ECO-DORADZTWO

Hala Sportowa Jaskółka w Tarnowie –przykład audytu energetycznego przebudowy budynku do poziomu niskoenergetycznego zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków

Tomasz Sumera
(+48) 722 835 531

tomasz.sumera@op.pl
www.eco-doradztwo.eu

Trwa dążenie w Polsce do osiągnięcia celu głównego określonego w art. 9 ust. 1 dyrektywy 2010/31/UE o charakterystyce energetycznej budynków
który stanowi, aby:

- do dnia 31 grudnia 2020 r. wszystkie nowe budynki były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii
- po dniu 31 grudnia 2018 r. nowe budynki zajmowane przez władze publiczne oraz będące ich własnością

były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii.

USTAWA
z dnia 29 sierpnia 2014 r.
o charakterystyce energetycznej budynków

USTAWA
z dnia 29 sierpnia 2014 r.
o charakterystyce
energetycznej budynków

Rozporządzenia

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY I ROZWOJU z dnia 27 lutego 2015 r.
w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA TRANSPORTU, BUDOWNICTWA I GOSPODARKI MORSKIEJ
z dnia 5 lipca 2013 r.
zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

ROZPORZĄDZENIEMINISTRA INFRASTRUKTURY I ROZWOJU
z dnia 3 września 2015 r.
zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

ROZPORZĄDZENIEMINISTRA INFRASTRUKTURY I ROZWOJU
z dnia 3 września 2015 r.
zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

„**maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U po termomodernizacji jest przyjmowana zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi**”

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA TRANSPORTU, BUDOWNICTWA I GOSPODARKI MORSKIEJ
z dnia 5 lipca 2013 r.
zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

„1a. **Wymagania minimalne**, o których mowa w ust. 1, **uznaje się za spełnione dla budynku podlegającego przebudowie, jeżeli przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku podlegające przebudowie odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej** określonym w załączniku nr 2 do rozporządzenia oraz powierzchnia okien odpowiada wymaganiom określonym w pkt 2.1. załącznika nr 2 do rozporządzenia.”

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA TRANSPORTU, BUDOWNICTWA I GOSPODARKI MORSKIEJ z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

„§ 329. 1. Maksymalną wartość wskaźnika EP określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie budynku na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, chłodzenia, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz oświetlenia oblicza się zgodnie z poniższym wzorem:

$$EP = EP_{H+W} + \Delta EP_C + \Delta EP_L;\ [kWh/(m^2 \cdot rok)]$$

Lp.	Rodzaj budynku	Cząstkowe maksymalne wartości wskaźnika EP_{H+W} na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej [kWh/(m² · rok)]		
		od 1 stycznia 2014 r.	od 1 stycznia 2017 r.	od 1 stycznia 2021 r.*)
1	2	3		
1	Budynek mieszkalny:			
	a) jednorodzinny	120	95	70
	b) wielorodzinny	105	85	65
2	Budynek zamieszkania zbiorowego	95	85	75
3	Budynek użyteczności publicznej:			
	a) opieki zdrowotnej	390	290	190
	b) pozostałe	65	60	45
4	Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny	110	90	70

*) Od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością.

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA TRANSPORTU, BUDOWNICTWA I GOSPODARKI MORSKIEJ z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

Zatem po 2020r- EP_{H+W}=45kWh/m^2

$$\Delta EP_C = 25 \cdot A_{f,C}/A_f$$

= 25kWh/m^2- jeżeli cały budynek jest klimatyzowany

dla $t_0 < 2500$
$\Delta EP_L = 25$

dla $t_0 \geq 2500$
$\Delta EP_L = 50$

= 50kWh/m^2- jeżeli czas pracy jest większy od 2500h np. budynek pracuje na 2 zmiany.
Przykładowo Hala sportowa Jaskółka w Tarnowie jest czynna od 7.00-23.00

EP_{H+W}=45kWh/m2 < EP_L=50kWh/m^2 !

Dopuszczany wskaźnik energii pierwotnej na ogrzewanie i podgrzewanie ciepłej wody jest mniejszy od energii na oświetlenie

2,5m

$EP_{H+W}=45kWh/m^2=18kWh/m^3$

16 m

$EP_{H+W}=45kWh/m^2=2,81kWh/m^3$

Hala Sportowa Jaskółka w Tarnowie

Charakterystyka energetyczna istniejącego budynku:

3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.o.	kW	2747,3
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.w.u.	kW	13,4
5.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby wentylacji	kW	477,6
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	GJ	8 715,0
7.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	GJ	13 737,2

Porównane budynków stary – nowy:

1. Dane ogólne		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	stalowa / słupowo ryglowa	stalowa / słupowo ryglowa
2.	Liczba kondygnacji	4	4
3.	Kubatura części ogrzewanej [m^3]	49 766,2	116 650,7
4.	Powierzchnia budynku netto [m^2]	7 464,0	14 487,0
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m^2]	0,0	0,0
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m^2]	6 118,4	12 545,3

Kubatura i powierzchnia rośnie ok. 2 krotnie !

Projekt nowego budynku:

Wymagane przepisami prawa w tym zakresie współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne U (W/(m K)) :

- ściany zewnętrzne - ***0,25***
- dach / stopodach - ***0,20***
- okna - ***1,30***
- drzwi - ***1,70***

10.3. Parametry sprawności energetycznej instalacji ogrzewczych, wentylacyjnych, klimatyzacyjnych lub chłodniczych oraz innych urządzeń mających wpływ na gospodarkę energetyczną obiektu budowlanego – zastosowano węzeł cieplny oraz wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła na poziomie 80% .

10.4. Dane wykazujące, że przyjęte w projekcie architektoniczno-budowlanym rozwiązania budowlane i instalacyjne spełniają wymagania dotyczące oszczędności energii zawarte w przepisach techniczno-budowlanych.

Projektowane przegrody zewnętrzne budynków charakteryzują się współczynnikami przenikania ciepła U (W/(m K)) niższymi niż wymagane przepisami i znacznie poprawiają izolacyjność cieplną budynku w porównaniu z obecnymi parametrami w istniejącym budynku wg. Audytu sporządzonego na potrzeby ekspertyzy technicznej .

Rodzaj przegrody	Parametr projektowany	Obecne parametry w istniejącym budynku
Ściana zewnętrzna	0,147	W zależności od rodzaju ściany 0,33; 1,882; 1,61; 1,607; 1,599
Dach/ Stropodach	0,11	W zależności od rodzaju dachu 0,374; 2,849; 1,519
Okna	0,9	1,8 do 5,2
Drzwi	0,9	4,5

Eco-

7.2.1. Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku	Przegroda (symbol)
	ściany zewnętrzne grubość 25cm

Dane do obliczeń

	stan aktualny	stan po modernizacji	
A_{strat} =	31,8	41,4	m^2
A_{koszt} =	32,3	42,0	m^2
SD =	2886	2886	dzień K/rok

1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia
3. liczba stopniodni ogrzewania
4. technologia ocieplenia i wybrany materiał: ocieplenie metodą bez spoinową z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ=0,035W/(m^2K)

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

wariant 1: o grubości warstwy izolacji 16 cm - przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 9cm większej niż w wariancie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 12cm większej niż w wariancie 1

wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 14cm większej niż w wariancie 1

Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty			
				W1	W2	W3	W4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej d	m	--------	0,16	0,25	0,28	0,30
2	Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji U_c	W/m^2·K	1,88	0,20	0,13	0,12	0,11
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła Q_{0U}, Q_{1u} = $8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A \cdot U_c$	GJ/rok	14,9	2,1	1,4	1,2	1,1
4	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie q_{oU}, q_{1U} = $10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0}-t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
5	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO_{ru} = $(Q_{0U}-Q_{1U})O_c+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$	zł/rok	--------	724,76	752,38	760,27	764,21
6	Cena jednostkowa usprawnienia C_{jed}	zł/m^2	--------	382,90	395,30	443,10	478,20
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U=A_{koszt}*C_{jed}	zł	--------	16 081,80	16 602,60	18 610,20	20 084,40
8	Prosty czas zwrotu SPBT= $N_U/\Delta O_{ru}$	lat	--------	22,2	22,1	24,5	26,3

7.2.2. Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku	Przegroda (symbol)
	ściany zewnętrzne grubość 32cm kamień

Dane do obliczeń

	stan aktualny	stan po modernizacji	
A_{strat} =	297,2	386,5	m^2
A_{koszt} =	315,6	410,7	m^2
SD =	2886	2886	dzień K/rok

1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia
3. liczba stopniodni ogrzewania
4. technologia ocieplenia i wybrany materiał: ocieplenie metodą bez spoinową z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ=0,035W/(m^2K)

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

wariant 1: o grubości warstwy izolacji 16 cm - przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 9cm większej niż w wariancie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 12cm większej niż w wariancie 1

wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 14cm większej niż w wariancie 1

Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty			
				W1	W2	W3	W4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej d	m	————	0,16	0,25	0,28	0,30
2	Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji U_c	W/m^2·K	1,80	0,20	0,13	0,12	0,11
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64·10^{-6}·Sd·A.U_c	GJ/rok	133,4	19,3	12,7	11,4	10,7
4	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6}· A·(t_{w0}-t_{z0})·U_c	MW	0,020	0,003	0,002	0,002	0,002
5	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{0U}-q_{1U})O_m	zł/rok	————	6 369,58	6 739,86	6 791,14	6 818,76
6	Cena jednostkowa usprawnienia C_{jed}	zł/m^2	————	382,90	395,30	443,10	478,20
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U=A_{koszt}*C_{jed}	zł	————	157 257,03	162 349,71	181 981,17	196 396,74
8	Prosty czas zwrotu SPBT= N_U/ΔO_{ru}	lat	————	24,7	24,1	26,8	28,8

Eco

7.2.11. Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku	Przegroda (symbol)
	dach

Dane do obliczeń

	stan aktualny	stan po modernizacji	
A_{strat} =	4474,1	4775,2	m^2
A_{koszt} =	4474,1	4775,2	m^2
SD =	2886	2886	dzień K/rok

1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia
3. liczba stopniodni ogrzewania
4. technologia ocieplenia i wybrany materiał: ocieplenie poprzez zastosowanie płyt z pianki poliuretanowej o współczynniku przewodności λ=0,025W/(m^2K)

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

wariant 1: o grubości warstwy izolacji 20 cm - przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2cm większej niż w wariancie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 5cm większej niż w wariancie 1

Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty			
				W1	W2	W3	W4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej d	m	———	0,16	0,20	0,22	0,25
2	Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji U_c	W/m^2K	0,38	0,15	0,12	0,11	0,10
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła Q_{0U}, Q_{1u} = 8,64·10^{-6}·Sd·A·U_c	GJ/rok	423,9	179,3	144,5	131,7	116,3
4	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6}· A·(t_{wo}-t_{zo})·U_c	MW	0,064	0,027	0,022	0,020	0,017
5	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{0U}-q_{1U})O_m	zł/rok	———	13 715,85	15 638,22	16 362,99	17 300,23
6	Cena jednostkowa usprawnienia C_{jed}	zł/m^2	———	1275,30	1331,87	1394,20	1469,80
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U=A_{koszt}*C_{jed}	zł	———	6 089 812,56	6 359 968,53	6 657 583,84	7 018 588,96
8	Prosty czas zwrotu SPBT= N_U/ΔO_{ru}	lat	———	444,0	406,7	406,9	405,7

Ponad 10 krotna poprawa współczynników U dla ścian

2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	ściany zewnętrzne grubość 25cm	1,88	0,13
2.	ściany zewnętrzne grubość 32cm kamień	1,80	
3.	ściany zewnętrzne grubość 32cm tynk	1,61	
4.	ściany zewnętrzne grubość 41cm	1,60	
5.	ściany zewnętrzne poliuretan	0,33	
6.	ściany zewnętrzne w piwnicy grubość 41cm	0,64	0,13
7.	dach	0,38	0,12
8.	podłoga na gruncie	0,34	0,16
9.	podłoga w piwnicy	0,34	0,16
10.	Okna, drzwi balkonowe	4,0	0,9
11.	Drzwi zewnętrzne / bramy	4,5	0,9
12.	Inne	-	-

W projekcie zastosowano wentylację mechaniczną - odzysk ciepła ok 68 %

Ogrzewanie- zasilanie z węzła cieplnego MPEC

ECO-DORADZTWO

„Stara hala”- EP=820,8+131,1=951,9kWh/m^2

Projekt: EP_{H+W}=139,41>dopuszczlane:45kWh/m2

EP_c=70,3>dopuszczlane:25kWh/m2

EP_L=59,55>dopuszczlane:50kWh/m2

To oznacza brak pozwolenia na budowę!

Załącznik 19 - Wyznaczenie wskaźnika energii pierwotnej

Stan istniejący

powierzchnia o regulowanej temperaturze: 6118,4 m^2

system	energia końcowa [kWh/rok]	wskaźnik nakładu energii pierwotnej	energia pierwotna [kWh/rok]	E_P [kWh/m^2]
c.o.	3 863 052,1	1,3	5 021 967,7	820,8
c.w.u.	280 436,8	1,3	364 567,8	
energia pomocnicza c.o.	4 313,5	3,0	12 940,4	
energia pomocnicza c.w.u.	8 749,3	3,0	26 247,9	
oświetlenie	267 374,0	3,0	802 122,0	131,1
klimatyzacja	-	-	-	-

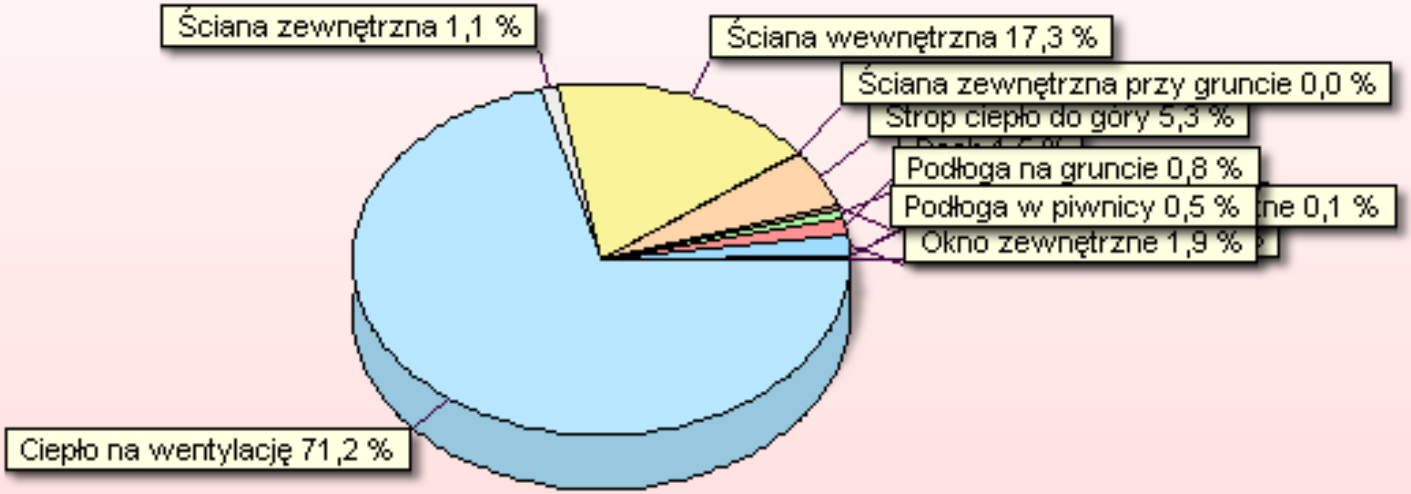
Energia pierwotna stan po modernizacji zgodnie z projektem budowlanym

powierzchnia o regulowanej temperaturze: 12545,3 m^2

system	energia końcowa [kWh/rok]	wskaźnik nakładu energii pierwotnej	energia pierwotna [kWh/rok]	E_P osiągnięty [kWh/m^2]	E_P wymagany WT 2021r. [kWh/m^2]
c.o.	1 069 809,7	1,3	1 390 752,6	139,41	45,00
c.w.u.	47 163,2	1,3	61 312,2		
energia pomocnicza c.o.	94 564,0	3,0	283 691,9		
energia pomocnicza c.w.u.	4 385,8	3,0	13 157,5		
oświetlenie	249 024,0	3,0	747 072,0	59,55	50,00
klimatyzacja	285 601,0	3,0	856 803,0	70,30	25,00
energia pomocnicza klimatyzacja	31 403,4	0,8	25 122,7		

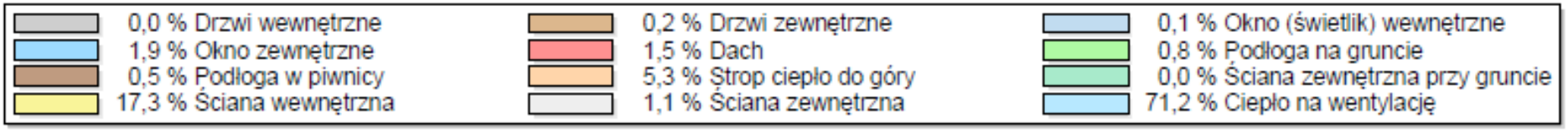
Stan wg. projektu nowego budynku:

Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej



0,0 % Drzwi wewnętrzne	0,2 % Drzwi zewnętrzne
0,1 % Okno (świetlik) wewnętrzne	1,9 % Okno zewnętrzne
1,5 % Dach	0,8 % Podłoga na gruncie
0,5 % Podłoga w piwnicy	5,3 % Strop ciepło do góry
0,0 % Ściana zewnętrzna przy gruncie	17,3 % Ściana wewnętrzna
1,1 % Ściana zewnętrzna	71,2 % Ciepło na wentylację

Zestawienie zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania:



Opis	GJ/Rok	kWh/rok	%
Drzwi wewnętrzne	5,16	1434	0,0
Drzwi zewnętrzne	24,58	6827	0,2
Okno (świetlik) wewnętrzne	9,28	2576	0,1
Okno zewnętrzne	203,07	56409	1,9
Dach	163,71	45475	1,5
Podłoga na gruncie	86,58	24050	0,8
Podłoga w piwnicy	59,11	16418	0,5
Strop ciepło do góry	571,45	158735	5,3
Ściana zewnętrzna przy gruncie	3,38	938	0,0
Ściana wewnętrzna	1867,33	518703	17,3
Ściana zewnętrzna	115,60	32112	1,1
Ciepło na wentylację	7687,41	2135390	71,2
Razem	10796,65	2999068	100,0

Co robić?

