

PRZEGŁĄD TECHNICZNY



6

2017

GAZETA INŻYNIERSKA

Z A Ł O Ż O N Y W 1 8 6 6 r .

Złota Gala

**Dziewczyny
na politechnikach**

**Gasnąca
„Iskra”**

**Audyt
energetyczny**

**DZIEŁA
TADEUSZA SOŁTYKA**



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

Sports Hall Jaskolka in Tarnow - the example of the energy audit of the building reconstruction to the low-energy level in accordance with the Directive of the European Parliament and of the Council 2010/31 / EU of 19 May 2010 on the energy performance of buildings

Streszczenie: W artykule przedstawiono problemy, na jakie natrafiają projektanci, chcąc zrealizować postanowienia dyrektywy 2010/31/UE o charakterystyce energetycznej budynków z 19.05.2010 r. oraz polskich przepisów z niej wynikających, w odniesieniu do budynków o dużej kubaturze wewnętrznej w stosunku do ich powierzchni o regulowanej temperaturze. Przeprowadzono analizę rozwiązań technicznych na konkretnym przykładzie i wykazano, że ich zastosowanie nie tylko pozwoli na spełnienie tych wymagań po roku 2020, ale również umożliwi wykorzystanie nadwyżki energii produkowanej w budynku do zasilania innego obiektu.

Słowa kluczowe: Efektywność energetyczna, Charakterystyka energetyczna budynków, Budynki prawie zero energetyczne

Abstract: The article shows problems which project-makers are faced with when trying to implement the directive 2010/31/EU of the European Union and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings as well as Polish regulations resulting from it for buildings of great internal volume relative to their space of controlled temperature. Using a specific example, the analysis of technical solutions was carried out. It was shown that not only will the application of these solutions allow to meet the mentioned requirements after the year 2020, but also facilitate the use of the excess energy produced in the edifice for the supply of another building.

Keywords: Energy efficiency, Energy performance of buildings, Nearly zero-energy buildings

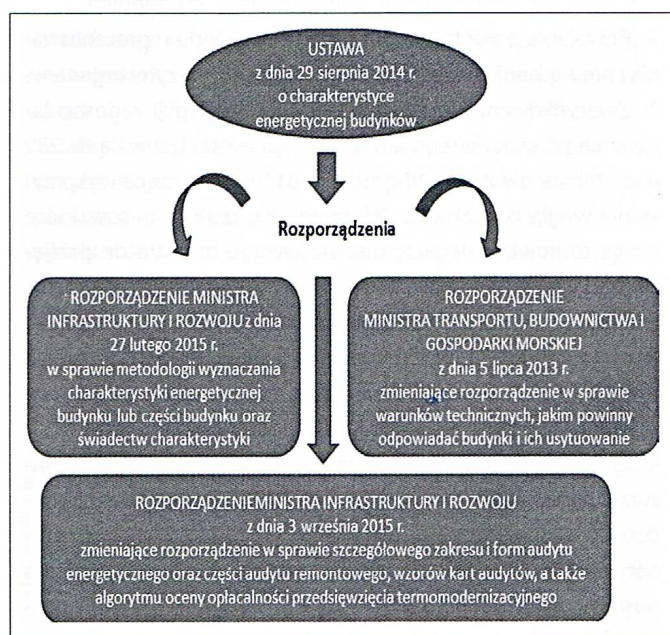
Mgr inż. **Tomasz SUMERA**, audytor energetyczny KAPE

AUDYT ENERGETYCZNY 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 NA PRZYKŁADZIE HALI SPORTOWEJ JASKÓŁKA W TARNOWIE

Od dłuższego czasu w Polsce dąży się 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.

W tym celu wprowadzono ustawę z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków oraz związane z nią rozporządzenia wykonawcze. A także Rozporządzenie Ministra 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"



