58	5038,39
6	$10^{-5} \cdot Aok \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,1591	0,0673	0,0551
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,8829	0,6791	0,6791
8	q _{0u} , q _{1u} = poz6+poz7	MW	1,0420	0,7465	0,7342
9	Roczne oszczędności ΔQ _{ok} + ΔQ _w	zł			
10	Koszt wymiany okien Nok	zł			
11	Koszt zmniejszenia pow. okien Nz	zł		0,00	0,00
12	Koszt modernizacji wentylacji Nw	zł		0,00	0,00
13	Koszt łączny	zł			
14	SPBT=(Nok+Nw)/ (ΔQ _{ok} + ΔQ _w)	lata			

Wariant 1: Wymiana na okna o U = 1,1 W/m2K
Koszt wymiany okien: 1530 x

Wariant 2: Wymiana na okna o U = 0,9 W/m2K
Koszt wymiany okien: 1530 x

Przyjęto ceny jednostkowe 1 m2 okien na podstawie średnich cen rynkowych z I kwartalu 2016. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni wymienianych okien. Okna dostosowane do zabytkowego charakteru budynku

Wybrany wariant:	2	Koszt:		SPBT:	
------------------	---	--------	--	-------	--

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien/drzwi oraz poprawie systemu wentylacji		Przedsięwzięcie				
		Wymiana luksferów w naświetlach hali L.A. od ptn. wschodu				
Dane:						
powierzchnia okien w stanie istniejącym	Aok	230,0	m ²			
powierzchnia okien po termomodernizacji	A1k	230,0	m ²			
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	two	20	°C			
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	tzo	-20	°C			
nominalny strumień pow. wentylacyjnego w stanie istniejącym	Vnom-o	11288,0	m ³ /h			
nominalny strumień pow. wentylacyjnego po modernizacji	Vnom-1	11288,0	m ³ /h			
liczba stopniodni dla przegrody	Sd =	3686	dzień*Kírok			
stopień wyekspozowania budynku na działanie wiatru	Cw=	1,0	-			
Oplaty:	stała	zmienna	abonament			
co	Omo	6092,71 zł/MW/m-c	Ozo	44,10 zł/GJ	Abo	0 zł/m-c
	Om1	6092,71 zł/MW/m-c	Oz1	44,10 zł/GJ	Ab1	0 zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Przewiduje się wymianę wszystkich luksferów w naświetlach na ścianie północno-wschodniej hali L.A. Rozpatruje się dwa warianty:

Wariant1: Wymiana na luksfery o $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

Wariant 2: Wymiana na luksfery o $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Opis	jedm. miary	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynniki przenikania drzwi $U_{0,U1}$	W/(m ² K)	2,7	2,0	1,5
2	Współczynniki korekcyjne	-	1,1	1,0	1,0
	Ct	-	1,3	1,0	1,0
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot Aok \cdot U$	GJ/a	197,77	146,50	109,87
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot Ct \cdot Cw \cdot Vnom \cdot Sd$	GJ/a	1345,59	1223,26	1223,26
5	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz3} + \text{poz4}$	GJ/a	1543,36	1369,76	1333,13
6	$10^{-6} \cdot Aok \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0248	0,0184	0,0138
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,1996	0,1535	0,1535
8	$q_{0u}, q_{1u} = \text{poz6} + \text{poz7}$	MW	0,2244	0,1719	0,1673
9	Roczne oszczędności $\Delta Q_{ok} + \Delta Q_w$	zł			
10	Koszt wymiany okien Nok	zł			
11	Koszt zmniejszenia pow. okien Nz	zł		0,00	0,00
12	Koszt modernizacji wentylacji Nw	zł		0,00	0,00
13	Koszt łączny	zł			
14	SPBT=(Nok+Nw)/($\Delta Q_{ok} + \Delta Q_w$)	lata			

Wariant 1: Wymiana na luksfery o $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
Koszt wymiany luksferów 230 x

Wariant 2: Wymiana na luksfery o $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
Koszt wymiany luksferów 230 x

Przyjęto ceny jednostkowe 1 m² luksferów na podstawie średnich cen rynkowych z I kwartału 2016. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni wymienianych luksferów.