Dalsze docieplanie przegród zewnętrznych problemu nie rozwiąże, bo jak widać z zestawienia zużycia energii problem leży gdzie indziej

7.2.9. Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku	Przegroda (symbol)
	projektowana ściana wewnętrzna o grubości 25cm

Dane do obliczeń

		stan aktualny	stan po modernizacji	
1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła	A_{strat} =	448,6	448,6	m^2
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{koszt} =	448,6	448,6	m^2
3. liczba stopniodni ogrzewania	SD =	976	976	dzień K/rok

4. technologia ocieplenia i wybrany materiał: ocieplenie metodą bez spoinową z użyciem styroporu o współczynniku przewodności λ=0,032W/(m^2K)

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

wariant 1: o grubości warstwy izolacji 10cm - przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2cm większej niż w wariancie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 5cm większej niż w wariancie 1

Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty			
				W1	W2	W3	
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej d	m	————	0,10	0,12	0,15	
2	Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji U_c	W/m^2K	2,35	0,28	0,26	0,21	
	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m^2K/W		3,13	3,43	4,29	
	Opór cieplny R	m^2K/W	0,43	3,55	3,85	4,71	
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła $Q_{oU}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-6} \cdot Sd \cdot A \cdot U_c$	GJ/rok	88,9	31,5	29,0	23,7	
4	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie $q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{wo}-t_{zo}) \cdot U_c$	MW	0,030	0,004	0,003	0,003	
5	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{ru} = (Q_{oU}-Q_{1U})O_z+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$	zł/rok	————	5 121,89	5 330,42	5 539,50	
6	Cena jednostkowa usprawnienia C_{jed}	$zł/m^2$	————	164,20	172,50	183,70	
7	Koszt realizacji usprawnienia $N_U=A_{koszt}*C_{jed}$	zł	————	73 660,12	77 383,50	82 407,82	
8	Prosty czas zwrotu SPBT= $N_U/\Delta O_{ru}$	lat	————	14,4	14,5	14,9	

7.2.12. Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku	Przegroda (symbol)
	projektowany strop międzypiętrowy G3D

Dane do obliczeń

	stan aktualny	stan po modernizacji	
A_{strat} =	495,8	495,8	m^2
A_{koszt} =	495,8	495,8	m^2
SD =	976	976	dzień K/rok

1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia
3. liczba stopniodni ogrzewania
4. technologia ocieplenia i wybrany materiał: ocieplenie metodą bez spoinową z użyciem styroporu o współczynniku przewodności λ=0,032W/(m^2K)

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

wariant 1: o grubości warstwy izolacji 11cm - przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1cm większej niż w wariancie 1

wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 4cm większej niż w wariancie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 7cm większej niż w wariancie 2

Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty			
				W1	W2	W3	W4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej d	m	———	0,11	0,12	0,15	0,18
2	Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji U_c	W/m^2K	1,82	0,25	0,23	0,19	0,16
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła $Q_{oU}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-6} \cdot Sd \cdot A \cdot U_c$	GJ/rok	76,1	10,5	9,7	8,0	6,8
4	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie $q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{wo}-t_{zo}) \cdot U_c$	MW	0,026	0,004	0,003	0,003	0,002
5	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{ru} = (Q_{oU}-Q_{1U})O_z+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$	zł/rok	———	5 005,77	5 147,23	5 214,30	5 371,54
6	Cena jednostkowa usprawnienia C_{jed}	$zł/m^2$	———	189,20	185,40	192,60	196,70
7	Koszt realizacji usprawnienia $N_U=A_{koszt}*C_{jed}$	zł	———	93 805,36	91 921,32	95 590,24	97 523,86
8	Prosty czas zwrotu SPBT= $N_U/\Delta O_{ru}$	lat	———	18,7	17,9	18,3	18,2

Docieplamy przegrody wewnętrzne miedzy różnymi strefami temperaturowymi

7.2.10. Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku	Przegroda (symbol)
	projektowana ściana wewnętrzna o grubości 49cm

Dane do obliczeń

		stan aktualny	stan po modernizacji	
1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła	A_{strat} =	224,0	224,0	m^2
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{kosz} =	224,0	224,0	m^2
3. liczba stopniodni ogrzewania	SD =	976	976	dzień K/rok

4. technologia ocieplenia i wybrany materiał: ocieplenie metodą bez spoinową z użyciem styroporu o współczynniku przewodności λ=0,032W/(m^2K)

Rozpatrywane warianty ocieplenia:

wariant 1: o grubości warstwy izolacji 9cm - przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021

wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1cm większej niż w wariancie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 3cm większej niż w wariancie 1

wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 6cm większej niż w wariancie 1

Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty			
				W1	W2	W3	W4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej d	m	----------	0,09	0,10	0,12	0,15
2	Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji U_c	W/m^2·K	1,77	0,30	0,27	0,25	0,21
	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m^2·K/W		2,81	3,13	3,43	4,29
	Opór cieplny R	m^2·K/W	0,56	3,38	3,69	3,99	4,85
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła Q_{0U}, Q_{1u} = $8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A \cdot U_c$	GJ/rok	33,4	16,5	15,1	14,0	11,5
4	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie q_{0U}, q_{1U} = $10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0}-t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,011	0,002	0,002	0,002	0,001
5	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{0U}-q_{1U})O_m$	zł/rok	----------	1 655,83	1 711,06	1 754,45	1 962,98
6	Cena jednostkowa usprawnienia C_{jed}	zł/m^2	----------	167,80	164,20	172,50	183,70
7	Koszt realizacji usprawnienia $N_U=A_{koszt}*C_{jed}$	zł	----------	37 587,20	36 780,80	38 640,00	41 148,80
8	Prosty czas zwrotu SPBT= $N_U/\Delta O_{ru}$	lat	----------	22,7	21,5	22,0	21,0

Inne drobne zmiany np. lepsze okna i drzwi:

7.3.1. Określenie optymalnego wariantu polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacyjnego	Przedsięwzięcie
	Wymiana okien

Dane do obliczeń

		stan aktualny	stan po modernizacji	
1. powierzchnia okien	A_{ok} =	1172,6	1308,5	m^2
2. projektowy strumień powietrza wentylacyjnego	V_{nom} =	63 902,0	179 335,8	m^3/h
3. liczba stopniodni ogrzewania	ΣD=	2886	2886	dzień K/rok
4. współczynnik przenikania ciepła okien - stan istniejący	U_{ok}=	4,0	-	$W/(m^2 K)$

Rozpatrywane warianty usprawnienia

Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U, z wbudowanymi nawiewnikami.

wariant 1 - okna o współczynniku przenikania ciepła U_{ok} zgodnie z WT2017
wariant 2 - okna o współczynniku przenikania ciepła U_{ok} wynoszącym 0,9$W/(m^2K)$
wariant 3 - okna o współczynniku przenikania ciepła U_{ok} wynoszącym 0,8$W/(m^2K)$

			Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
					W1	W2	W3
1	Współczynnik przenikania okien przewidzianych do modernizacji	U	$W/(m^2 K)$	4,0	1,1	0,9	0,8
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1,20	-	-	-
		C_m	-	1,20	-	-	-
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikania ciepła $Q_0=8,64*10^{-6}*\Sigma d*A_{ok}*U_{ok}$		GJ/a	1 169,6	358,9	293,6	261,0
4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat ciepła przez wentylację $Q_1=2,94*10^{-6}*C_r*C_w*V_{nom}*\Sigma d$		GJ/a	7 807,7	-	-	-
5	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat ciepła infiltracyjnego $Q_i=1,43*10^{-6}*a*l*\sum[t_{wo}-t_e(m)]^{5/3}*Ld(m)$		GJ/a	-	61,5	60,7	59,8
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło $Q_{0u} = Q_0 + Q_1$		GJ/a	8 977,3	420,4	354,3	320,8
7	Roczne zapotrzebowanie na moc $q_0 = 10^{-6}*A_{ok}*(t_{wo}-t_{zo})*U_{ok}$		MW	0,1759	0,0540	0,0442	0,0393
8	Roczne zapotrzebowanie na moc $q_1 = 3,4*10^{-7}*V_{obl}*(t_{wo}-t_{zo})$		MW	0,8148	-	-	-
9	Roczne zapotrzebowanie na moc $q_i = 1,65*10^{-6}*a*l*(t_{wo}-t_{zo})^{5/3}$		MW	-	0,0173	0,0171	0,0168
10	Roczne zapotrzebowanie na moc $q_{0u} = q_0 + q_1$		MW	0,9907	0,0713	0,0613	0,0561
11	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{ru} = (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{oU}-q_{1U})O_m$		zł/rok		438 613,57	442 318,84	444 211,82
12	Koszt jednostkowy okien C_{jed}		zł		2 035,20	2 022,21	2 133,80
13	Koszt wymiany okien N_{ok}		zł		2 663 059,20	2 646 065,71	2 792 077,30
14	Koszt modernizacji wentylacji N_{went}		zł		0,00	0,00	0,00
15	Koszt całkowity $N_u=N_{went}+N_{ok}$		zł		2 663 059,20	2 646 065,71	2 792 077,30
16	Prosty czas zwrotu $SPBT = (N_u)/\Delta O_{ru}$		lata		6,1	6,0	6,3