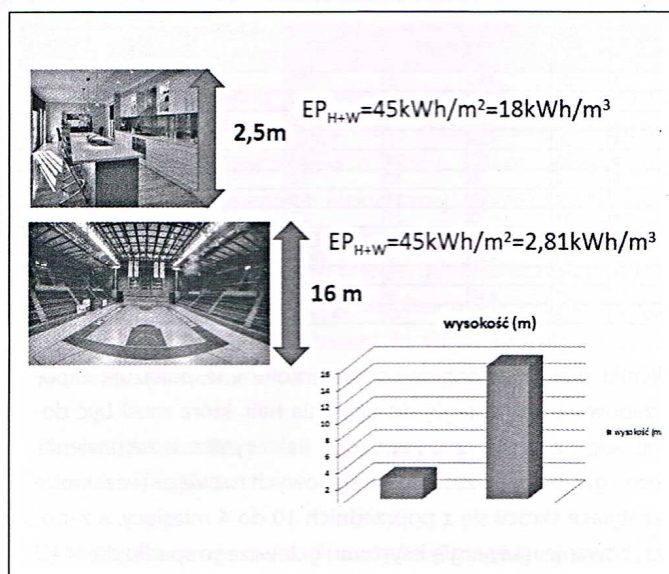
Przewiduje ono nie tylko wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej przegród budowlanych, a dla budynków nowobudowanych stawia wymagania maksymalnego współczynnika EP – zużycia energii pierwotnej przeliczonej na 1m² powierzchni o regulowanej temperaturze. Wymagania te będą rosły z czasem. Najbliższe ich zaostrożenie to rok 2017. Najbardziej wymagający pod tym względem jest okres po 31 grudnia 2020 r. Dla budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością zaostrożenie pojawia się już od 2019 r. Zatem dla budynków użyteczności publicznej (z wyjątkiem budynków opieki zdrowotnej) wymagana jest wartość $EP_{H+W}=45$ kWh/m². Oznacza to, że energia pierwotna na potrzeby ogrzewania i ciepłej wody użytkowej nie może rocznie przekroczyć wartości 45 kWh/m².

Podobnie wyznaczone współczynniki wynoszą:

- dla klimatyzacji 25 kWh/m² – jeżeli cały budynek jest klimatyzowany,
- dla oświetlenia 50 kWh/m² – jeżeli czas pracy jest większy od 2500 h.

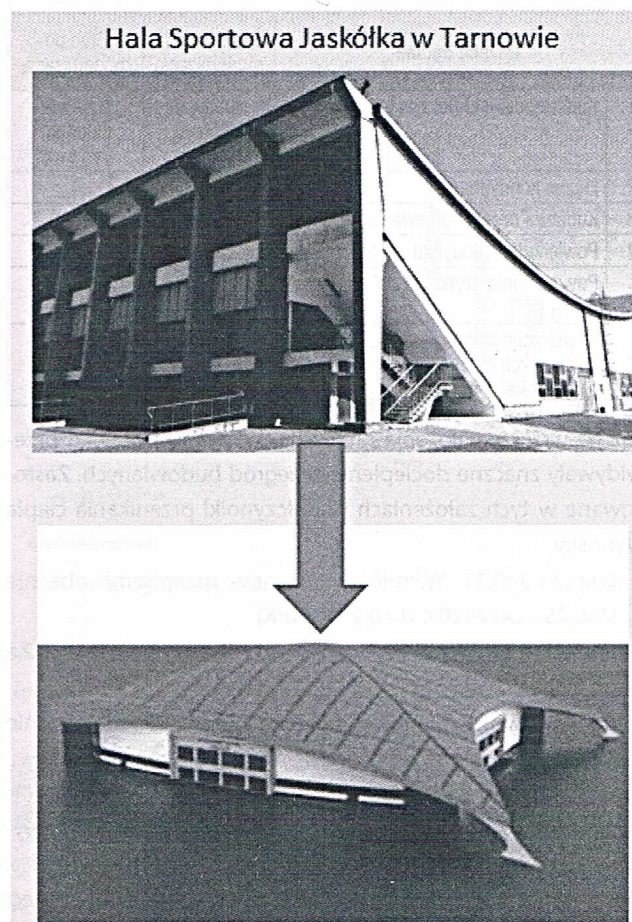
Istotnym jest fakt, że współczynniki zostały określone na 1 m² powierzchni ogrzewanej, a nie 1 m³ kubatury wewnętrznej budynku. Oznacza to, że dla budynków dużych kubatur wartość ta jest taka sama, mimo że kubatura ogrzewana rośnie wielokrotnie.

Natomiast maksymalna wartość energii pierwotnej, jaką mamy do dyspozycji, by ogrzać 1 m³ kubatury, jest zdecydowanie niższa. Warto też zauważyć, że **dopuszczany wskaźnik energii pierwotnej na ogrzewanie i podgrzewanie ciepłej wody jest mniejszy od energii na oświetlenie: $EP_{H+W}=45$ kWh/m² < $EPL=50$ kWh/m²!**



Rys. 2. Porównanie wysokości: budynku mieszkalnego lub biurowego do hali sportowej. Świadczy to o poziomie trudności, jaki czeka projektantów i audytorów energetycznych.