Wybrany wariant:	2	Koszt:		SPBT:	
------------------	----------	--------	--	-------	--

Ocena opłacalności i wybór wariantu poprawiającego sprawność cieplną systemu c.o.

Dane dla stanu istniejącego:

sprawność całkowita systemu	η_0	0,585 -
Zapotrzebowanie na moc cieplną	Q_{co}	2778,94 kW
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło	Q_{cco}	15941,30 GJ/a
Przerwy dobowe	wd_0	1,0 -
Przerwy tygodniowe	wt_0	1,0 -

Oplaty:	stała	zmienna	abonament
co	Omo	Ozo	Ab0
	Omt	Oz1	Ab1
	6092,71 zł/MW	44,10 zł/GJ	0 zł/m-c
	6092,71 zł/MW	44,10 zł/GJ	0 zł/m-c

Opis wariantów usprawnienia:

Rozpatruje się 2 warianty usprawnienia termomodernizacyjnego:

W1 - modernizacja instalacji ogrzewania: wymiana rur, grzejników na stalowe płaskie. $\eta_1 = 0,95 \cdot 0,82 \cdot 0,90$ 0,701 $wd_1 = 1,00$ $wt_1 = 1,00$
W2 - W1 + montaż zaworów termoregulacyjnych i podpionowych, regulacja hydrauliczna. $\eta_1 = 0,95 \cdot 0,88 \cdot 0,96$ 0,803 $wd_1 = 1,00$ $wt_1 = 1,00$

Lp.	Opis	Jedn.miary	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło po termomodernizacji Q_{1co}	GJ/a		15941,30	15941,30
2	Zapotrzebowanie na moc cieplną po termomodernizacji q_{1co}	kW		2778,94	2778,94
3	$A_0 = Wt_0 \cdot Wd_0 \cdot Q_{cco} \cdot O_{zo} / \eta_0$	zł/a	1 201 728,77		
4	$A_1 = Wt_1 \cdot Wd_1 \cdot Q_{1co} \cdot O_{z1} / \eta_1$	zł/a		1 002 726,19	875 961,09
5	$B_0 = 12 \cdot (Q_{cco} \cdot O_{mo} + A_{bo})$	zł/a	203 175,31		
6	$B_1 = 12 \cdot (Q_{1co} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		203 175,31	203 175,31
7	Roczne koszty energii w stanie istniejącym $O_{cco} = A_0 + B_0$	zł/a	1 404 904,08		
8	Roczne koszty energii po termomodernizacji $O_{1co} = A_1 + B_1$	zł/a			
9	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{co}	zł			
10	Koszt realizacji usprawnienia Nu				
11	SPBT = Nu/ ΔQ	lata			

Podstawa przyjętych wartości Nu

Wycenę wariantu usprawnienia wykonano na podstawie średnich cen rynkowych w I kwartale 2016

W1 - obejmuje: wymianę rur, grzejników i zaworów termostatycznych =

W2 - obejmuje: W1 + montaż zaworów termoregulacyjnych i podpionowych, regulacja hydrauliczna. :

Wybrany wariant:	2	Koszt:		SPBT:	
------------------	---	--------	--	-------	--

Ocena opłacalności przedsięwzięcia prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej

Dane dla stanu istniejącego:

sprawność całkowita systemu cwu.	η_w	0,455 -
Zapotrzebowanie na moc cieplną przed modernizacją	q_{ocw}	187,08 kW
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do cwu	Q_{ocw}	701,83 GJ/a
Średnie miesięczne zapotrzebowanie na c.w.u.	$V\dot{s}r$	556,3 m ³ /m-c

Opłaty:		stała	zmienna	abonament
cwu	O _{mo}	6092,71 zł/MW	O _{zo} 44,10 zł/GJ	A _{bo} 0,00 zł/m-c
	O _{m1}	6092,71 zł/MW	O _{z1} 44,10 zł/GJ	A _{b1} 0,00 zł/m-c