Oświetlenie

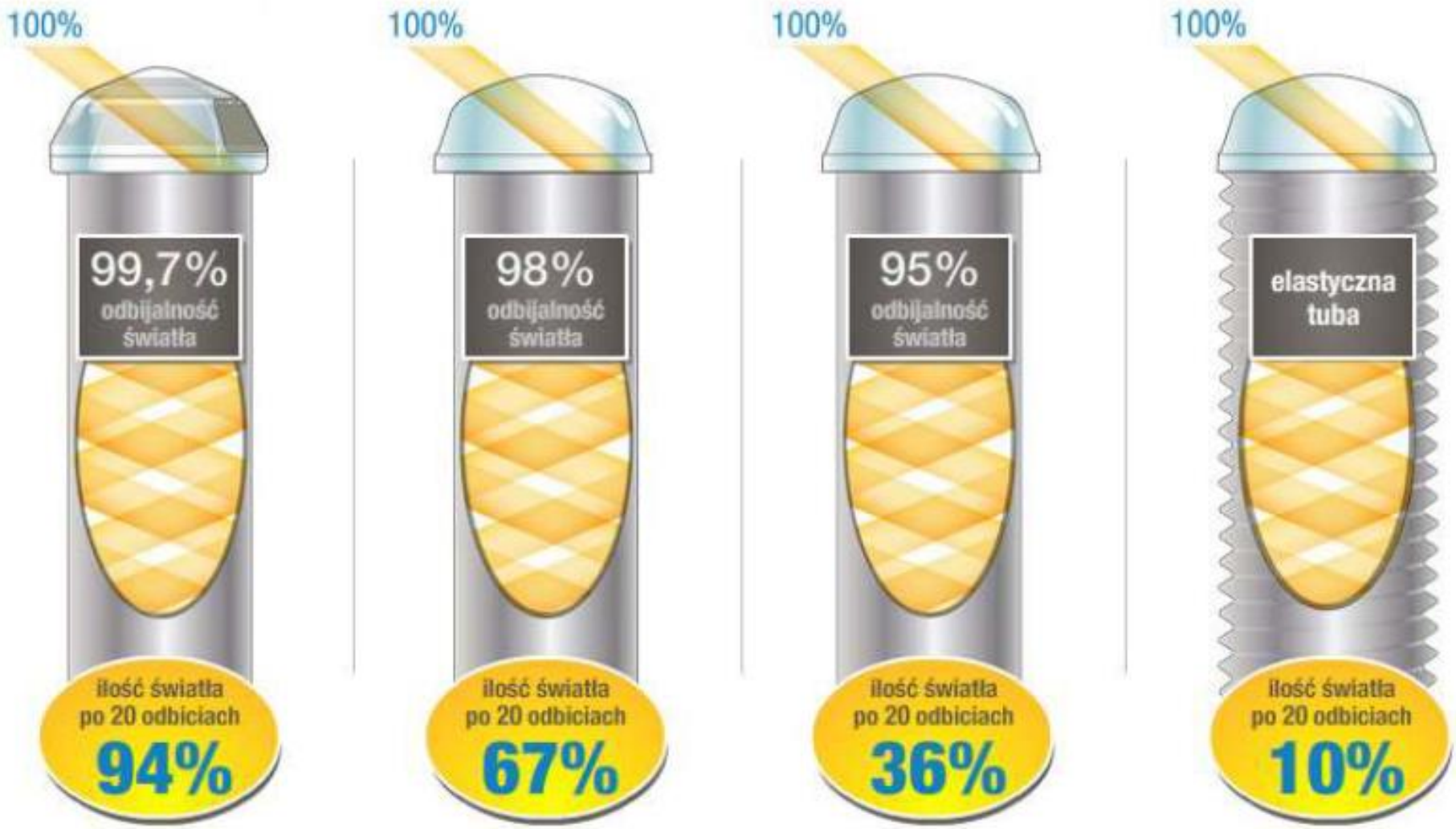
EP_L=59,55 ma być<50kWh/m2

Hala sportowa Jaskółka w Tarnowie jest czynna od 7.00-23.00

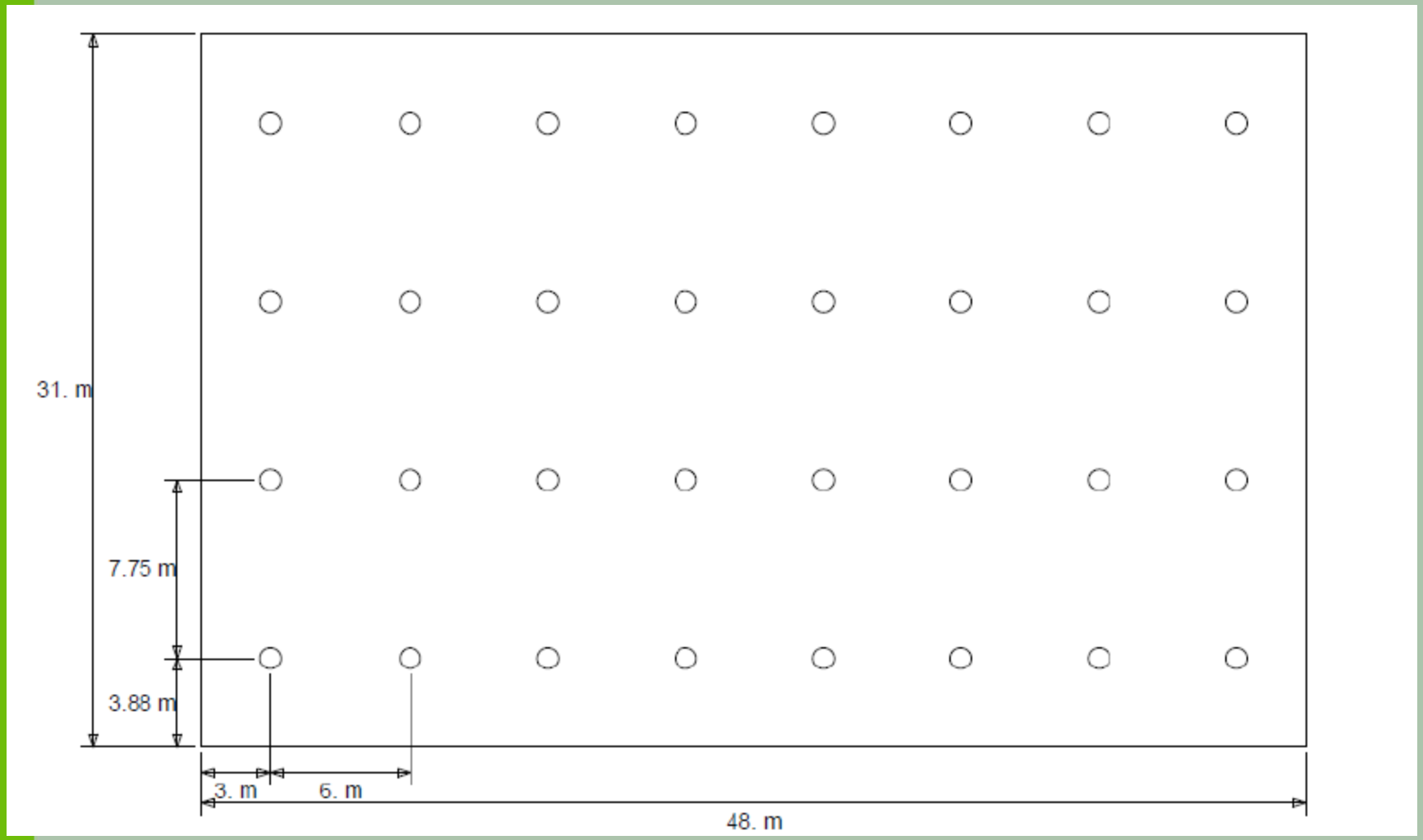
Słońce świeci przez większość tego czasu!

Oświećmy halę słońcem

Co oznacza odbicie światła na poziomie 99,7 % ?