Odpowiednie rozwiązanie, pokażemy na przykładzie audytu projektu przebudowy Hali Sportowej Jaskółka w Tarnowie.



Rys. 3. Przebudowa Hali Sportowej Jaskółka w Tarnowie

Urząd Miasta Tarnowa postanowił przebudować istniejącą Halę Sportową Jaskółka tak, by spełniała najbardziej rygorystyczne wymagania budynków po 2020 r. Zmiany w budynku są na tyle poważne, że zostało to zakwalifikowane jako budowa nowego budynku, stąd konieczność spełnienia wymagań jak dla budynków nowych (rys. 3).

Istniejący budynek charakteryzuje się obecnie wysokim zużyciem energii.

Tab. 1. Charakterystyka energetyczna istniejącej hali

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	8715,0
7.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	GJ	13 737,2

Nowy budynek jest zdecydowanie większy. Kubatura i powierzchnia rośnie około dwukrotnie.

Tab. 2. Porównanie powierzchni i kubatury starego i nowoprojektowanego budynku

1. Dane ogólne		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacją
1.	Konstrukcja/technologia budynku	stalowa/słupowo ryglowa	stalowa/słupowo ryglowa
2.	Liczba kondygnacji	4	4
3.	Kubatura części ogrzewanej [m³]	49 766,2	116 650,7
4.	Powierzchnia budynku netto [m²]	7 464,0	14 487,0
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m²]	0,0	0,0
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m²]	6 118,4	12 545,3

Już na wstępie założenia projektowe nowego budynku przewidywały znaczne docieplenie przegród budowlanych. Zastosowane w tych założeniach współczynniki przenikania ciepła wyniosły:

- ściany $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ (wymagane przepisami obecnie $U=0,25$ a po 2020 r. $U=0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- dach $U=0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$ (wymagane przepisami obecnie $U=0,2$ a po 2020 r. $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- okna i drzwi $U=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ (wymagane po 2020 r. – obecnie $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Zaproponowano dodatkowo wentylację mechaniczną z wymianą ciepła. Współczynnik rekuperacji wyniósł ok. 68%. Ogrzewanie przewidziane było poprzez węzeł cieplny z sieci ciepła miejskiego.

Mimo zastosowania tak rygorystycznych wskaźników przenikania ciepła, wyniki obliczeń wskaźnika EP (energii pierwotnej) dalekie były od wymaganych:

EP osiągnięte dla CO i CWU wyniosło $139,41 \text{ kWh/m}^2$ wobec wymaganego $45,00 \text{ kWh/m}^2$.

Dla klimatyzacji EP osiągnęło $70,30 \text{ kWh/m}^2$ wobec wymaganego w 2020 r. $25,00 \text{ kWh/m}^2$

Przyczyną jest, wspomniana wcześniej, znacznie większa ogrzewana kubatura z uwagi na wysokość hali sięgającą do 16 m. Większość strat ciepła to straty na wentylacji.



Poprawiono współczynnik U przegród wewnętrznych budowlanych. Przegrody były odpowiedzialne za 22,6% strat ciepła, czyli więcej niż ściany zewnętrzne docieplone wg projektu. Dotyczyło to ścian i stropów pomiędzy pomieszczeniami w różnych strefach temperaturowych. Wyniki w tabeli nr 3

Lp.	Opis	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_0	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,87	0,29	0,26	0,22	
	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$		1,13	3,43	4,29	
	Opór cieplny R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,35	3,47	3,78	4,63	
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła $Q_{\text{strat}} Q_{\text{strat}} = 8,64 \cdot 10^4 \cdot S \cdot d \cdot U_0$	GJ/rok	95,4	28,3	26,0	21,2	
4	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie $Q_{\text{strat}} Q_{\text{strat}} = 10^4 \cdot A \cdot (U_{\text{strat}} - U_0)$	MW	0,033	0,003	0,003	0,002	
5	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta O_{\text{strat}} = (Q_{\text{strat}} - Q_{\text{strat}}) \cdot C_{\text{strat}} + 12 \cdot (Q_{\text{strat}} - Q_{\text{strat}}) \cdot O_{\text{strat}}$	zł/rok	—	5 944,15	6 034,90	6 334,16	
6	Cena jednostkowa usprawnienia C_{strat}	zł/m²	—	154,20	172,50	183,70	
7	Koszt realizacji usprawnienia $N_{\text{strat}} = A_{\text{strat}} \cdot C_{\text{strat}}$	zł	—	64 084,80	67 965,00	72 377,80	
8	Prosty czas zwrotu $\text{SPBT} = N_{\text{strat}} / \Delta O_{\text{strat}}$	lat	—	10,9	11,3	11,4	

