

Budynki pasywne wymagania techniczne i projektowanie

W obecnych czasach potrzeba realizowania obiektów energooszczędnych i ekologicznych wydaje się być oczywista. Jest ona spowodowana, z jednej strony koniecznością ochrony środowiska naturalnego, z drugiej zaś względami ekonomicznymi – stale rosnącymi cenami paliw kopalnych, które przekładają się także na koszty eksploatacji budynków. O ile skutki finansowe odczuwane przez społeczeństwo są pewnym powodem oszczędzania, to tylko nieliczni czynią to świadomie ze względu na negatywne skutki dla środowiska naturalnego. Odnotowywany jest m.in. stały wzrost poziomu emisji zanieczyszczeń do atmosfery wraz ze wszystkimi jego konsekwencjami, takimi jak ocieplenie klimatu, podnoszenie poziomu wód oraz wyczerpywanie zasobów węgla i gazu. Znaczny wkład w poziom produkowanej energii ma sektor mieszkalnictwa. W Europie Środkowej w skali całkowitego zapotrzebowania na energię, samo zużycie energii do ogrzewania mieszkań wynosi aż 40%. Kolejne kilka procent zużywane jest do uzyskania ciepłej wody użytkowej oraz elektryczności. Dlatego właśnie ten sektor niesie w sobie tak duży potencjał oszczędnościowy. Potencjał ten zawiera się w nowym podejściu do projektowania i wykonawstwa obiektów oraz ich modernizacji, a także w nowych nawykach użytkowania budynków.

W Polsce tradycja projektowania budynków energooszczędnych jest uboga. Prowadzone w tym kierunku badania naukowe oraz inicjatywy nie doprowadziły do znaczącej ilości realizacji. Przyczyn takiej sytuacji jest wiele. Jedną z nich jest panujące do niedawna ustawodawstwo. Bowiern dopiero od kilku



Przykład jednorodzinny domu pasywnego w Sattels, Austria, rok realizacji 2002 (Graf 2002, 45)

lat, z blisko dwudziestopięcioletnim opóźnieniem, obowiązują w Polsce europejskie standardy w zakresie ochrony cieplnej budynków. Także w odróżnieniu od innych krajów, nie został u nas rozwinięty skuteczny system finansowego wsparcia dla realizacji obiektów energooszczędnych. Brak jest dotacji i korzystnych kredytów, które motywują przeciętnego inwestora do działań na rzecz ochrony środowiska. Ponadto nie funkcjonują jeszcze spójne systemy edukacji ekologicznej czy poszerzania świadomości społeczeństwa w tym zakresie. W krajach rozwiniętych natomiast myśl-

lenie i działania proekologiczne oraz budownictwo energooszczędne stają się coraz bardziej powszechne.

Czym różną się budynki tradycyjne od energooszczędnych? Przede wszystkim należy zdawać sobie sprawę ze strat ciepła, jakie występują w budynkach tradycyjnych (Schuetz 2003, 14). Powstają one głównie przez wentylację pomieszczeń (25%), nieszczelne okna (22%), wietrzenie (21%) i przenikanie ciepła przez ściany (16%) w mniejszym stopniu przez dach (9%) i posadowienie (7%). Zaś na ogrzewanie pomieszczeń zużywa się około 78% energii, pozosta-

Tabela 1. Wartości charakterystyczne wybranych typów budynków energooszczędnych. Na podstawie (Schuetz 2003, 17).

	Dom nisko-energetyczny	Dom przyjazny dla środowiska ⁶⁾	Dom pasywny
Zapotrzebowanie na energię kWh/m ² a	30-40	20-40	15
Współczynnik U dla ścian W/m ² K	0,15	0,15	0,10
Ocieplenie cm	20-25	23-25	30-40
Współczynnik U dla okien W/m ² K	1,3	1,0	0,8
Wentylacja, wymiana powietrza m ³ /m ³	0,3-0,5	0,5	0,4

^{*)} Autorka – doktor i adiunkt na Wydziale Architektury Politechniki Wrocławskiej. Autorka jest opiekunem koła naukowego eko_studio (w Katedrze Projektowania Architektury Mieszkaniowej), którego celem jest poznawanie, propagowanie, projektowanie i realizacja architektury energooszczędnej i ekologicznej (zob. www.ekostudio.pwr.wroc.pl).