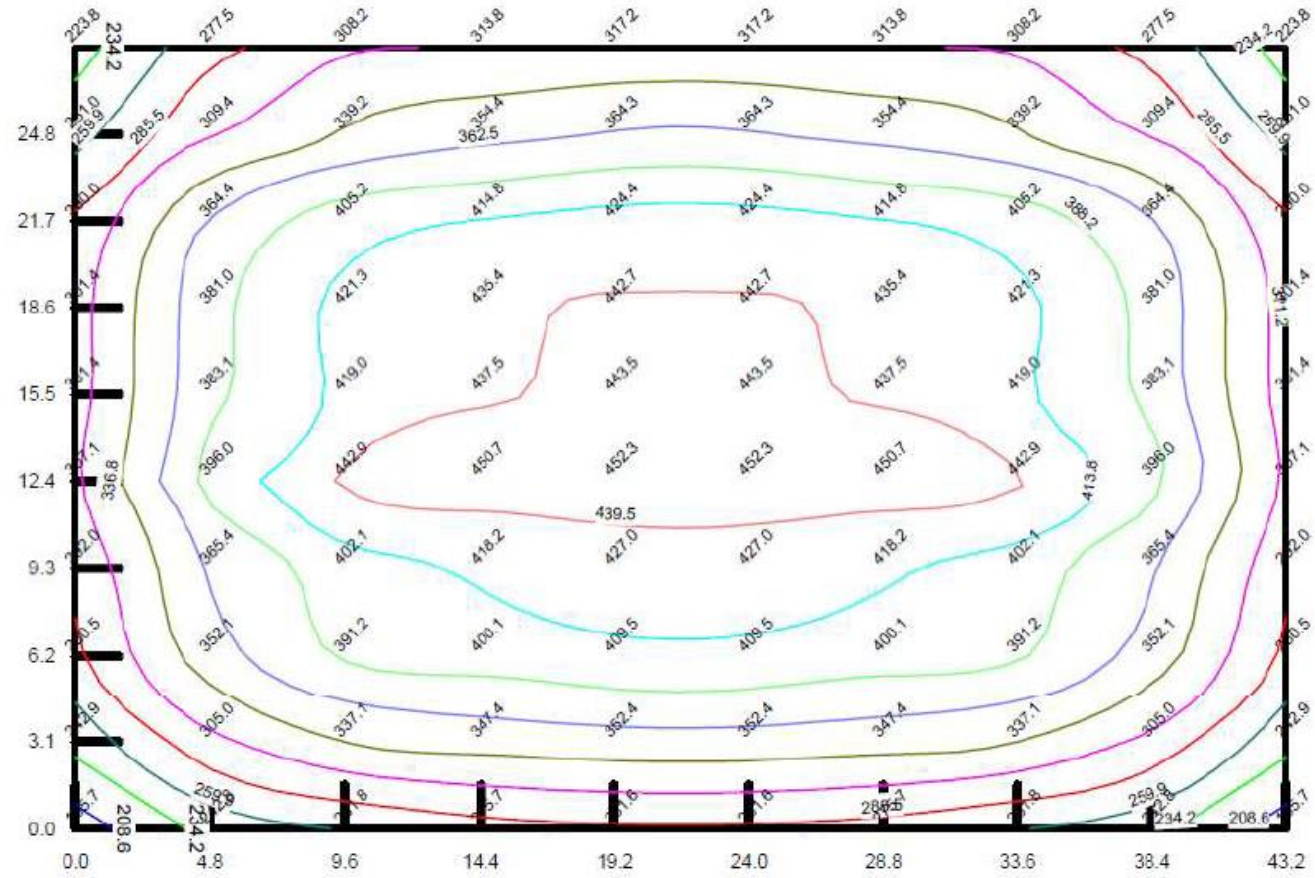


Rozmieszczenie urządzeń na dachu hali:



Symulacja poziomu oświetlenia hali w warunkach jesienno- zimowych:

Rysunek poniżej przedstawia średnie natężenie oświetlenia na poziomie min. 300lx:



W lecie wyniki są ok. 2 x wyższe

Czas zwrotu inwestycji:

9.1. Ocena i wybór przedsięwzięcia prowadzącego do zmniejszenia kosztów energii elektrycznej

Opis: stawka energii elektrycznej: 0,6444 zł/kWh

Opis:
Przewiduje się instalację Tubowych Urządzeń Światła Dziennego dostarczających naturalnego światła słonecznego do hali sportowej. Tubowe Urządzenie Światła Dziennego składa się z 3 podstawowych elementów:
• Kopuły umieszczanej na dachu budynku przez którą wpada światło,
• Tuby światłonośnej, która na zasadzie odbijania wpadającego światła przenosi je do wewnątrz,
• Dyfuzora światła montowanego wewnątrz pomieszczenia na stropie.
Proces przechwytywania światła zaczyna się od kopuły znajdującej się na dachu. Specjalna budowa kopuły pozwala na dopasowanie wpadającego światła o wszystkich porach dnia oraz wyłapywanie i załamywanie promieni słonecznych padających pod najniższym kątem. Tuba światłonośna przenosi wpadające światło do wewnątrz pomieszczenia dzięki specjalnej powierzchni o wysokim procentowym współczynniku odbijalności. Dyfuzor natomiast oświetla pomieszczenie naturalnym światłem. Posiada on możliwość regulacji natężenia światła w dzień oraz możliwość wykorzystania świetlika jako źródła światła w nocy.

Lp.		Jedn.	Stan aktualny	Wariant 2
1.	Roczne zużycie energii elektrycznej	kWh/a	249 024	249 024
2.	Oszczędność energii elektrycznej	%	0	57,77
2.	Oszczędność energii elektrycznej	kWh/a		143 861
3.	Koszt energii elektrycznej	zł/a	160 471,07	67 766,93
5.	Roczna oszczędność kosztów	zł/a		92 704,13
6.	Koszt modernizacji	zł		171 176,64
7.	SPBT	lata		1,8

Podstawa przyjętych kosztów modernizacji

Dobór systemu Tubowych Urządzeń Światła dziennego oraz jego wycena znajduje się w załączniku nr 11.

Koszt:	171 176,64 zł	**SPBT**	1,8 lat

Ogrzewanie i klimatyzacja:

1. Centrale wentylacyjne z wysokosprawnym 2 stopniowym odzyskiem ciepła:

a) wymiennik rotacyjny

b) Drugi stopień odzysku -wbudowana pompy ciepła powietrze- powietrze

M-c	Liczba dni	Liczba godzin grzania [h]	Liczba godzin chłodzenia [h]	Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania [GJ]	Maksymalna produkcja energii cieplnej przez pompy ciepła przy wentylacji mechacznej [GJ]	Produkcja energii cieplnej przez pompy ciepła przy wentylacji mechacznej [GJ]	Zapotrzebowanie na energię cieplną użytkową po uwzględnieniu pomp ciepła [GJ]
1	31	496	0	838,7	694,0	694,0	144,7
2	28	448	0	843,1	626,8	626,8	216,3
3	31	496	0	297,0	694,0	297,0	0,0
4	30	480	0	256,8	671,6	256,8	0,0
5	31	80	26	3,7	111,9	3,7	0,0
6	30	0	30	0,0	0,0	0,0	0,0
7	31	0	31	0,0	0,0	0,0	0,0
8	31	0	31	0,0	0,0	0,0	0,0
9	30	80	25	15,3	111,9	15,3	0,0
10	31	496	0	140,4	694,0	140,4	0,0
11	30	480	0	582,5	671,6	582,5	0,0
12	31	496	0	777,7	694,0	694,0	83,7
razem	365	3552	143	3 755,2	4 969,9	3 310,5	444,7

Czas zwrotu inwestycji w centrale wentylacyjne:

Przewiduje się instalację układu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła.

Lp.		Jedn.	Stan przed modernizacją	W1 wg projektu budowlanego	W2 wentylacja mechaniczna z rotacyjnym wymiennikiem ciepła	W2 wentylacja mechaniczna z rotacyjnym wymiennikiem ciepła i pompami ciepła
1.	Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie c.o.	GJ/a	13 737,2	5 459,4	8 070,4	700,9
2.	Zapotrzebowanie mocy	kW	2 747,3	1 278,7	1 069,7	1 258,5
3.	Koszt przygotowania c.o.	zł/a	843 863,35	355 902,76	435 933,11	165 962,98
4.	Oszczędność	zł/a		487 960,59	407 930,24	677 900,37
5.	Koszt modernizacji	zł		2 960 798,57	3 242 659,50	4 360 606,50
6.	SPBT	lata		6,1	7,9	6,4

Podstawa przyjętych kosztów modernizacji

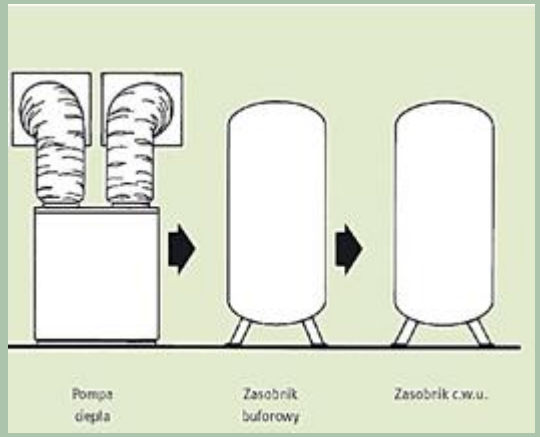
Koszty przyjęto na podstawie kosztorysu ofertowego znajdującego się w załączniku nr 9.

Uwaga:
Obliczenia zapotrzebowania na energię i moc cieplną po instalacji układu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła w znajdują się odpowiednio w załączniku nr 7 i nr 8.

KOSZT	4 360 606,50 zł	**SPBT**	6,4 lat

Przygotowanie c.w.u:

Ponieważ powietrze wyrzucane z wentylacji ma w zimie temperaturę ok. 10°C (już po odzysku w centralach wentylacyjnych) audyt przewiduje odejście od koncepcji ogrzewania wody użytkowej z węzła cieplnego i dalszy odzysk ciepła z usuwanego powietrza wentylacyjnego dla przygotowania c.w.u.



Klimatyzacja:

Zapotrzebowanie na energię użytkową do chłodzenia [kWh]
0,0
0,0
0,0
0,0
36 908,3
49 158,3
49 158,3
49 583,3
20 825,0
0,0
0,0
0,0
205 633,3

Wysokosprawne centrale wentylacyjne z wbudowanymi pompami ciepła służą również do zmniejszenia zapotrzebowania na energię chłodu mimo to wartości są znaczne.