Następnym, koniecznym działaniem, była zmiana założeń dotyczących wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła. Zamiast wymiany ciepła poprzez czynnik pośredniczący, którym był roztwór glikolu, zastosowano innowacyjne rozwiązanie central z odzyskiem dwustopniowym ciepła: wysokosprawny wymiennik rotacyjny oraz drugi stopień w postaci wbudowanej w centralę pompy ciepła powietrze-powietrze. Rozwiązanie to wpływa zarówno na zmniejszenie potrzeb grzewczych, jak i obniżenie energii wydatkowanej do klimatyzacji. Spadek energii w trybie grzania przedstawia tabela:

Tab. 4. Energia do ogrzewania budynku po uwzględnieniu odzysku ciepła przez wbudowane w centrale wentylacyjne pompy ciepła

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 mechanicznej [GJ]	Produkcja energii cieplnej przez pompy ciepła przy wentylacji mechanicznej [GJ]	Zapotrzebowanie na energię cieplną użytkową po uwzględnieniu u pomp ciepła [GJ]
1	31	496	0	638,7	694,0	694,0	144,7
2	28	448	0	643,1	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

Wyniki przedstawione w ostatniej kolumnie pokazują zapotrzebowanie na energię do ogrzania hali, która musi być dostarczona z systemu grzewczego. Jak wynika z zestawienia, sezon grzewczy po zastosowaniu nowych rozwiązań w zakresie wentylacji skrócił się z poprzednich 10 do 4 miesięcy, a zapotrzebowanie na energię z systemu grzewczego spadło do 444,7 GJ z poprzednich 3755,2 GJ czyli o ponad 3300 GJ. Oczywiście, takie rozwiązanie powoduje wzrost użycia energii elektrycznej.

Dochodzi energia potrzebna do pracy pomp ciepła. Jednak pompy ciepła z bezpośrednim odparowaniem czynnika zamontowane bezpośrednio w centralach wentylacyjnych charakteryzują się bardzo wysokim współczynnikiem efektywności. Dlatego ich eksploatacja jest bardzo opłacalna. Zużycie energii elektrycznej jest kilkakrotnie mniejsze niż energia ciepła lub chłodu odzyskana przez centrale. Rozwiązanie to, mimo wyższego kosztu inwestycyjnego, cechuje się zatem krótszym czasem zwrotu inwestycji. Ilustruje to tabela

Tab. 5. Koszt, oszczędność energii i czas zwrotu inwestycji w wysokosprawne centrale wentylacyjne z układem pomp ciepła

Przewiduje się instalację układu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła.

Lp.		Jedn.	Stan przed modernizacją	Wzrost projektu budowlanego	Wzrost wentylacji mechanicznej z rotacyjnym wymiennikiem ciepła	Wzrost wentylacji mechanicznej z rotacyjnym wymiennikiem ciepła i pompą 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		2 960 796,57	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 znajdują się odpowiednio w załączniku nr 7 i nr 8.

KOSZTY	4 360 606,50 zł	SPBT	6,4 lat
--------	-----------------	------	---------

Podobnie rozwiązany został system przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Ponieważ powietrze wyrzucane z wentylacji ma w zimie temperaturę ok. 10°C, w audycie przewidziano dalszy odzysk ciepła z usuwanego powietrza wentylacyjnego dla przygotowania c.w.u. Zastosowane pompy ciepła powodują wzrost poboru energii z sieci elektrycznej, dla której przelicznik na energię pierwotną ma najwyższą wartość równą $w=3$. Aby zredukować ilość pobranej energii zastosowano dwa rozwiązania:

