



fot. SOLARLUX

STANDARDY PROJEKTOWE

Oszczędność energii, a projekt domu

■ TADEUSZ LIPSKI

Nie ma się co oszukiwać, koszty energii stale rosną i prawdopodobnie będą się zwiększały w coraz szybszym tempie. Zatem konieczne staje się projektowanie i budowanie domów o relatywnie niskim zużyciu energii – zwłaszcza do celów grzewczych. To tzw. domy energooszczędne i pasywne.

Przed wszystkim należy sobie uświadomić, że koszty ogrzewania typowego, współcześnie budowanego domu stanowią około 70% kosztów jego utrzymania. To bardzo dużo, jeśli weźmie się pod uwagę, że istnieją rozwiązania i technologie umożliwiające zredukowanie tych kosztów co najmniej o połowę. Przystępując do wyboru projektu lub budowy domu, warto wiedzieć na co zwracać uwagę, aby dom był oszczędny w eksploatacji, a jednocześnie przyjazny dla użytkowników.

Obrazowo można to przedstawić na przykładzie alpinisty zdobywającego szczyt np. w Himalajach. Przecież nie zabiera ze sobą piecyka. Ma tylko niewielki namiot, śpiwór, puchową kurtkę, kuchenkę do podgrzania jedzenia i latarkę. Mimo wszystko dzięki racjonalnemu gospodarowaniu energią potrafi przeżyć stosunkowo długi okres w ekstremalnych warunkach. Pamiętajmy bowiem o panujących w górach bardzo niskich temperaturach (często znacznie poniżej -20°C) i czasami wręcz huraganowych

wiatrach. Jest to możliwe, głównie dzięki temu, że znikome ilości energii cieplnej, które wytwarza człowiek (moc porównywalna do 60-100 W żarówki), latarka i kuchenka gazowa są w maksymalnym stopniu oszczędzane. Służy temu zarówno gruba warstwa izolacji termicznej (kurtka, śpiwór), wiatroszczelny namiot, jak również wykorzystanie naturalnych warunków terenowych (osłona przed wiatrem).

Co to ma wspólnego z budową domów? Sporo. Na podobnej zasadzie funkcjonują bowiem domy pasywne. Także w nich wykorzystuje się głównie tzw. ciepło bytowe, czyli wytwarzane przez ludzi oraz urządzenia (lodówki, komputery, żarówki itp.), ciepło pochodzące z promieniowania słonecznego oraz w minimalnym stopniu ciepło pochodzące z systemów grzewczych (moc max. 10 W/m^2 , czyli około 1500-2000 W na cały dom – to odpowiednik suszarki do włosów!). Ilość dostarczonej energii termicznej jest więc na tyle niewielka, że niedopuszczalne jest jakiegokolwiek marnotrawstwo. Stąd wymagane są przegrody zewnętrzne

o doskonałej izolacyjności, zbudowane bez mostków cieplnych ($U < 0,15\text{ W/m}^2\text{K}$, okna - $U < 0,80\text{ W/m}^2\text{K}$) oraz bardzo duża szczelność budynku. Nie mniej istotne jest zastosowanie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, dzięki temu ilość powietrza napływającego, ogrzewanego i wyrzucanego z domu może być ściśle kontrolowana. A to oczywiście sprzyja oszczędzaniu energii. Te rozwiązania to odpowiedniki puchowej kurtki i śpiwora alpinisty oraz wiatroszczelnego namiotu.

Na podobnych zasadach powinien być projektowany i budowany każdy nowoczesny dom jednorodzinny, czyli budynek energooszczędny. Należy tego wymagać od architektów, ponieważ to pieniądze inwestorów będą oszczędzane lub trwonione. Ma tu zastosowanie stare przysłowie – „pańskie oko konia tuczy”. W odniesieniu do budynku oznacza to, że inwestor także powinien posiadać choćby niewielką wiedzę o domach energooszczędnych, bo tylko wtedy będzie wiedział czego wymagać i na co zwrócić uwagę.