Podsumowując:

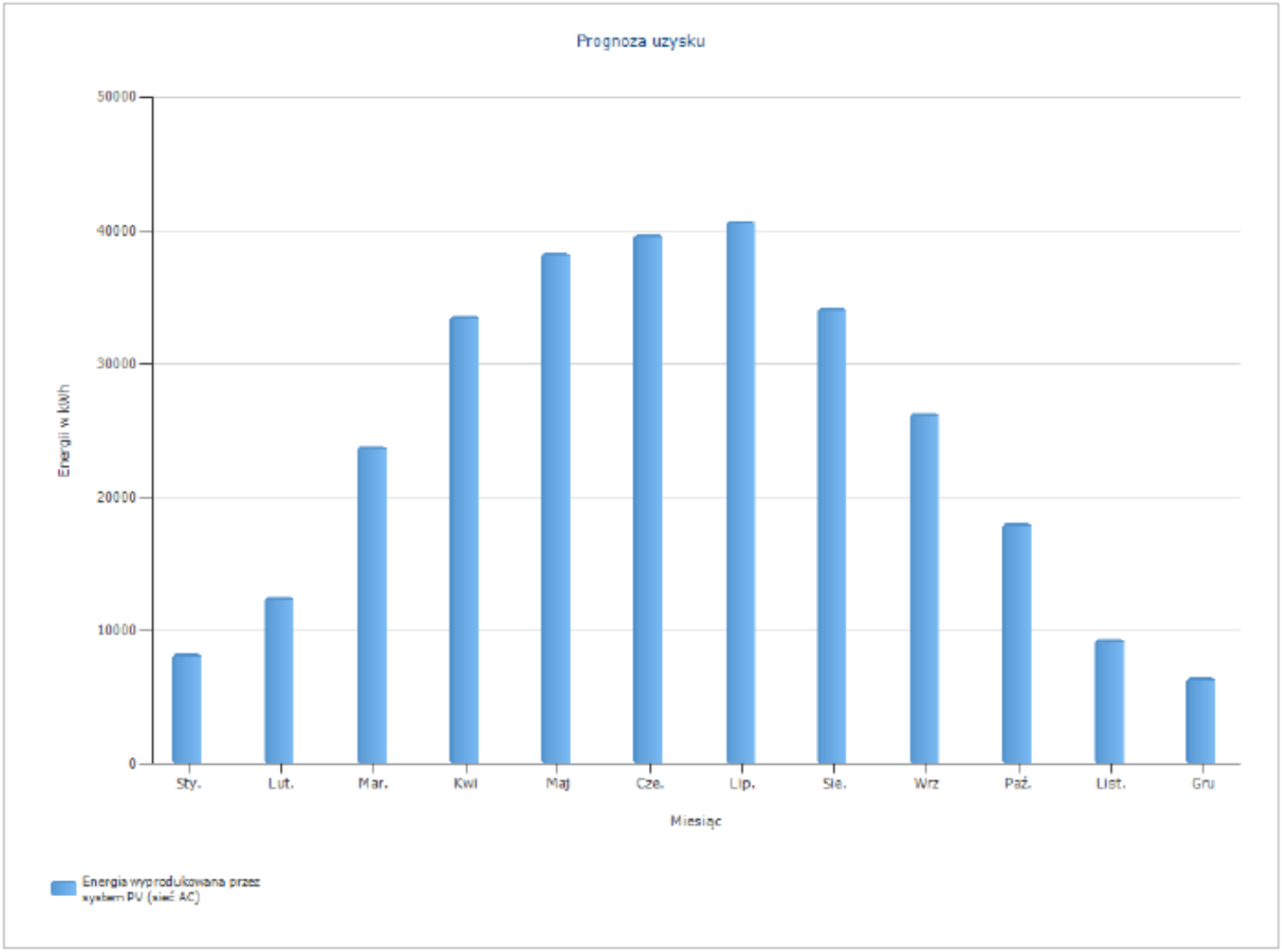
Ponieważ energię cieplną w dużej części zapewniają pompy ciepła wbudowane w centralę i pompa ciepła do cwu przewidywane zużycie energii elektrycznej w obiekcie jest znaczne:

M-c	Liczba dni	Liczba godzin grzania [h]	Liczba godzin chłodzenia [h]	Energia pomocnicza do c.o. [kWh]	Energia pomocnicza do c.w.u. [kWh]	Zasilanie pompy ciepła do c.w.u. [kWh]	Razem energia elektryczna [kWh]	Produkcja energii elektrycznej prze system PV [kWh]	Pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną przez system PV [kWh]
1	31	496	0	39 031,7	372,5	1 217,7	40 621,9	8 500,0	8 500,0
2	28	448	0	35 254,4	336,4	1 099,9	36 690,7	12 000,0	12 000,0
3	31	496	0	39 031,7	372,5	1 217,7	40 621,9	23 000,0	23 000,0
4	30	480	0	37 772,6	360,5	1 178,4	39 311,5	33 000,0	33 000,0
5	31	80	26	6 295,4	372,5	1 217,7	7 885,6	38 500,0	7 885,6
6	30	0	30	0,0	360,5	1 178,4	1 538,9	39 286,0	1 538,9
7	31	0	31	0,0	372,5	1 217,7	1 590,2	40 500,0	1 590,2
8	31	0	31	0,0	372,5	1 217,7	1 590,2	33 000,0	1 590,2
9	30	80	25	6 295,4	360,5	1 178,4	7 834,3	26 500,0	7 834,3
10	31	496	0	39 031,7	372,5	1 217,7	40 621,9	18 000,0	18 000,0
11	30	480	0	37 772,6	360,5	1 178,4	39 311,5	9 000,0	9 000,0
12	31	496	0	39 031,7	372,5	1 217,7	40 621,9	7 000,0	7 000,0
razem	365	3 552	143	279 517,3	4 385,8	14 337,5	298 240,6	288 286,0	130 939,3

Ponieważ energia z sieci oznacza współczynnik w=3 przy przeliczeniu na E_P zastosowano wysokowydajne panele fotowoltaiczne o mocy 325W_p (przeciętnie montowane obecnie panele mają moc 250W_p)

Uzysk energii z instalacji fotowoltaicznej:

Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	288 286	kWh/rok
Pobór w trybie czuwania	111	kWh/rok
Emisja CO_2, której dało się uniknąć:	172 905	kg / rok

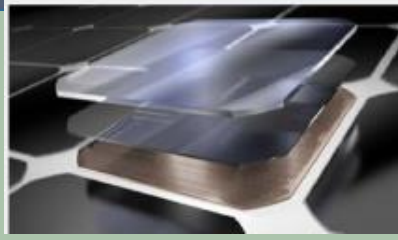


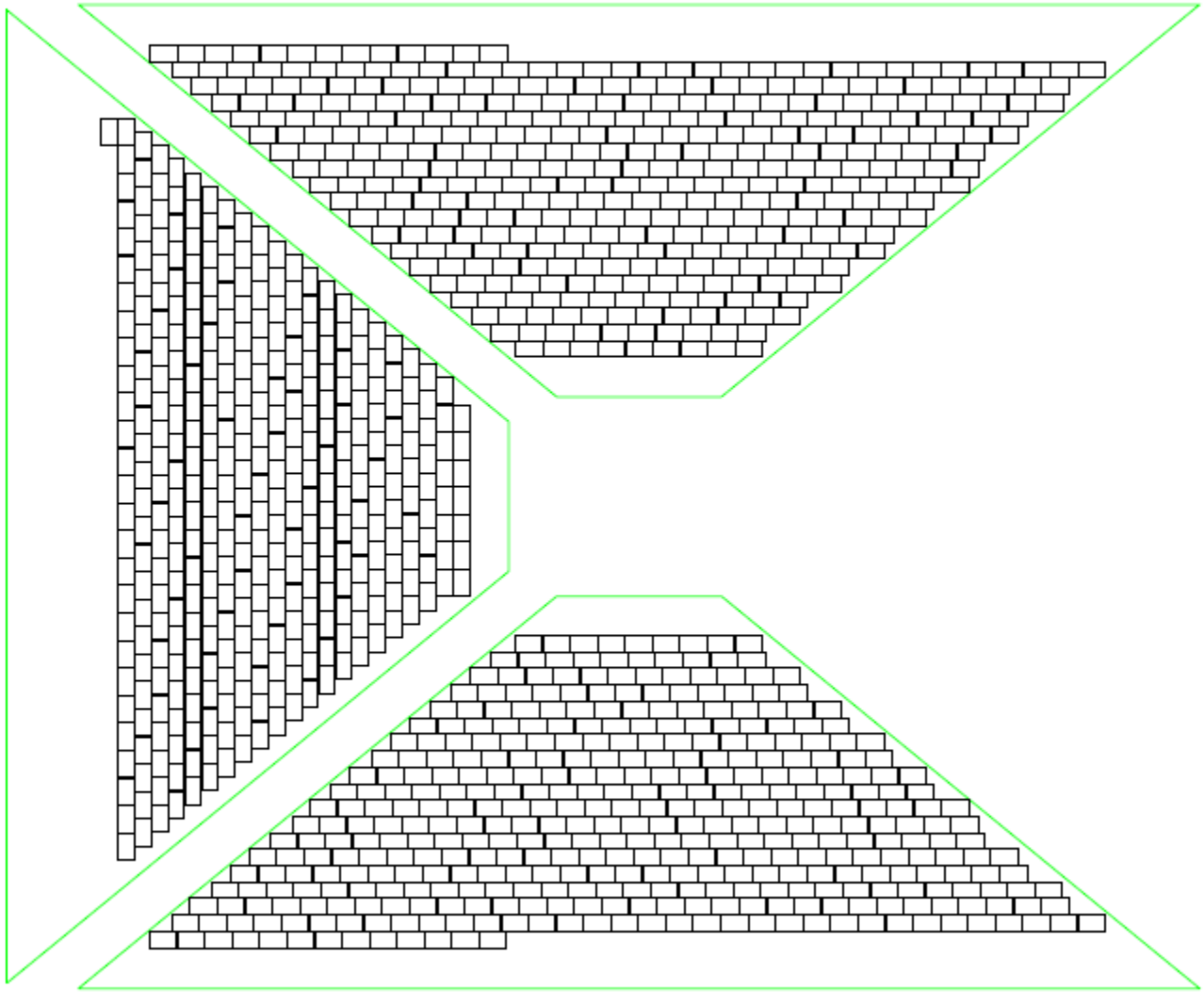
Ilustracja: Prognoza uzysku

ECO-DORADZTWO

Rozmieszczenie paneli na dachu:

