

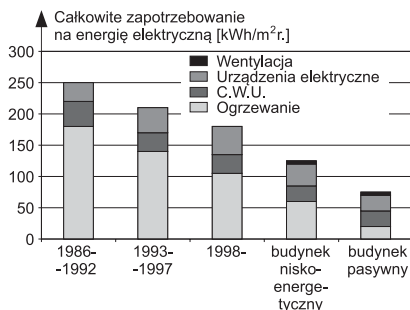
dr hab. Eur. inż. Tomasz Błaszczński, prof. nadzw.*
inż. Katarzyna Kocłajda*

Rewaloryzacja budynku zabytkowego na budynek pasywny

W związku z tym, że zapotrzebowanie budownictwa na energię stanowi 40% łącznego zużycia w państwach Unii Europejskiej [1] Parlament Europejski i Rada UE podjęli decyzję o zmniejszeniu tego zużycia o 20% przez poprawę jakości energetycznej obiektów budowlanych nowo powstających oraz istniejących, podlegających ważniejszym remontom. Obiekty objęte ochroną konserwatora zabytków oraz wpisane do rejestru zabytków, ze względu na trudności uzyskania pozwolenia na ingerencję w ich wygląd i przeznaczenie, zostały zwolnione z przestrzegania nałożonych przepisów [1], ale cel jest możliwy do osiągnięcia. Teza ta zostanie udowodniona na przykładzie budynku z 1927 r., objętego ochroną konserwatorską. Projekt jego zrewaloryzowania na budynek pasywny został opisany w pracy inżynierskiej nagrodzonej w konkursie *Na najlepszą pracę dyplomową z wykorzystaniem poliuretanów*, zorganizowanym przez Polski Związek Producentów i Przetwórców Izolacji Poliuretanowych PUR i PIR „SIPUR” oraz Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa Koło Nr 4 przy Politechnice Poznańskiej.

Budownictwo pasywne

Budynki pasywne są rodzajem obiektów energooszczędnych nowej generacji, w których roczne zużycie energii w celu ogrzania pomieszczeń powinno wynosić poniżej 15 kWh/m², natomiast całkowite zużycie energii, potrzebne na ogrzewanie, prąd elektryczny, ciepłą wodę, nie powinno przekraczać 120 kWh/m²r. Zapotrzebowanie na ogrzanie tradycyjnych, dotychczas wznoszonych, budynków może wynosić nawet ok. 220 kWh/(m²r). Zysk energetyczny sięga więc 93% [2]. Na rysunku 1 porównano zużycie energii w zależności od typu budynku. Z danych wynika, że budynek pasywny charakteryzuje się większym zużyciem energii na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (c.w.u) i do pod-



Rys. 1. Porównanie całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną w budynkach mieszkalnych [3]

trzymania pracy urządzeń elektrycznych niż na ogrzewanie pomieszczeń [3].

Cechy charakterystyczne obiektów pasywnych są następujące:

- 1) zwarta architektura budynku – stopień zwartości bryły wyrażany przez stosunek A/V, czyli powierzchni przegród zewnętrznych, do ogrzewanej kubatury budynku powinien wynosić w przypadku budynków jednorodzinnych 0,8 – 1,0 [1/m];
- 2) odpowiednie usytuowanie pozwalające na pozyskiwanie energii słonecznej;
- 3) efektywna izolacyjność przegród zewnętrznych – współczynnik przenikania ciepła wszystkich przegród budowlanych $U \leq 0,15$ [W/m²K];
- 4) szczelna powłoka budynku – stopień nieszczelności $< 0,6$ [1/h];
- 5) zastosowanie okien o współczynniku przenikania ciepła $U \leq 0,8$ [W/m²K] oraz przepuszczalności energii słonecznej $g > 50\%$;
- 6) wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła;
- 7) zastosowanie pasywnych instalacji grzewczych – instalacje fototermiczne i fotowoltaiczne, pompy ciepła.

Charakterystyka budynku

Jest to budynek poniemiecki z okresu przedwojennego (fotografia), podpiwniczony, dwupiętrowy z poddaszem nieużytkowym. Budynek w rzucie ma kształt kwadratu o wymiarach 9,59 x 9,57 m.