BUDYNEK ENERGOOSZCZĘDNY – CO TO OZNACZA?

Ogólnie to dom, w którym zużywa się relatywnie mało energii potrzebnej do jego eksploatacji, a zwłaszcza ogrzewania. Jednak dla inwestora najważniejsze jest to, że ilość traconego ciepła można policzyć, zarówno na etapie projektowania, jak i podczas eksploatacji budynku. Po prostu wtedy łatwo się przekonać, czy zamówiony projekt spełnia założenia domu energooszczędnego, albo czy został poprawnie zrealizowany. Dlatego dla każdego inwestora powinna to być jedna z najważniejszych informacji. Do obliczeń wykorzystuje się odpowiednie programy komputerowe, ale możliwe jest również liczenie „na piechotę”, choć jest to zadanie raczej żmudne i dość skomplikowane.

W wyniku obliczeń uzyskuje się tzw. obliczeniowy wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na energię cieplną E [$\text{kWh/m}^3\text{rok}$]. Trzeba go porównać z normowym wskaźnikiem E_0 [$\text{kWh/m}^3\text{rok}$], który mówi o tym, ile ciepła potrzeba do ogrzania 1 m^3 lub 1 m^2 budynku (wysokość pomieszczeń nie większa od 2,90 m) przy założeniu, że spełnione są wszystkie przepisy i normy budowlane. Na przykład współczynnik przenikania ciepła ścian zewnętrznych i stropodachu $U = 0,3\text{ W/(m}^2\text{K)}$, a stolarki okiennej $U = 2,0$

lub $2,6\text{ W/(m}^2\text{K)}$ (w zależności od regionu, w którym powstaje budynek).

Graniczny wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na energię cieplną E_0 zależy również od stosunku A/V , czyli powierzchni wszystkich przegród oddzielających część ogrzewaną budynku od powietrza zewnętrznego, gruntu oraz pomieszczeń nieogrzewanych, do kubatury ogrzewanej części domu.

Zamawiając lub realizując projekt o lepszych parametrach przegród zewnętrznych oraz z instalacją wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, można zbudować dom energooszczędny, czyli taki, w którym wartość wskaźnika E stanowi najwyżej 70% wskaźnika E_0 .

Jednocześnie należy pamiętać, że wiele obecnie budowanych domów nie spełnia kryte-

riów normowych pomimo zaprojektowania ich zgodnie z obowiązującymi przepisami. Wynika to głównie ze skomplikowanych rzutów, mostków termicznych (np. płyty balkonowe, niewłaściwie osadzone okna itp.) oraz błędów wykonawczych. Ich rzeczywisty wskaźnik zapotrzebowania na energię do ogrzewania często jest większy od $150\text{ kWh/m}^3\text{rok}$.

Porównanie ilości ciepła zużywanego do ogrzewania domów jednorodzinnych w Polsce

okres budowy domu	wartość E [$\text{kWh/m}^3\text{rok}$]*
domy z lat 1967-1985	240-290
domy z lat 1985-1993	160-200
domy zbudowane po 1993 r.	120-160
domy budowane obecnie	90-120
domy energooszczędne	50-70
domy pasywne	10-15

* dla budynków, w których wysokość pomieszczeń nie przekracza 2,9 m

Normatywne wartości wskaźnika E_0

współczynnik kształtu budynku A/V	graniczna wartość wskaźnika E_0 [$\text{kWh/m}^3\text{rok}$]
$A/V \leq 0,2$	29,0
$0,2 \leq A/V \leq 0,9$	$26,6 + 12A/V$
$A/V \geq 0,9$	37,4



foto. DOM-PROJEKT

CECHY DOMU ENERGOOSZCZĘDNEGO

Projektując dom, wybierając z katalogu, a nawet już go budując warto sprawdzić, czy spełnia założenia budynku energooszczędnego (rys. 1). W końcu dla każdego inwestora powinno być ważne ile wyniosą miesięczne koszty utrzymania domu – np. 200 czy 1200 zł. W związku z tym trzeba zwrócić uwagę, czy uwzględnione są podstawowe kryteria energooszczędności:

- zwarta bryła budynku;
- bardzo dobra termoizolacyjność wszystkich przegród zewnętrznych;
- buforowy układ pomieszczeń;
- wentylacja mechaniczna z rekuperatorem;
- naturalne warunki terenowe;
- bierne wykorzystanie energii słonecznej.