W1 - modernizacja instalacji przygotowania ciepłej wody: podłączenie do lokalnej kotłowni gazowej, rozprowadzenie

$$\eta_1 = \eta_{wg} * \eta_{ws} * \eta_{wd} * \eta_{we} = 0,91 * 1,0 * 0,6 * 1,0 = 0,546$$

Lp.	Opis	jedn.miary	Stan istniejący	Po modernizacji
1	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło Q_{ocw}	GJ/a	701,83	701,83
2	Zapotrzebowanie na moc cieplną q_{ocw}	kW	187,08	155,90
3	koszt zmienny $A = Q_{ocw} * O_{zo} / \eta_w$	zł/a	68 023,40	56686,17
4	koszty stałe $B = 12 * (q_{ocw} * O_{mo} + A_{bo})$	zł/a	13 678,02	11 398,35
5	Roczne koszty energii $O_{cw} = A + B$	zł/a	81 701,42	68 084,52
9	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{co}	zł		
10	Koszt realizacji usprawnienia N_u			
11	SPBT = $N_u / \Delta Q$	lata		

Podstawa przyjętych wartości N_u

Wycenę wariantu usprawnienia wykonano na podstawie średnich cen rynkowych netto w I kwartale 2016

Podłączenie do lokalnej kotłowni gazowej, rozprowadzenie instalacji do odbiorów w budynku, wyposażenie w obieg cyrkulacyjny

= [redacted] zł

Wybrany wariant:	1	Koszt:		SPBT:	
------------------	---	--------	--	-------	--

Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia	Planowany koszt robót (zł)	SPBT (lata)
1	Docieplenie stropodachu basenu styropianem o grubości 23 cm i $\lambda = 0,038$ W/mK		
2	Poprawa sprawności instalacji ogrzewania poprzez wymianę rur, grzejników, zaworów termostacyjnych i podpionowych, regulację		
3	Wymiana luksferów w naświetlaczach hali L.A. od strony NE, na luksfery o współczynniku $U=1,3$		
4	Docieplenie stropodachu wentylowanego części biurowej gmachu wełną mineralną warstwą o grubości 26 cm i $\lambda = 0,045$ W/mK		
5	Wymiana okien drewnianych sgrzyzkowych i zespolonych w budynku na okna o współczynniku $U= 0,9$ W/m ² K		
6	Docieplenie stropodachu hali L.A. styropianem ($\lambda=0,038$ W/mK), warstwą o grubości min. 23 cm		
7	Wymiana przewodów rozprowadzających i cyrkulacyjnych w instalacji cwu.		
Razem	variant maksymalny		

Rozpatruje się następujące warianty przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Zakres	Numer wariantu						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Docieplenie stropodachu basenu	X	X	X	X	X	X	X
2	Poprawa sprawności instalacji co	X	X	X	X	X	X	
3	Wymiana luksferów w naświetlaczach hali	X	X	X	X	X		
4	Docieplenie stropodachów części biurowej	X	X	X	X			
5	Wymiana okien zewnętrznych	X	X	X				
6	Docieplenie stropodachu hali L.A.	X	X					
7	Poprawa sprawności instalacji cwu	X						

Lp.	Zakres	Numer wariantu						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Docieplenie stropodachu basenu							
2	Poprawa sprawności instalacji co							
3	Wymiana luksferów w naświetlaczach hali							
4	Docieplenie stropodachów części biurowej							
5	Wymiana okien zewnętrznych							
6	Docieplenie stropodachu hali L.A.							
7	Poprawa sprawności instalacji cwu							
Koszt sumaryczny wariantu =								

Obliczenie oszczędności kosztów dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Opłaty:		stała		zmienna		abonament			
co	O _{mo}	6092,71	zł/MW/m-c	O _{zo}	44,1	zł/GJ	A _{bo}	0	zł/m-c
	O _{m1}	6092,71	zł/MW/m-c	O _{z1}	44,1	zł/GJ	A _{b1}	0	zł/m-c
cwu	O _{mo}	6092,71	zł/MW/m-c	O _{zo}	44,1	zł/GJ	A _{bo}	0	zł/m-c
	O _{m1}	6092,71	zł/MW/m-c	O _{z1}	44,1	zł/GJ	A _{b1}	0	zł/m-c

wariantry	Q _{oco}	q _{oco}	η _o		Q _{ocw}	q _{ocw}	O _{or}
stan obecny	15 941,30	2 779,94	0,585		1 542,48	187,08	1 486 679
			1,00	1,00			