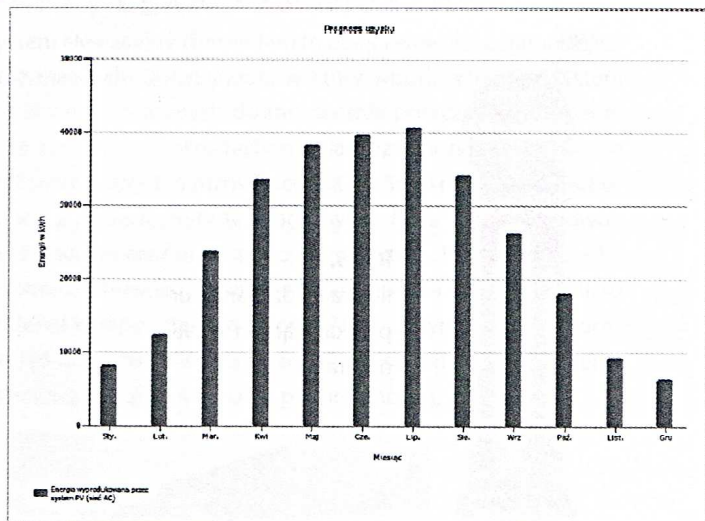
1. Zamiana przyjętej w projekcie fotowoltaiki opartej na panelach polikrystalicznych o mocy 250Wp na wysokosprawne panele monokrystaliczne o mocy 325Wp. Rozwiązanie zwiększy produkcję energii elektrycznej, a przez to zmniejszy zapotrzebowania na energię elektryczną pobieraną z sieci. Szczególnie jest to widoczne w lecie, gdyż wówczas produkcja energii elektrycznej z paneli fotowoltaicznych jest największa, a pompy ciepła w centralach wentylacyjnych pracują, schładzając świeże powietrze w centralach wentylacyjnych.

Do rozmieszczenia paneli wykorzystano całą dostępną powierzchnię dachu.

Symulacje rocznej produkcji energii elektrycznej z paneli fotowoltaicznych wykonanej programem PV Sol przedstawia wykres obok:

Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)
Pobór w trybie czuwania
Emisja CO₂, której dokoła się uniknąć:

288 286 kWh/rok
111 kWh/rok
172 903 kg / rok



Ilustracja: Prognoza uzysku

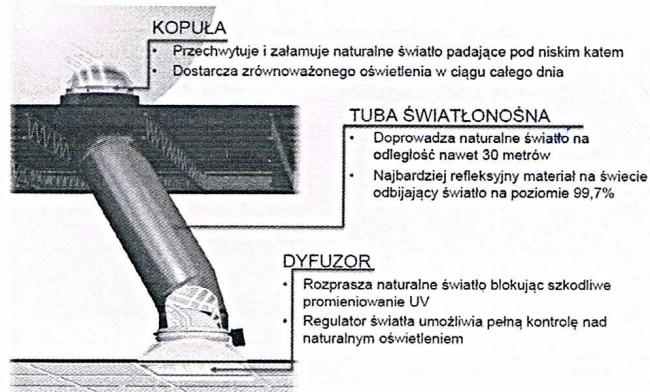
Rys. 4. Symulacja uzysku energii elektrycznej z paneli fotowoltaicznych

Tab. 6. Bilans energii elektrycznej na potrzeby ogrzewania (pompy ciepła w centralach wentylacyjnych) i ciepłej wody użytkowej oraz produkcji energii z fotowoltaiki

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 przez 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	1 176,4	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	1 176,4	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	1 176,4	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	1 176,4	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

2. Redukcja zużycia energii na oświetlenie

W projekcie będącym podstawą audytu przewidziano już oświetlenie LED-owe. Warto tu jednak zauważyć, że godziny pracy hali to 7.00 do 23.00. Przez większość tego czasu na zewnątrz jest dostępne promieniowanie słoneczne. Pozwoliło to na zastosowanie innowacyjnego rozwiązania w postaci rur wprowadzających światło dzienne do środka budynku. Zasadę działania tego rozwiązania przedstawia rys 5.