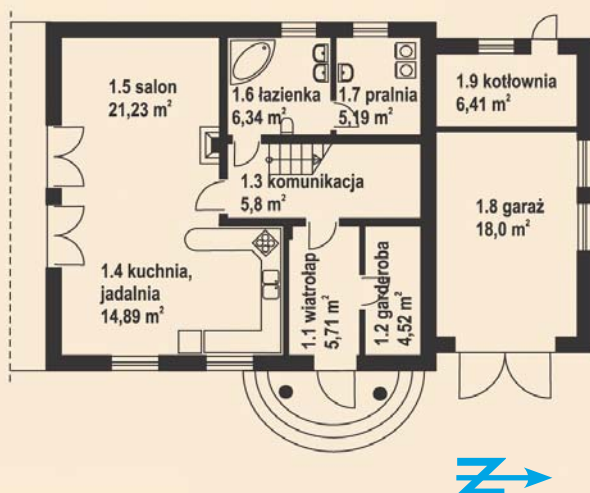
ARCHITEKTURA DOMU

Architekci to ludzie, którzy mają wpływ nie tylko na zewnętrzny kształt i wygląd budynku, ale także na układ pomieszczeń wewnętrznych. Oznacza to, że od ich wiedzy i umiejętności zależy energooszczędność domu. Chcąc zbudować dom tani w eksploatacji, czyli budynek energooszczędny lub pasywny, należy zamówić projekt indywidualny. Tylko wtedy możliwe będzie optymalne dostosowanie projektu do wymiarów działki budowlanej, warunków terenowych, gruntowo-wodnych, a także gustu i możliwości finansowych inwestora. Trzeba bowiem zdawać sobie sprawę, że popularne dokumentacje katalogowe są przeznaczone dla anonimowego odbiorcy i jest oczywiste, że zawierają wiele rozwiązań kompromisowych. A przecież każda rodzina jest inna, ma inne wymagania, potrzeby i możliwości realizacji wymarzonego gniazda.

ZWARTA BRYŁA BUDYNKU

Dom energooszczędny powinien charakteryzować się jak najmniejszą powierzchnią przegród zewnętrznych w stosunku do objętości, czyli kubatury budynku. To po prostu wynika z praw fizyki. Najlepszy byłby dom w kształcie sześcianu lub niezbyt wydłużonego prostopadłościanu (rys. 2). Wtedy straty ciepła będą najmniejsze. Trzeba unikać wszelkich domów o rozbudowanej formie, czyli zaprojektowanych na planie krzyża, litery H lub T. Po prostu już z założenia budynki