Tabela 2. Parametry budynków pasywnych wg Instytutu w Darmstadt. Na podstawie (PHI 2002).

Dobra ochrona cieplna i zwarta bryła	Zewnętrzna osłona termiczna pozbawiona mostków cieplnych $U < 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Południowa orientacja wolna od cienia	Pasywne wykorzystanie energii słonecznej
Super przeszklecie i super szczelne ramy okienne	$U_w < 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, $g = 50\%$
Szczelność budynku	$n50 < 0,6 \text{ h}^{-1}$
Odzysk ciepłego powietrza przy wywiewie powietrza	Odzysk ciepła $> 75\%$
Urządzenia energooszczędne	Wyposażenie domu oszczędzające energię
Ogrzewanie wody użytkowej ze źródeł odnawialnych	Kolektory słoneczne lub pompa ciepła
Pasywne wstępne ogrzanie powietrza	Ziemny wymiennik ciepła zapewniający w zimie temperaturę powietrza na wlocie powyżej 5°C

ła część przypada na ogrzewanie wody użytkowej (12%), gotowanie (6%) i działanie urządzeń elektrycznych (4%). Dlatego cechą charakterystyczną budynków **energooszczędnych** jest wyrównany bilans strat i zysków energii w obiekcie. Wspomniana utrata ciepła jest ograniczana do minimum przez kontrolę wentylacji i odzysk ciepła, lepszą izolacyjność cieplną przegród zewnętrznych, wykorzystanie odnawialnych źródeł energii.

Energooszczędność określa się na podstawie wartości rocznego zużycia energii przypadającego na metr kwadratowy powierzchni. W krajach unijnych średnia wartość dla nowych obiektów¹⁾ wynosi $100 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$, zaś za oszczędne uważa się takie, których wartość zużycia energii nie przekracza $40 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$. W zależności od zapotrzebowania na energię cieplną, można wyróżnić kilka typów obiektów: niskoenergetyczne, pasywne i tzw. zero energii²⁾. Poniżej podano charakterystyczne wartości dla przykładowych typów takich budynków (tabela 1). Istnieje wie-

le specyficznych rozwiązań technologicznych i materiałowych służących optymalizowaniu gospodarki cieplnej w budynkach. Z Polskich patentów należy tu wymienić przede wszystkim technologię „Naturalny dom”³⁾, panele ścienne „RymSol” i system wentylacyjny RylkAir⁴⁾. W tym opracowaniu omówię wymagania i podstawy projektowania budynków pasywnych⁵⁾ z Darmstadt, w drugiej części – zaprezentuję drewniane domy pasywne zrealizowane w Lipsku.

Budynki pasywne. Warunki techniczne

Mianem budynków „pasywnych” określa się obiekty, w których w sposób bierny pozyskiwana i kumulowana jest energia cieplna, a także budynki, które funkcjonują na zasadach określonych przez Wolfganga Feista. Charakterystyka energetyczna tych budynków przedstawia się następująco (Graf 2003, 11):

- całkowite zapotrzebowanie na energię $15 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$