Nr wariantu	Q _{1co} GJ	q _{1co} kW	η ₁		Q _{1cw} GJ	q _{1cw} kW	O _{1r} zł	ΔOr zł	N zł
			Wd1	Wd1					
1	12 458,80	2 327,46	0,803		1 285,40	155,90			
			1,00	1,00					
2	12 458,80	2 327,46	0,803		1 542,48	187,08			
			1,00	1,00					
3	12 516,10	2 331,28	0,803		1 542,48	187,08			
			1,00	1,00					
4	13 335,00	2 434,06	0,803		1 542,48	187,08			
			1,00	1,00					
5	15 225,20	2 675,93	0,803		1 542,48	187,08			
			1,00	1,00					
6	15 367,40	2 705,73	0,803		1 542,48	187,08			
			1,00	1,00					
7	15 367,40	2 705,73	0,585		1 542,48	187,08			
			1,00	1,00					

Obliczenie zmniejszenia emisji CO₂ w wyniku przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (energia końcowa)

Nr wariantu	Roczne zapotrzebowanie na ciepło końcowe dla ogrzewania i wentylacji Q _{co} [GJ/rok]	Roczne zapotrzebowanie na ciepło końcowe dla podgrzewu cwu Q _{cw} [GJ/rok]	Q _{KH} + Q _{KW} [GJ/rok]	emisja CO ₂ [ton CO ₂ /rok]	zmniejszenie emisji CO ₂ [ton/rok]	zmniejszenie emisji CO ₂ [%]
0	27250,09	1542,48	28792,57	2699,02		
1	15515,32	1285,40	16800,72	1574,90	1124,12	41,65%

Do obliczeń przyjęto wskaźniki emisji dla paliw wg wytycznych "Wartości opalowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2016"

Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego:

Wariant	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	zmniejszenie emisji CO ₂ [ton/rok]
	[zł]	[zł/rok]	[%]	[ton/rok]
1	2	3	4	5
1			41,65%	1 124,12
2			40,76%	1 100,02
3			40,51%	1 093,33
4			36,97%	997,73
5			28,79%	777,08
6			28,18%	760,48
7			3,41%	91,96

Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny jako optymalny wybrano **wariant 1** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, na który składają się następujące usprawnienia:

- 1 Docieplenie stropodachu basenu
- 2 Poprawa sprawności instalacji co
- 3 Wymiana luksferów w naświetlach hali
- 4 Docieplenie stropodachów części biurowej
- 5 Wymiana okien zewnętrznych
- 6 Docieplenie stropodachu hali L.A.
- 7 Poprawa sprawności instalacji cwu

w wyniku modernizacji:

1. Oszczędność zapotrzebowania na energię wyniesie: 41,6%
2. Efekt ekologiczny w postaci zmniejszenia emisji CO₂ wyniesie: 41,6%

Opis wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, wybranego do realizacji

- Opis robót

	koszt	powierzchnia/ilość
Docieplenie stropodachu basenu styropianem o grubości 23 cm i $\lambda = 0,038$ W/mK	zł	695,0 m ²
Poprawa sprawności instalacji ogrzewania poprzez wymianę rur, grzejników, zaworów termostatycznych i podpionowych, regulację	zł	10700,0 mb
Wymiana luksferów w naświetlach hali L.A. od strony NE. na luksfery o współczynniku U=1,3	zł	230,0 m ²
Docieplenie stropodachu wentylowanego części biurowej gmachu wełną mineralną warstwą o grubości 26 cm i $\lambda = 0,045$ W/mK	zł	5890,0 m ²
Wymiana okien drewnianych sgrzynekowych i zespolonych w budynku na okna o współczynniku U= 0,9 W/m ² K	zł	1530,0 m ²
Docieplenie stropodachu hali L.A. styropianem ($\lambda=0,038$ W/mK), warstwą o grubości min. 23 cm	zł	4960,0 m ²
Wymiana przewodów rozpraszających i cyrkulacyjnych w instalacji cwu.	zł	4500,0 mb
Razem koszty	zł	
1. Kalkulowany koszt robót	zł	
2. Obliczona roczna oszczędność kosztów energii	zł	
3. Czas zwrotu nakładów SPBT	lat	