Rzut parteru



Rzut poddasza

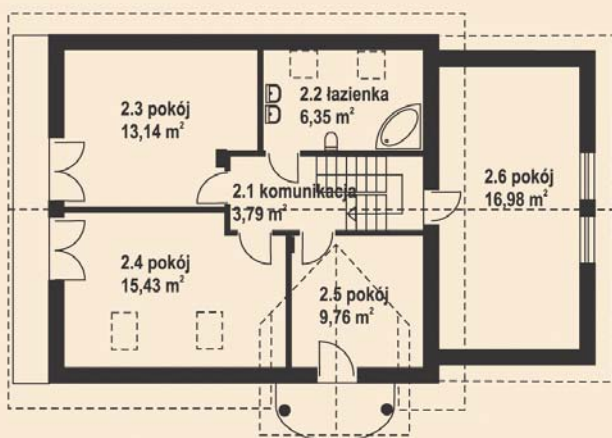


foto. DOM-PROJEKT

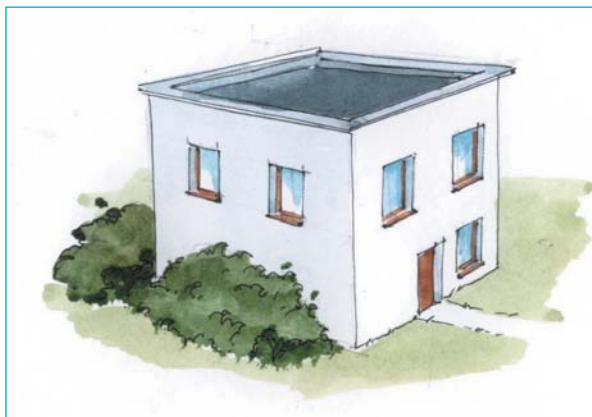
1 Przykład projektu domu z cechami budynku energooszczędnego. Świadczy o tym np. zwarta bryła dwukondygnacyjnego budynku, usytuowanie garażu od strony północnej, a większości pokoi od strony południowej. Z kolei pralnia, garderoba, wydzielona klatka schodowa to pomieszczenia stanowiące bufor termiczny między zimnym garażem a ciepłym salonem i kuchnią.

takie nie mogą być zbyt energooszczędne, ponieważ charakteryzują się ogromną powierzchnią ścian (rys. 3). Z tych samych powodów należy unikać podcieni, wykuszy, loggi, czy lukarn. Oczywiście nie trzeba przesadzać – ganek, weranda lub zadaszony taras są dopuszczalne. Poza tym te elementy budynku znacznie uatrakcywiają jego wygląd. Typowymi przykładami domów o odpowiednim (energooszczędnym) kształcie są wiejskie chałupy oraz „kostki” budowane w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych ubiegłego wieku.

Ważne jest również, żeby kubatura domu była stosunkowo duża, bo wtedy powietrze w domu będzie wolniej się oziębiało. To z kolei przemawia za tym, żeby budować domy piętrowe, a nie parterowe.

Najlepsze są dachy płaskie lub dwuspadowe o małym kącie nachylenia. Uwielbiane u nas domy z użytkowym poddaszem wprawdzie minimalizują powierzchnie przegród zewnętrznych, ale zwykle kosztem wygody i komfortu domowników.

Po prostu należy zapamiętać hasło znane już od wieków: prostota = oszczędność.



2 Tradycyjny, niepopularny dom typu kostka charakteryzuje się jednak najkorzystniejszym stosunkiem A/V, czyli powierzchni zewnętrznych do kubatury budynku