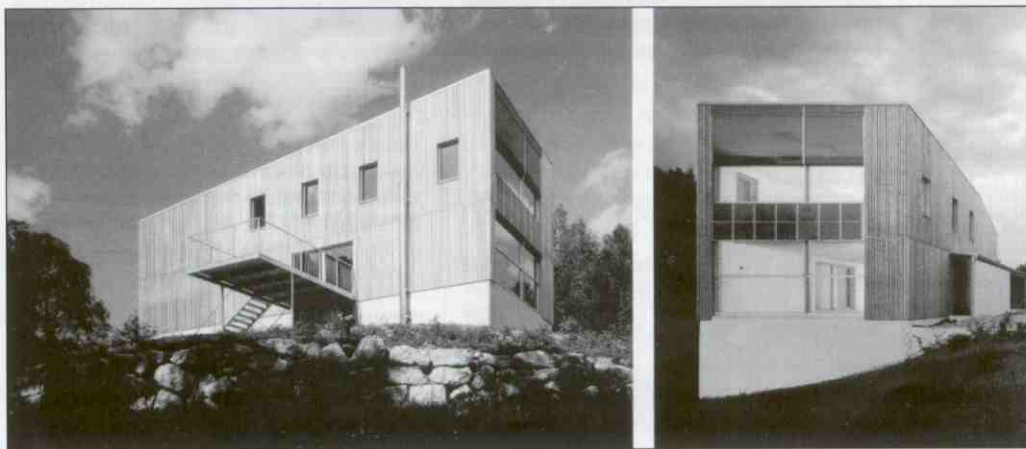
- maksymalne zapotrzebowanie na energię grzewczą $5 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$
- maksymalna energia prymarna $120 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$
- maksymalne obciążenie grzewcze $10 \text{ W}/\text{m}^2$

Tak niewielkie zapotrzebowanie na energię grzewczą możliwe jest, z jednej strony dzięki pozyskiwaniu ciepła słonecznego oraz wykorzystaniu ciepła wytwarzanego przez użytkowników i urządzenia elektryczne. Z drugiej strony, jest możliwe dzięki zastosowaniu odpowiedniego ocieplenia i uszczelnienia (przeciwko konwekcji z możliwością dyfuzji), a także wysokiej jakości szczelnych okien oraz eliminacji mostków cieplnych. Budynki te są ponadto wyposażone w wentylację z odzyskiem ciepłego powietrza oraz pompy ciepłne. Zestawienie parametrów domów pasywnych przedstawiono poniżej (tabela 2). Dotyczą one wszystkich typów obiektów, zarówno mieszkaniowych jedno- i wielorodzinnych, jak i usługowych.

Wskazówki projektowe

Budynki pasywne powinny być zwrócone w kierunku wschodnim, południowym i zachodnim. Nie jest wymagana **orientacja** obiektu dłuższą osią prostopadle do kierunku północ-południe pod warunkiem, że obliczenia wykażą zgodność z wymaganą charakterystyką energetyczną. **Usytuowanie** na działce powinno zapewniać dobrą insulację, tak aby wysokie drzewa tylko nieznacznie przesłaniały obiekt.

W zakresie **rozwiązań funkcjonalno-przestrzennych** ważne jest aby pomieszczenia przeznaczone na stały pobyt ludzi miały okna zwrócone w kierunku nasłonecznienia. Rzuty poszczególnych kondygnacji należy planować tak,



Przykład dowolnej orientacji domu pasywnego, zwrócenie krótszym bokiem na południe (Graf 2003, 83). Dom jednorodzinny w Mauer-Oehling, Austria, rok realizacji 2000.



Przykład obrazujący swobodę rozwiązywania formy budynku pasywnego (Graf 2003, 35) Dom jednorodzinny w Steyr, Austria, (rok realizacji 2000)

by w pobliżu pomieszczeń z wlotami czystego powietrza (pokoje dzienne, sypialnie, bawialnie, pokoje do pracy etc.) znajdowały się pomieszczenia z wylotami (kuchnie, łazienki, toalety). Niezbędne są pomieszczenia techniczne, gdzie sytuuje się urządzenia służące wentylacji mechanicznej i rekuperacji, zbiornik na wodę użytkową i ew. piec. Istotne jest także dogodnie usytuowanie wlotów i wylotów powietrza przy ziemnych pompach ciepła na zewnątrz budynku.

W odniesieniu do kształtowania formy – wskazane jest ograniczenie powierzchni ścian zewnętrznych ze względu na niebezpieczeństwo występowania strat ciepła i mostków termicznych.

W zakresie **konstrukcyjno-materiałowym** możliwe jest stosowanie wszystkich rozwiązań spełniających wymagane współczynniki przenikania ciepła oraz pozbawionych mostków cieplnych. Spotykane są więc zarówno konstrukcje betonowe masywne, jak i szkieletowe drewniane wypełnione np. słomą.