Jak widać wykorzystano wszystkie możliwe kierunki:
Nie tylko południe, ale też wschód i zachód



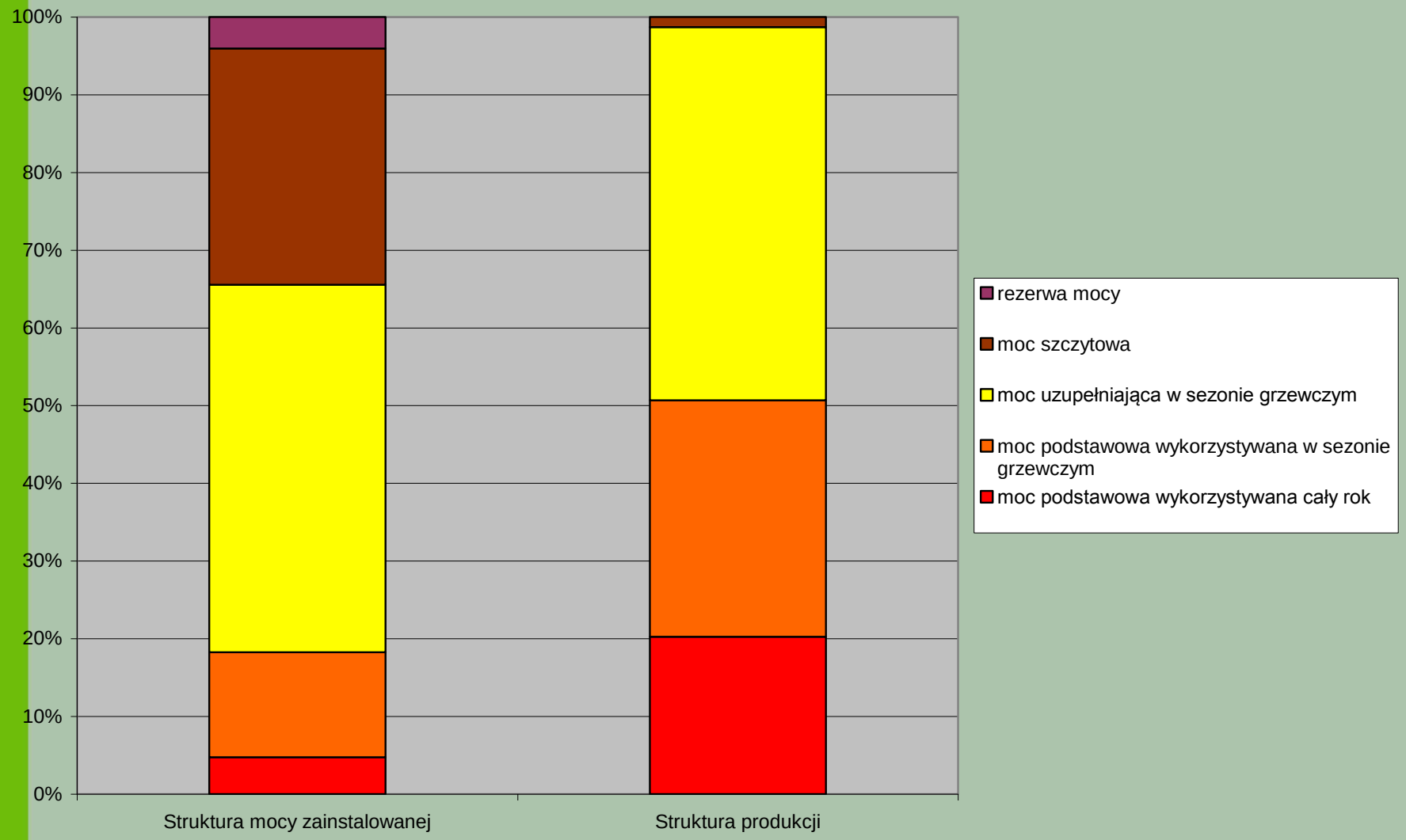


Trigeneracja:

Rodzaj obszaru	*Struktura mocy*	*Struktura produkcji*
podstawowy – całoroczny	4,7%	20,2%
podstawowy – sezon grzewczy	13,5%	30,4%
uzupełniający – sezon grzewczy	47,3%	48,0%
szczyt – sezon grzewczy	30,4%	1,3%
rezerwa mocy	4,1%	0%
RAZEM	100,0%	100,0%

Źródło:
dyr. Tadeusz Sieńczak MPEC S.A. w Tarnowie
Możliwości zastosowania kogeneracji gazowej w miejskich systemach ciepłowniczych

Trigeneracja:



Źródło: dyr. Tadeusz Sieńczak MPEC S.A. w Tarnowie

ECO-DORADZTWO

Trigeneracja:

Zapotrzebowanie na energię elektryczną z sieci po uwzględnieniu systemu PV [kWh]	Produkcja energii elektrycznej przez trigenerację [kWh]	Pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną pomocniczą przez trigenerację [kWh]	Zapotrzebowanie na energię elektryczną z sieci po uwzględnieniu systemu PV i trigeneracji [kWh]	Energa elektryczna wyprodukowana przez system PV niewykorzystana na pokrycie energii elektrycznej pomocniczej [kWh]	Energa elektryczna wyprodukowana przez trigenerację niewykorzystana na pokrycie energii elektrycznej pomocniczej [kWh]
32 121,9	314 960,0	32 121,9	0,0	0,0	282 838,1
24 690,7	314 960,0	24 690,7	0,0	0,0	290 269,3
17 621,9	0,0	0,0	17 621,9	0,0	0,0
6 311,5	0,0	0,0	6 311,5	0,0	0,0
0,0	26 582,1	0,0	0,0	30 614,4	26 582,1
0,0	30 684,1	0,0	0,0	37 747,1	30 684,1
0,0	29 694,3	0,0	0,0	38 909,8	29 694,3
0,0	29 951,0	0,0	0,0	31 409,8	29 951,0
0,0	15 598,5	0,0	0,0	18 665,7	15 598,5
22 621,9	0,0	0,0	22 621,9	0,0	0,0
30 311,5	0,0	0,0	30 311,5	0,0	0,0
33 621,9	314 960,0	33 621,9	0,0	0,0	281 338,1
167 301,3	1 077 390,1	90 434,5	76 866,8	157 346,7	986 955,5

Maksymalna produkcja energii do chłodzenia przez trigenerację [kWh]	Obciążenie pracy trigeneracji [%]	Produkcja energii elektrycznej przez trigenerację [kWh]	Zapotrzebowanie na energię elektryczną budynku bez uwzględnienia energii pomocniczej [kWh]	Energia elektryczna wyprodukowana przez system PV i trigenerację możliwa do odsprzedania do sieci [kWh]	Zapotrzebowanie na energię elektryczną z sieci elektroenergetyczej [kWh]
0,0	100,0	314 960,0	11 474,6	271 363,5	0,0
0,0	100,0	314 960,0	10 610,3	279 659,0	0,0
0,0	0,0	0,0	11 474,6	0,0	11 474,6
0,0	0,0	0,0	11 186,5	0,0	11 186,5
187 200,0	8,4	26 582,1	11 474,6	45 721,8	0,0
216 000,0	9,7	30 684,1	11 186,5	57 244,7	0,0
223 200,0	9,4	29 694,3	11 474,6	57 129,5	0,0
223 200,0	9,5	29 951,0	11 474,6	49 886,2	0,0
180 000,0	5,0	15 598,5	11 186,5	23 077,6	0,0
0,0	0,0	0,0	11 474,6	0,0	11 474,6
0,0	0,0	0,0	11 186,5	0,0	11 186,5
0,0	100,0	314 960,0	11 474,6	269 863,5	0,0
1 029 600,0	342,1	1 077 390,1	135 678,8	1 053 945,8	45 322,3

Zalety takiego rozwiązania:

1.Układ trigeneracyjny jest tak dobrany, że w sezonie grzewczym pokrywa 1/3 mocy grzewczej natomiast produkuje większość energii cieplnej

2. Trigeneracja oznacza że w sezonie chłodniczym woda lodowa jest przygotowywana w agregacie absorbcyjnym zasilanym ciepłem z kogeneracji. Pozwala to na pracę układu przez większość roku.