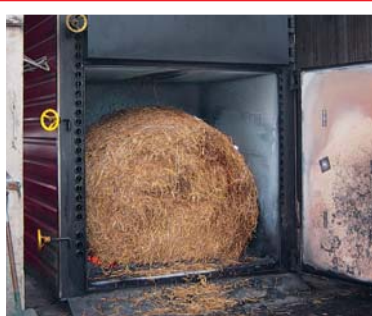


3 Przykład niezbyt energooszczędnego domu zaprojektowanego na planie krzyża. Stosunek A/V jest bardzo niekorzystny

REKLAMA

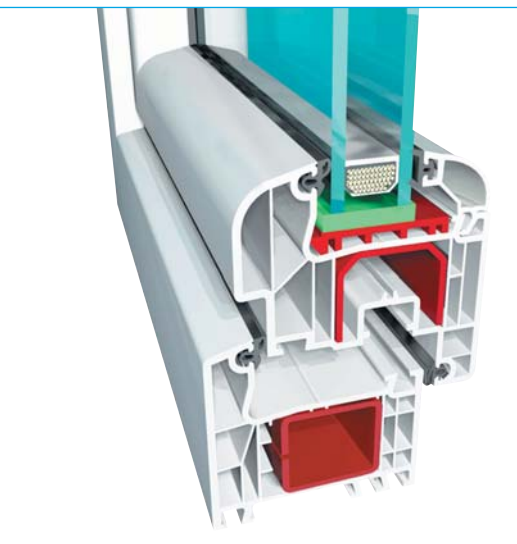


KOTŁY NA SŁOMĘ, DREWNO I INNĄ BIOMASĘ



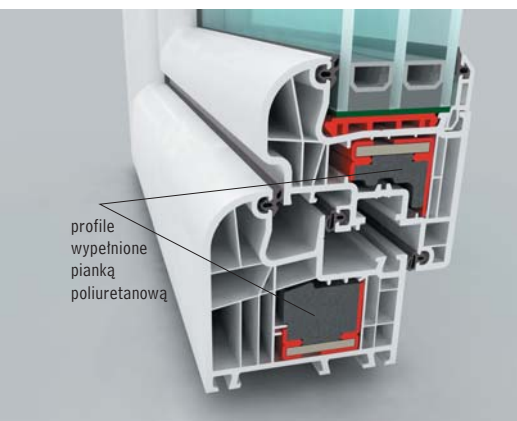
NAGRZEWNICE POWIETRZNE NA SŁOMĘ DO SUSZARNI KUKURYDZY

Metalerg J.M.J. Cieślak S.J., Ścinawa Polska 9, 55-200 Oława
tel. 071 313 46 43, 313 57 14, faks 071 313 49 90
www.metalerg.pl, metalerg@metalerg.pl



4

Okno standardowe



5

Okno energooszczędne

Okno pasywne



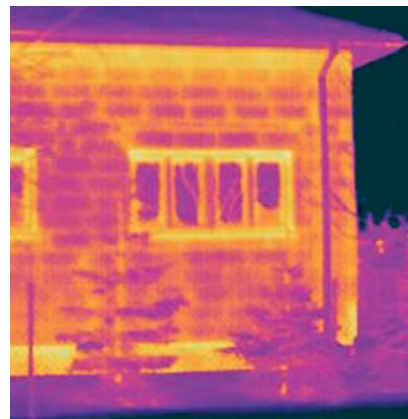
6

TERMOIZOLACYJNOŚĆ PRZEGRÓD ZEWNĘTRZNYCH

Dobranie odpowiedniej grubości warstw termoizolacyjnych w ścianach, dachu i podłodze na gruncie jest bardzo łatwym zadaniem. Podobnie, jak znalezienie okien, czy drzwi zewnętrznych o właściwych parametrach (rys. 4, 5, 6).

Z tym poradzą sobie inwestorzy czytający prasę branżową. Ale diabeł tkwi w szczegółach. Chodzi o zaprojektowanie wszystkich połączeń bez mostków termicznych. Jednak i to jeszcze jest niewystarczające. Ważne, żeby zaproponowane rozwiązania były idioto-odporne. Trzeba bowiem pamiętać, że domy jednorodzinne zwykle budują niewielkie ekipy pseudofachowców. Wprawdzie robotnicy twierdzą, że potrafią zrobić wszystko, ale w rzeczywistości ich umiejętności i wiedza pozostają na bardzo niskim poziomie. Za to zwykle są mistrzami w przekonywaniu niezadowolonych inwestorów do niewłaściwych rozwiązań (np. łatwiejszych do wykonania, użycia tańszych materiałów). Najlepiej się o tym przekonać, wykonując zdjęcia gotowego domu kamerą termowizyjną. Wtedy ujawniają się wszystkie błędy popełnione zarówno przez projektantów, jak i wykonawców.