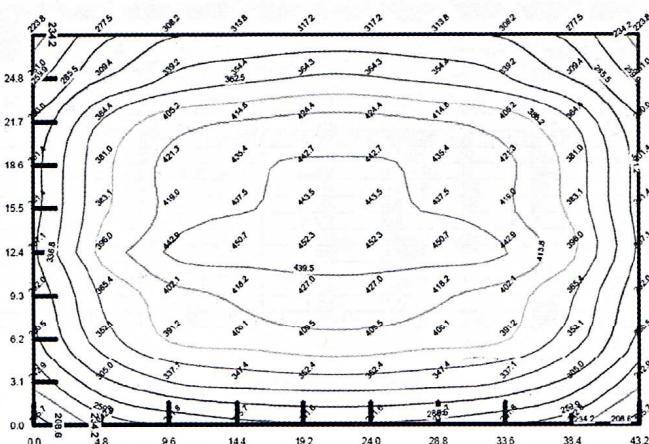
Zastosowane rozwiązanie charakteryzuje się wysokim współczynnikiem odbicia promieniowania na poziomie 99,7%.



Rys 6.
Ilustracja działania rur przekazujących światło naturalne

Wyniki symulacji poziomu oświetlenia hali w warunkach jesienno-zimowych przedstawia wydruk z programu komputerowego:

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



Wyniki symulacji natężenia światła pochodzącego z rur świetlnych w hali

W okresie letnim przewidywane wyniki będą ok. 2 razy wyższe. Rozwiązanie zapewnia krótki czas zwrotu takiej inwestycji.

Tab. 7. Obliczenie czasu zwrotu inwestycji w tubowe urządzenia światła dziennego

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

Współczynnik energii pierwotnej na oświetlenie przed modernizacją wynosił $EP_L=59,55 \text{ kWh/m}^2$, czyli przekraczał dopuszczalny dla tego typu obiektów po 2020r. zakres $<50 \text{ kWh/m}^2$. Po zastosowaniu modernizacji wnosi on $EP_L=5,91 \text{ kWh/m}^2$.

Ostatnim z zastosowanych elementów była **trigeneracja**. 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 zasilany ciepłem z kogeneracji. Pozwala to na pracę układu przez większość roku.

Zatem pkt. 1 i 2 powodują dobry czas zwrotu inwestycji. Przy kogeneracji współczynnik nakładu energii pierwotnej wynosi $w=0,8$, a nie jak ciepło sieciowe $w=1,3$.

Podsumowanie wybranego w audycie zestawu działań modernizacyjnych jest następujące:

1. Obliczeniowe zużycie energii końcowej w budynku w sezonie standardowym znacznie zmniejszyło się. Przy okazji poprawiony został bilans energii pierwotnej:

$$EP_{H+W}=26,24 < \text{dopuszczalne: } 45 \text{ kWh/m}^2$$

$$EP_c=2 < \text{dopuszczalne: } 25 \text{ kWh/m}^2$$

$$EP_L=5,91 < \text{dopuszczalne: } 50 \text{ kWh/m}^2$$

$$\text{Razem: } EP=34,15 < \text{dopuszczalne: } 120 \text{ kWh/m}^2$$

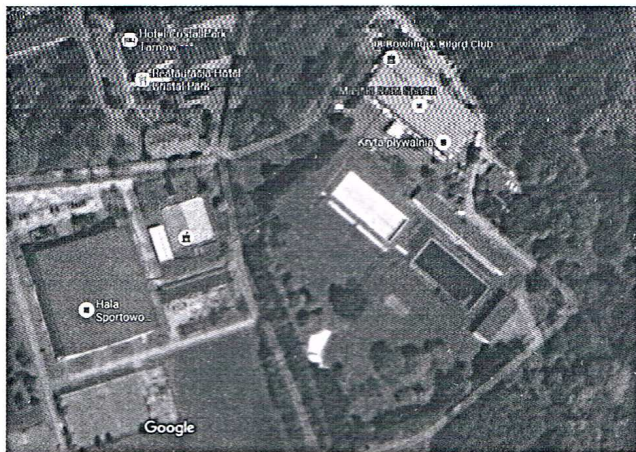
Energia pierwotna stan po modernizacji zgodnie z projektem budowlanym
powierzchnia o regulowanej temperaturze: 12545,3 m²

system	energia końcowa [kWh/rok]	współczynnik 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		
c.w.u.	47 163,2	1,3	61 312,2		
energia pomocnicza c.o.	94 326,4	3,0	283 599,9	139,41	45,00
energia pomocnicza c.w.u.	4 385,8	3,0	13 157,5		
oswieslenie	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 m²

system	energia końcowa [kWh/rok]	współczynnik 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		
c.w.u.	14 237,5	0,8	11 390,0		
energia pomocnicza c.o.	72 041,1	3,0	216 123,4	26,24	45,00
energia pomocnicza c.w.u.	64 757,1	3,0	194 271,3		
oswieslenie	5 877,4	0,8	4 701,9	5,91	50,00
klimatyzacja	92 704,1	0,8	74 163,3	5,91	50,00
energia pomocnicza klimatyzacja	285 601,0	0,8	228 480,8	2,00	25,00
energia pomocnicza klimatyzacja	31 403,4	0,8	25 122,7		