Zatem pkt1 i 2 powodują dobry czas zwrotu inwestycji

Przy kogeneracji współczynnik w=0,8, a nie jak ciepło sieciowe w=1,3

Zalety takiego rozwiązania:

1.Układ trigeneracyjny jest tak dobrany, że w sezonie grzewczym pokrywa 1/3 mocy grzewczej natomiast produkuje większość energii cieplnej.

2. Trigeneracja oznacza że w sezonie chłodniczym woda lodowa jest przygotowywana w agregacie absorbcyjnym zasilanym ciepłem z kogeneracji. Pozwala to na pracę układu przez większość roku.

Zatem pkt1 i 2 powodują dobry czas zwrotu inwestycji, a zabezpieczeniem reszty mocy jest istniejący węzeł MPEC

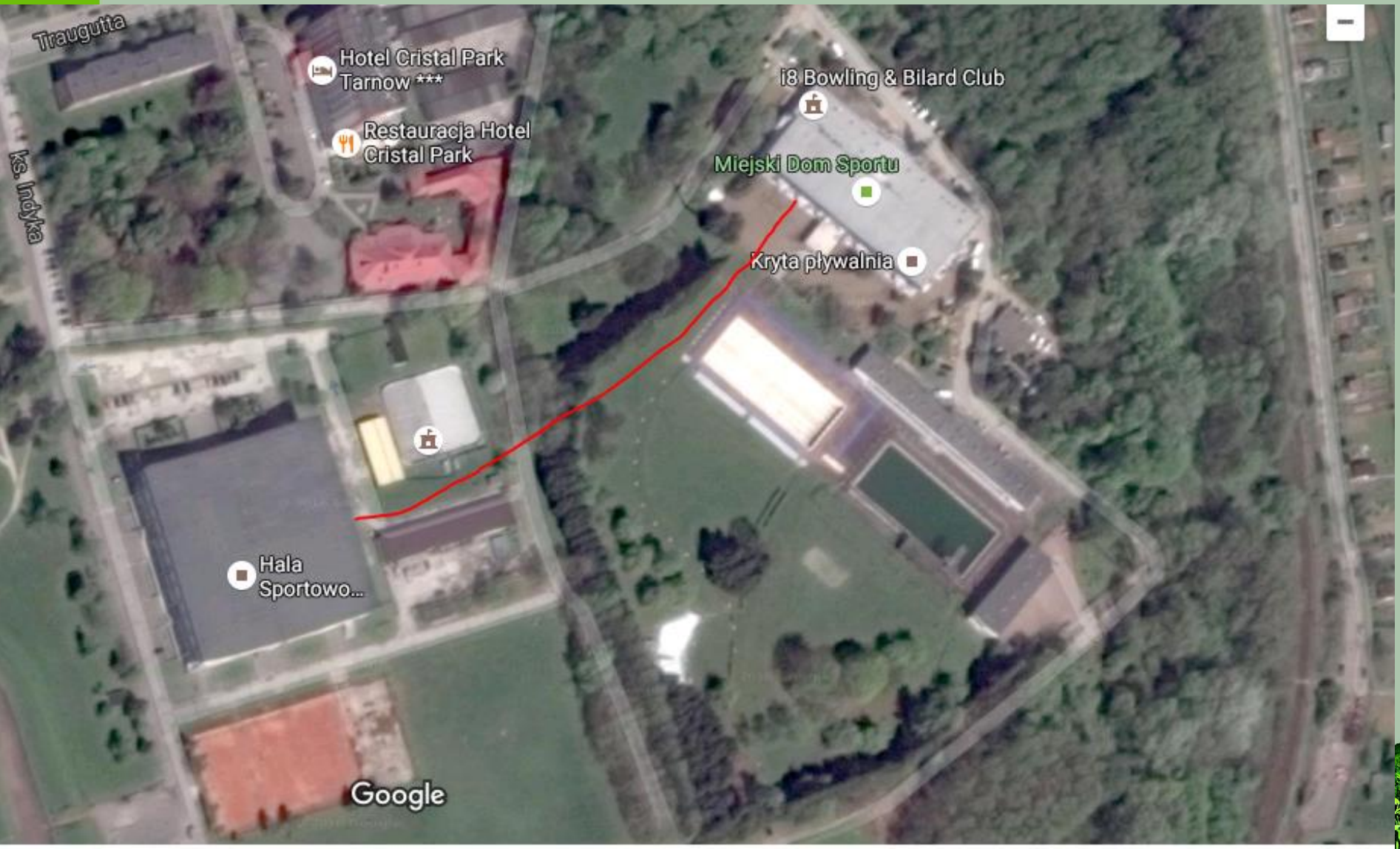
3. Przy kogeneracji współczynnik w=0,8, a nie jak ciepło sieciowe w=1,3 co pozwala uzyskać dobry współczynnik Ep do ogrzewania i klimatyzacji.

4. Jest pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną obiektu z własnych źródeł

5. Układ trigeneracyjny ma nadwyżkę możliwości produkcji zarówno energii elektrycznej jak i cieplnej. Ponieważ w niedalekiej odległości jest basen kryty tego samego Tarnowskiego Ośrodka Sportu i Rekreacji planowane jest po wybudowaniu budynku połączenie energetyczne z basenem, gdzie zostanie przekazana nadwyżka ciepła i energii elektrycznej . Energia elektryczna oprócz istniejących potrzeb basenu zostanie wykorzystana do zasilania pompy ciepła odzyskującej ciepło z wody wymienianej w basenie.

ECO-DORADZTWO

Basen i Hala Sportowa Jaskółka w Tarnowie



Wyniki audytu:

EP_{H+W}=26,24<dopuszczlane:45kWh/m2
EP_c=5,91<dopuszczlane:25kWh/m2
EP_L=2<dopuszczlane:50kWh/m2
Razem: EP=34,15<dopuszczlane:120kWh/m2

Energia pierwotna stan po modernizacji zgodnie z projektem budowlanym

powierzchnia o regulowanej temperaturze: 12545,3 m^2

system	energia końcowa [kWh/rok]	wskaźnik nakładu energii pierwotnej	energia pierwotna [kWh/rok]	E_P osiągnięty [kWh/m^2]	E_P wymagany WT 2021r. [kWh/m^2]
c.o.	1 069 809,7	1,3	1 390 752,6	139,41	45,00
c.w.u.	47 163,2	1,3	61 312,2		
energia pomocnicza c.o.	94 564,0	3,0	283 691,9		
energia pomocnicza c.w.u.	4 385,8	3,0	13 157,5		
oświetlenie	249 024,0	3,0	747 072,0	59,55	50,00
klimatyzacja	285 601,0	3,0	856 803,0	70,30	25,00
energia pomocnicza klimatyzacja	31 403,4	0,8	25 122,7		

Energia pierwotna stan po modernizacji - wariant wybrany

powierzchnia o regulowanej temperaturze: 12545,3 m^2

system	energia końcowa [kWh/rok]	wskaźnik nakładu energii pierwotnej	energia pierwotna [kWh/rok]	E_P osiągnięty [kWh/m^2]	E_P wymagany WT 2021r. [kWh/m^2]
c.o.	32 774,5	0,8	26 219,6	26,24	45,00
c.w.u.	14 337,5	0,0	0,0		
energia pomocnicza c.o.	72 041,1	3,0	216 123,4		
	84 757,1	0,8	67 805,7		
energia pomocnicza c.w.u.	4 825,6	3,0	14 476,9		
	5 677,4	0,8	4 541,9		
oświetlenie	92 704,1	0,8	74 163,3	5,91	50,00
klimatyzacja	285 601,0	0,0	0,0	2,00	25,00
energia pomocnicza klimatyzacja	31 403,4	0,8	25 122,7		

11. ZESTAWIENIE OPTYMALNYCH USPRAWNIEŃ MODERNIZACYJNYCH
(zestawienie wybranych wariantów we wszystkich obszarach opracowanych dla projektu, w tym: zmierzających do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania przez przegrody budowlane, modernizacji systemu wentylacji, modernizacji systemu przygotowania c.w.u., modernizacji systemu ogrzewania, modernizacji systemu oświetlenia, uszeregowane wg rosnącej wartości SPBT)

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia modernizacyjnego	Wybrany wariant	Planowane koszty robót, zł	SPBT
1	Instalacja Tubowych Urządzeń Światła Dziennego	-	171 176,64	1,8
2	Instalacja systemu paneli fotowoltaicznych	W2	2 357 754,76	12,7
3	Docieplenie przegród wewnętrznych projektowanego budynku, oddzielające pomieszczenia nieogrzewane	-	329 315,94	13,5
4	Termomodernizacja budynku, instalacja wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła z pompami ciepła oraz trigeneracji na gazie ziemnym oraz modernizacja instalacji c.o.	-	26 679 599,47	27,4
5	Modernizacja instalacji c.w.u.	-	310 905,32	38,1
6	Termomodernizacja budynku, instalacja wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła oraz modernizacja instalacji c.o. zgodnie z projektem budowlanym	-	25 279 791,54	43,5

Eco-Doradztwo

Dziękuję za uwagę
i zapraszam do współpracy

Tomasz Sumera **(+48) 722 835 531**

tomasz.sumera@op.pl
www.eco-doradztwo.eu