Zatem budując dom energooszczędny, wskazane jest zamówienie projektu indywidualnego, oczywiście z narysowanymi detalami. W zależności od zastosowanej technologii (żelbetowa, murowana, drewniana) może się okazać, że wcale nie jest to łatwe zadanie. Wymaga bowiem od projektanta sporej wiedzy i doświadczenia zdobytego bezpośrednio na placu budowy. A jeśli jeszcze budynek ma, np. nawiązywać do architektury regionalnej to okaże się, że niewielu jest architektów, którym można powierzyć takie zadanie. Szczególnie ważne są miejsca połączeń różnych elementów budowlanych, np. ścian, dachu, nadproży, kominów, balustrad, schodów, parapetów, okien, drzwi itd. W zasadzie wszystkie tego typu detale powinny być szczegółowo rozrysowane i opisane. Jednak w praktyce można wykorzystać materiały instruktażowe opracowane przez producentów. Ważne tylko, żeby instrukcje były umieszczane w projektach, a wykonawcy przestrzegali zawartych wskazówek. Wtedy na budowach na pewno będzie mniej błędów.



7

Zdjęcie wykonane kamerą termowizyjną. Widoczne mostki termiczne (kolor żółty) dookoła okien, w rejonie wieńca stropowego, cokołu oraz między pustakami lub bloczkami betonu komórkowego



8

Przykład instrukcji dostępnej u producenta materiałów. Jej przestrzeganie jest gwarancją poprawnego wybudowania budynku, czyli uniknięcia wielu błędów

BUFOROWY UKŁAD POMIESZCZEŃ

W domu energooszczędnym dąży się do tego, żeby budynek był podzielony na strefy o zróżnicowanej temperaturze (rys. 7). Przecież nie w każdym pomieszczeniu musi być utrzymywana temperatura 20°C. W pokojach, kuchni, łazience zwykle wymaga się temperatury na poziomie 18-22°C. Z kolei w pomieszczeniach gospodarczych, spiżarniach, pralniach wystarczy tylko 12-15°C. Natomiast w garażu i składziku narzędzi ogrodniczych najwyżej 4-8°C. W zależności od potrzeb można przecież czasowo je dogrzać np. elektrycznym grzejnikiem z termowentylatorem. Podstawowa zasada jest taka, żeby różnica temperatury pomiędzy sąsiadującymi pomieszczeniami

**porównanie termoizolacyjności przegród zewnętrznych
we współcześnie budowanych domach jednorodzinnych**

rodzaj przegrody	max wartość współczynnika przenikania ciepła U [$W/(m^2K)$]*		
	dom zgodny z normami	dom energooszczędny	dom pasywny
ściany zewnętrzne	0,30 (0,25)	0,20	0,15 (0,10)
okna	2,00 (1,30)	1,00	0,80
drzwi zewnętrzne	2,60 (2,00)	0,20	0,80
dach lub stropodach	0,30 (0,20)	0,20	0,15 (0,10)
podłoga na gruncie	0,60 (0,33)	0,20	0,15 (0,10)
strop nad piwnicą	0,60 (0,33)	0,30	0,15

* w nawiasach podano wartości uznawane za najbardziej racjonalne

nie przekraczała $8^{\circ}C$. Wtedy ściany działowe mogą być tanie i stosunkowo cennie (grubość 12 cm $U=1,0 W/(m^2K)$ lepiej $U=0,6 W/(m^2K)$). W przeciwnym razie należy je ocieplić lub zastosować przegrody o większej grubości i z materiałów o lepszej izolacyjności termicznej ($U=0,3 W/(m^2K)$). Przykładem może być ściana oddzielająca kuchnię od garażu. Przy różnicy temperatury na poziomie $16-20^{\circ}C$ ściana ta powinna charakteryzować się taką izolacyjnością, jak ściana zewnętrzna.

To wszystko ma na celu ograniczenie do minimum strat energii cieplnej.