Załączniki - Obliczenia ciepłe

podstawowe normy i dokumenty:

- PN-EN ISO 13790 - "Ciepłe właściwości użytkowe budynków, Obliczanie zużycia energii do ogrzewania."
- PN-EN ISO 12831 - "Instalacje ogrzewcze w budynkach - metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego."
- rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 27 lutego 2015 "w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej." (Dz.U. 2015 poz.376)

1. Obliczenia systemu c.w.u.**Obliczenie zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej**

Charakterystyka systemu c.w.u.	jednostka	budynek	
		stan istniejący	po modernizacji
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	[dm ³ (m ²)*doba]	0,80	0,80
Jednostka odniesienia - A_f	m ²	23177,1	23177,1
Temp. ciepłej wody w podgrzewaczu Θ_{cw}	[°C]	55	55
Temp. wody zimnej Θ_{zw}	[°C]	10	10
Czas użytkowania $t_{uz} \cdot k_R$	doba / rok	200,75	200,75
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} \cdot A_f \cdot 4,19 \cdot (\Theta_{cw} - 10) \cdot k_R \cdot t_{uz} / (3600)$	kWh / rok	194 952,44	194 952,44
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} =$	GJ/rok	701,83	701,83
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,91	0,91
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	0,50	0,60
sprawność akumulacji ciepła $\eta_{w,s}$	-	1,00	1,00
sprawność sezonowego wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,455	0,546
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh / rok	428 466,90	357 056,75
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/rok	1 542,48	1 285,40

Obliczenie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Średnie godzinowe zapotrzebowanie na cwu $V_{n,gr} = (A_f \cdot V_{wi}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	1,030	1,030
Współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	1,58	1,58
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cw,j} = 4,19 \cdot 1000 \cdot (\Theta_{cw} - \Theta_{zw}) / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,414	0,345
Maksymalna moc na potrzeby cwu $q_{cw,u}^{max} =$	kW	187,08	155,90
Średnia moc na potrzeby cwu $q_{cw,u}^{sr} =$	kW	118,57	98,81

2. Określenie sprawności składowych systemów grzewczych - stan obecny

CO Ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej			
sprawność wytwarzania	$\eta_{H,g} =$	0,95	Węzeł cieplny kompaktowy bez obudowy o mocy powyżej 300 kW
sprawność dystrybucji	$\eta_{H,d} =$	0,80	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, bez izolacji cieplnej na przewodach, armaturze i urządzeniach, które są zainstalowane w pomieszczeniach nieogrzewanych, pionu nieizolowanego
sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,e} =$	0,77	Centralne ogrzewanie z grzejnikami czcionowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej, regulacja miejscowa nieskuteczna.
sprawność akumulacji	$\eta_{H,s} =$	1,00	Brak zasobnika buforowego
sprawność całkowita	$\eta_{H,tot} =$	0,585	

CWU Ciepło z miejskiej sieci ciepłowniczej			
sprawność wytwarzania	$\eta_{W,g} =$	0,91	Węzeł cieplny kompaktowy bez obudowy /ogrzewanie i ciepła woda/ o mocy nominalnej powyżej 100 kW
sprawność dystrybucji	$\eta_{W,d} =$	0,50	Centralne przygotowanie ciepłej wody, instalacje z obiegami cyrkulacyjnymi, pionu instalacyjne i przewody rozprowadzające nieizolowane, instalacje duże powyżej 100 punktów poboru
sprawność akumulacji	$\eta_{W,s} =$	1,00	Brak zasobnika buforowego
sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{W,e} =$	1,00	
sprawność całkowita	$\eta_{W,tot} =$	0,455	