Przegrody pionowe zostały wykonane z cegły ceramicznej pełnej w techno-



Modernizowany budynek, widok od strony północnej

logii tradycyjnej. Do wysokości stropu nad pierwszym piętrem mają grubość 44 cm, natomiast powyżej – 33 cm. Ściany zewnętrzne wykonano w dwóch warstwach, a pomiędzy nimi występuje pięciocentymetrowa pustka powietrzna. Nad piwnicą znajduje się strop Kleina, natomiast nad parterem i pierwszym piętrem słupy mają konstrukcję drewnianą. Powierzchnię budynku podano w tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie powierzchni budynku

Rodzaj powierzchni		Powierzchnia [m ²]
Całkowita		325,17
Użytkowa	piwnica	18,84
	parter	71,02
	I piętro	75,20
	poddasze	36,65

Modernizacja

Analizowany budynek spełnia pierwszy warunek budynku pasywnego ze względu na niezbyt skomplikowany kształt, gdyż stosunek A/V jest na poziomie 0,7 [1/m]. Słabą stroną jest natomiast powierzchnia okien na elewacji północnej, która jest identyczna jak na elewacji południowej. W związku z przepisami prawnymi nie można zmniejszyć tej powierzchni, dlatego też postanowiono regulować grubość ocieplenia ścian.

* Politechnika Poznańska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

Warunkiem konserwatora zabytków jest podobny wygląd stolarki nowej do istniejącej, a w budownictwie pasywnym powinny być okna o standardzie pasywnym. W analizowanym przypadku wybrano okna V90+ firmy Vetrex z dwukomorowym pakietem szybowym o $U_g = 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ oraz $g = 51\%$ i współczynnika przenikania ciepła całego okna $U < 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$.

W przypadku pasywnych instalacji, bezwzględnie wymaganym urządzeniem jest rekuperator, który poprawia efektywność wentylacji. W projekcie modernizacji budynku zabytkowego został zastosowany AERIS 350 LUXE VV o sprawności do 95%, przeznaczony do domów o powierzchni użytkowej powyżej 170 m². Dodatkowe instalacje zastosowane w omawianym budynku, to kolektory fototermiczne, rurowo-próżniowe w zestawie przeznaczonym dla 5 osób z 54 rurami, umieszczone na połaci południowej dachu oraz glikolowy wymiennik ciepła dostosowany do pracy wybranego w projekcie rekuperatora i wspomagający jego pracę.

Najważniejszym warunkiem, od którego zależy szczelność budynku, jest odpowiednia izolacyjność przegród zewnętrznych. Istotnym kryterium wyboru materiału termoizolacyjnego jest uzyskanie odpowiednich parametrów przy jak najmniejszej grubości. Każdy centymetr może bowiem ograniczyć dopływ światła dziennego oraz spowodować efekt bunkra. Aby uzyskać określony współczynnik przenikania ciepła $U_{\text{ściany}} \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ (przy możliwie minimalnej grubości warstwy izolacyjnej) zastosowano piankę poliuretanową PIR (tabela 2).

Tabela 2. Współczynnik przewodzenia ciepła wybranych materiałów izolacyjnych [4]

Material	λ [W/m·K]	Grubość izolacji (dla $U \leq 0,15 \text{ [W/m}^2\text{K)]}$ d [cm]
Wełna skalna	0,040	27,0
EPS	0,037	25,0
Wełna szklana	0,036	24,0
XPS	0,035	23,0
PIR	0,023	15,0

Wyliczenia zostały przeprowadzone na podstawie danych „SIPUR” [4] oraz normy [5]. Wynika z nich, że aby uzyskać odpowiedni współczynnik U przegród w analizowanym budynku należy zwiększyć warstwę izolacji termicznej z pian-

ki poliuretanowej do 20 cm. Konstrukcja przegrody pozwala na ukrycie 5 cm tej izolacji w pustce powietrznej między warstwami muru dzięki natryskowemu systemowi nakładania tego materiału. Warstwa ocieplenia płytami poliuretanowymi na zewnątrz budynku zmniejszy się więc do 15 cm.

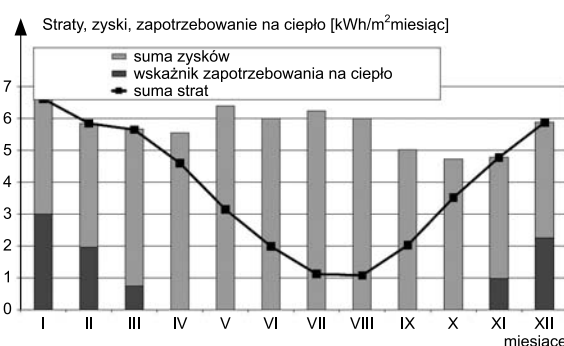
Wyniki

Obliczenia wykonano za pomocą programu do projektowania budynków pasywnych dołączonego do książki PHPP – *Pakiet do projektowania budynków pasywnych* [6]. Zaprojektowane zmiany pozwoliły na spełnienie warunków budownictwa pasywnego (tabela 3).