**WENTYLACJA
MECHANICZNA
Z REKUPERATOREM**

W większości domów jednorodzinnych nadal stosuje się tradycyjną wentylację grawitacyjną. Trzeba jednak pamiętać, że pod względem energooszczędności jest to najgorsze rozwiązanie. W okresie letnim jej wydajność jest zdecydowanie za ma-

7 Rzut budynku wyjaśniający zasady stref buforowych. Kolorami oznaczono pomieszczenia z temperaturą obliczeniową

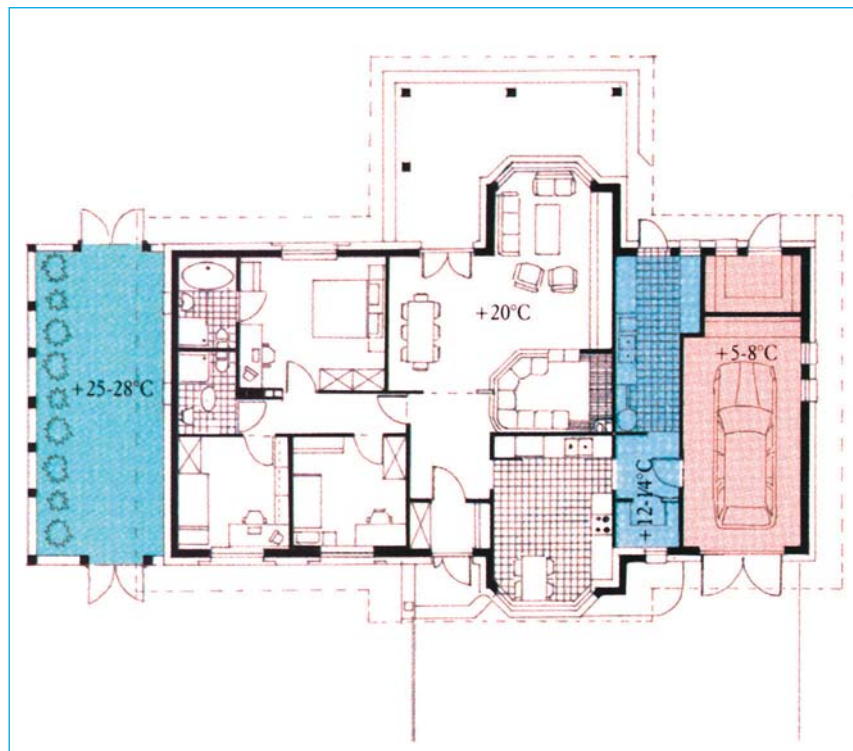


foto. SYSTEMAIR



▲ Przykład rekuperatora przeciwprądowego o sprawności ok. 90 %

foto. EKOKLIMAX



▲ Przykład stosunkowo taniego rekuperatora krzyżowego o sprawności nie przekraczającej 60%

ła. Z kolei w okresie zimowym za duża – zamiast wymiany powietrza na poziomie $30 m^3/h$ (na osobę) często jest powyżej $120 m^3/h$. Oczywiście jest więc, że niepotrzebnie ogrzewa się i usuwa (przez komin) mnóstwo ciepłego powietrza, a to przecież wymierna strata energii.

Z tego względu trzeba zapamiętać zasadę – dom energooszczędny musi być wyposażony w wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła.

Dzięki zastosowaniu systemu z rekuperatorem można odzyskać 60-90% ciepła z powietrza wywiewanego (w zależności od sprawności urządzenia, różnicy temperatury, wielkości domu itp.). Jest to równoznaczne ze zmniejszeniem kosztów ogrzewania średnio o 25-40%. A wszystko dzięki temu, że powietrze będzie wymieniane w odpowiedniej ilości niezależnie od temperatury powietrza zewnętrznego, czy wiejącego wiatru. To po prostu „czysty zysk”. Więcej o wentylacji z rekuperatorem w artykule *Wentylacja dla domu energooszczędnego* na s. 102.