2. Z obliczeń wynika, że nie cała energia jest zużywana w budynku. W niektórych miesiącach występuje nadwyżka zdolności produkcyjnych, zarówno w energii elektrycznej, jak i energii cieplnej. Dlatego w drugim etapie realizacji projektu przewidziane jest połączenie energetyczne budynków hali sportowej i pobliskiej krytej pływalni. Oba obiekty należą do Tarnowskiego Ośrodka Sportu i Rekreacji i są oddalone od siebie o ok. 250 m.



Rys. 8 Obiekty TOSIR: odległość między Halą Sportową Jaskółka i krytą pływalnią (źródło: Google Maps)

Literatura:

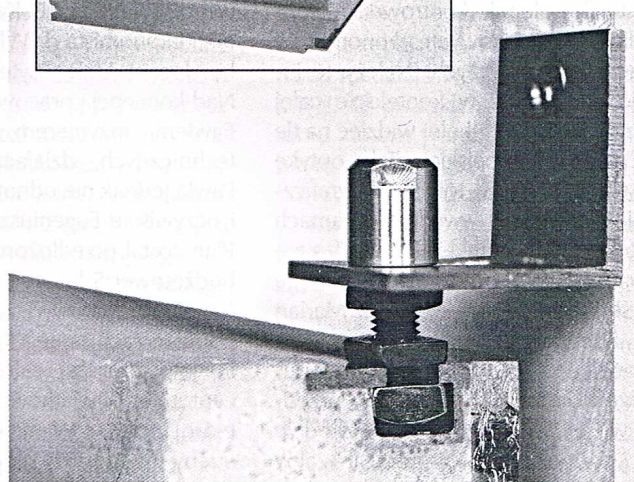
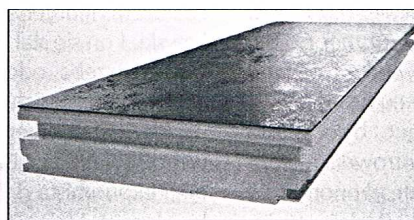
- [1] DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków
- [2] USTAWA z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków
- [3] ROZPORZĄDZENIE MINISTRA TRANSPORTU, BUDOWNICTWA I GOSPODARKI MORSKIEJ z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
- [4] ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY I ROZWOJU z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej
- [5] ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
- [6] ROZPORZĄDZENIE MINISTRA 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

Tomasz Sumera, Eco-Doradztwo Tomasz Sumera,
33-100 Tarnów, ul. Paderewskiego 3c/41
Tel. 722 835 531
e-mail: tomasz.sumera@op.pl

Wiedza • Technika • Technologia

PŁYTY LEKKO ZAWIESZANE

System elewacyjny Thermolam to połączenie płyt ceramicznych oraz materiału izolacyjnego, w który wbudowany jest system zawiesi mechanicznych do mocowania poszczególnych paneli na ścianie budynku. Technologia pozwala na wykonywanie płyt ceramicznych o rozmiarach 1000 x 3000 mm oraz o grubościach 2 i 3 mm. Płyty te mogą być w fazie spiekania dowolnie barwione oraz uzyskać dowolną fakturę. Powierzchnia płyt jest bardzo twarda i odporna na zarysowania. Drugi składnik to materiał kompozytowy o nazwie PSUR otrzymywany w procesie jednoczesnej ekspansji perełek polistyrenu oraz spienienia i sieciowania sztywnej pianki poliuretanowej. **jaz.**



BEZ SPALIN NA BUDOWIE

Nowa ładowarka kołowa WL20e firmy Wacker Neuson sp. z o.o. to pierwsza całkowicie elektryczna ładowarka tej marki i jedna z pierwszych na świecie. Ma dwa silniki elektryczne – dla układu napędowego i dla układu hydraulicznego, zapewniające, że wydajność WL20e odpowiada wydajności tradycyjnej maszyny spalinowej. Nocą podłącza się do sieci, dzień przepracowuje. **jaz.**