Tabela 3. Dane z obliczeń dotyczących umownej powierzchni ogrzewania 190,22 m²

Uzyskane dane	Standard budynku pasywnego
Wskaźnik zapotrzebowania energii do ogrzewania: 9 kWh/(m ² r)	15 kWh/(m ² r)
Wynik próby ciśnieniowej: 0,6 h ⁻¹	0,6 h ⁻¹
Wskaźnik zapotrzebowania na energię pierwotną (ogrzewanie: c.w.u., energia elektryczna i pozostała energia elektryczna) 57 kWh/(m ² r)	120 kWh/(m ² r)
Wskaźnik zapotrzebowania na energię pierwotną (ogrzewanie c.w.u. i pozostała energia elektryczna: 22 kWh/(m ² r)	
Wskaźnik mocy cieplnej na ogrzewanie: 14,5 W/m ²	

Wymagany wskaźnik zapotrzebowania na energię do ogrzewania w budynku pasywnym, wyliczony na 10 [kWh/m²r] został spełniony. Podobnie całkowite zapotrzebowanie na energię pierwotną, które wyniosło 57 [kWh/m²r]. Jedyne ze względu na brak możliwości przeprowadzenia testu szczelności budynku, wartość próby ciśnieniowej została przyjęta jako graniczna dla budownictwa pasywnego. Biorąc jednak pod uwagę spełnienie pozostałych wymagań, można takie założenie przyjąć podczas projektowania. Na rysunku 2 przedstawiono zapotrzebowanie na ciepło, sumę zysków energii bezpośrednio ze słońca i uzyskanych z ciepła wydzielanego przez działające urządzenia elektryczne oraz sumę strat energii cieplnej na rzecz otoczenia zewnętrznego. Wynika z niego, że przez prawie 60% roku suma zysków przewyższa straty, natomiast w pozostałej części roku straty są równoważone.



Rys. 2. Suma zysków i strat przy zastosowanych zmianach

Podsumowanie

Przedstawiony w artykule przykład pokazuje, że zmiany powodujące polepszenie jakości energetycznej budynku są możliwe bez radykalnych zmian w konstrukcji czy wyglądzie budynku. Dom będzie wyglądał tak, jak został zaprojektowany prawie sto lat temu, a jego walory ekologiczne i mieszkaniowe ulegną znacznej poprawie. Istotną wadą tej idei jest nakład finansowy, jaki należy ponieść w fazie inwestycji. W porównaniu z budownictwem tradycyjnym cena może wzrosnąć o 20 – 40%. Nie należy jednak zapomnieć, że koszty inwestycji będą zwracane w trakcie eksploatacji budynku.

Modernizacja omawianego budynku nie zakończyła się na etapie rozważań teoretycznych. Postanowiono sprawdzić uzyskane wyniki doświadczalnie. Obecnie budynek ma już wymienioną stolarkę o standardzie budynków pasywnych oraz nowe pokrycie dachu. Następnym krokiem będzie instalacja kolektorów słonecznych, gdyż do końca 2014 r. można uzyskać dopłatę z UE. Już za kilka lat będzie można porównać wyniki rzeczywiste z zaprojektowanymi.

Literatura

- [1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE, 19.05.2010.
- [2] Feist W., Schlagowski G., Podstawy budownictwa pasywnego, Polski Instytut Budownictwa Pasywnego, Gdańsk 2006.
- [3] Błaszczński T., Ksist B., Dyzman B., Budownictwo zrównoważone z elementami certyfikacji energetycznej, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2012.
- [4] Polski Związek Producentów i Przetwórców Izolacji Poliuretanowych PUR i PIR „SIPUR”, <http://sipur.pl/>.
- [5] PN-EN ISO 6946 Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła, 1999.
- [6] Feist W., Pfluger R., Kaufmann B., Schnieders J., Kah O., PHPP – Pakiet do projektowania budynków pasywnych, Polski Instytut Budownictwa Pasywnego, Gdańsk 2006.