NATURALNE WARUNKI TERENOWE

Sensowne wykorzystanie naturalnych warunków terenowych do oszczędzania energii możliwe jest tylko w projektach robionych na indywidualne zamówienie. Od architekta bowiem zależy, czy dom będzie tak zaprojektowany, że najzimniejsze pomieszczenia znajdą się od strony północnej, a pokoje od strony południowej (jak w domach pasywnych). Albo, czy drzewa liściaste rosnące na działce, latem będą chroniły dom przed przegrzaniem, a zimą, jak stracą liście, umożliwią pozyskanie ciepła z promieni słonecznych.

Także wszelkie zagłębienia i nierówności terenu można zwykle wykorzystać do oszczędzania energii np. budując piwnicę. Z kolei odpowiednio usytuowana naturalna skarpa niemal idealnie nadaje się do osłonięcia ściany północnej (w domu energooszczędnym powinna być pozbawiona okien i drzwi). Oczywiście to tylko kilka standardowych rozwiązań, bo wszystko zależy od umiejętności architekta i wymagań inwestora zamawiającego projekt indywidualny.

BIERNE WYKORZYSTANIE ENERGII SŁONECZNEJ

Wiele się słyszy o wykorzystaniu energii słonecznej do ogrzewania pomieszczeń. Niektórzy wręcz zalecają projektowanie domów, jak najbardziej przesklonych od strony południowej. Należy jednak pamiętać, że są to wymagania dla domów pasywnych,



foto. ARCHIPELAG

▲ Drzewa to ważny element zagospodarowania przestrzeni wokół domu energooszczędnego. Zapewniają nie tylko cień latem, ale też większą wilgotność powietrza, czyli korzystny mikroklimat

a nie energooszczędnym. Problem polega na tym, że okna o współczynniku przenikania ciepła $U=0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ w ogólnym bilansie przynoszą tylko straty. A do tej pory takie właśnie są stosowane w budynkach energooszczędnych (pamiętajmy noc w grudniu lub styczniu trwa prawie 16 godzin na dobę i w tym czasie nie ma mowy o pozyskiwaniu energii słonecznej). Nawet w domach pasywnych stolarka spełniająca odpowiednie kryteria, a usytuowana na elewacji wschodniej lub zachodniej, a nie południowej, także może przynosić straty. Z tego względu w domach energooszczędnych raczej

nie należy przesadzać z wielkością okien. O wiele korzystniej jest zainwestować w instalacje z kolektorami słonecznymi, które przynajmniej od maja do października zapewnią prawie darmowe ogrzewanie wody użytkowej.

Innym korzystnym rozwiązaniem może być budowa ogrodów zimowych. Nawet nieogrzewane zawsze stanowią dodatkową ochronę przed wiatrem i oczywiście bufor termiczny.

Ale decyzje o tego typu rozwiązaniach za każdym razem powinno się podejmować indywidualnie.

CZY OPŁACA SIĘ INWESTOWAĆ W ENERGOOSZCZĘDNOŚĆ?

Tak, dlatego, że przy stałym wzroście cen energii elektrycznej, gazu ziemnego, czy oleju opałowego zwrot poniesionych nakładów następuje dość szybko.

Na pewno warto rozważyć zastosowanie izolacji termicznej grubości 15-20 cm w ścianach, a w dachu 20-25 cm. Koniecznie trzeba zastosować układ wentylacji mechanicznej z rekuperatorem oraz ocieplenie podłogi na gruncie. Z kolei rozważanie należy podchodzić do kosztownych inwestycji np. okien o współczynniku $U<0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, ogrodów zimowych, czy kolektorów słonecznych. Ich amortyzacja nie następuje bowiem zbyt szybko – zwykle dopiero po kilkunastu latach, a w technice to przecież cała epoka.

foto. SCHÜCO



Dom projektowany z myślą o oszczędzaniu energii. Świadczą o tym kolektory słoneczne do ogrzewania wody użytkowej oraz ogród zimowy osłaniający budynek przed niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi ▼