Wykończenie i wyposażenie jest jednym z najważniejszych elementem budynków pasywnych, bowiem od detalu budowlanego i precyzji jego wykonania zależy osiągnięcie zamierzonego efektu energetycznego. Na szczególną uwagę zasługują super szczelne okna i drzwi. Najczęściej stosowane są okna potrójnie szklone. W wyposażeniu budynków pasywnych wchodzi energooszczędne sprzęty domowe oraz kolektory słoneczne, pompy ziemne oraz wentyla-

cja mechaniczna z rekuperacją ciepła. Kolektory mogą być umieszczane zarówno na dachach pod kątem około 60 stopni jak i w pionie na elewacji obiektu.

Ważne jest jednak ich prostopadłe zwrócenie do kierunku północ-południe. Służą one do podgrzewania wody użytkowej. Średnio do ogrzania 300-litrowego zbiornika stosuje się około 6 m² powierzchni kolektorów słonecznych. Już wspomniane poziome pompy ziemne (najczęściej rury o przekroju 14 cm i długości 20 m, zagłębione około 1,5 m pod ziemią) mają za zadanie ogrzanie zimnego powietrza w ziemie, zanim dostanie się ono do urządzenia grzewczego, zaś w lecie – jego schłodzenie. Przy projektowaniu należy pamiętać o przewodach wentylacyjnych pionowych oraz poziomych prowadzonych w lub pod konstrukcją sufitów.

W projektowaniu obiektów pasywnych ważną rolę odgrywają obliczenia⁸⁾, które umożliwiają optymalizację przyjętych rozwiązań architektonicznych pod kątem bilansu energetycznego budynku.

Literatura

- 1) Graf A., Neue Passivhaeuser, Callwey 2002.
- 2) Passivhaus Institut, Passivhaus-Foliensatz, Darmstadt, 2000.
- 3) Rylewski E., Energia własna, Tinta, Warszawa 2002.
- 4) Schuetz P., Oekologische Gebaudeausruestung, Springer, Wien – New York, 2003.

Przypisy

- 1) Warto dodać, że istniejące budynki zarówno w Polsce, jak i za granicą, wielokrotnie przekraczają aktualne standardy w tym zakresie. W Polsce 70% istniejących budynków mieszkalnych głównie wielokopertowych zużywa od dwóch do czterech razy więcej energii rocznie niż wymienione wskazania, tj. od 240 do 400 kWh/m²a.
- 2) Ang. Zero-energy house – to budynki samowystarczalne energetycznie, pozbawione dostaw energii cieplnej z zewnątrz. Oparte są głównie na wykorzystaniu energii słonecznej oraz odzysku ciepła z wentylacji i ciepłej wody użytkowej. Obecnie stanowią przede wszystkim obiekty doświadczalne.
- 3) Autorem tego rozwiązania jest architekt Andrzej Głęb (zob. www.naturalnydom.pl).
- 4) Autorem obu systemów jest dr inż. Eugeniusz Rylewski. Więcej informacji (Rylewski 2002).
- 5) Niem. Passivhaus. Domy te są rozpowszechnione z Europy Zachodniej, głównie w Niemczech, Austrii i Szwajcarii, (zob. passivhaus-info.de). Pieczę nad stosowaniem tego rozwiązania oraz certyfikację obiektów prowadzi Instytut Domów Pasywnych w Darmstadt, (niem. Passivhaus Institut). Zob. www.passiv.de.
- 6) Przykładem mogą być obiekty, w których zastosowano „Przyjazny dla Środowiska System Zużycia Minimalnej Energii” (niem. UMES Haus – das Umwelt Freundliche Minimal Energie System). Jest to system opracowany przez Petera Schuetz’a w Instytucie Wysokiego Budownictwa II na Politechnice Wiedeńskiej (niem. Instiut fuer Hochbau II Technische Universitaet Wien).
- 7) Wartość ta oznacza, że suma wszystkich nieszczelności w ścianach zewnętrznych budynku nie może być większa od powierzchni zbliżonej do dłoni.
- 8) Obliczeń tych dokonuje się za pomocą Pakietu Projektowego dostępnego w PHI w Darmstadt, (niem. Passivhaus Projektierungs Paket PHPP 2004).