

# ARCHITEKTURA

**1 Projekt:**  
podstawowe  
zasady  
energooszczędności

**2 Realizacja:**  
technologie,  
urządzenia

Czy dom tani w eksploatacji musi być drogi w budowie? Radzimy, jak już na etapie projektu zoptymalizować poszczególne elementy budynku, by inwestycja była naprawdę opłacalna

Tekst: Sylwia Makowska-Rzatkiewicz

## dom oszczędny

### 1 Projekt

Budowa domu to inwestycja, która wymaga znacznych nakładów finansowych. Decydując się na dom, inwestorzy oczekują, że wydane pieniądze zapewnią im komfort użytkowania przez długie lata – zarówno pod względem funkcjonalnym, estetycznym, jak i ekonomicznym. Chcą mieć dom piękny i wygodny, ale jednocześnie taki, którego eksploatacja nie będzie nadmiernym obciążeniem domowego budżetu. Jednym z najważniejszych zagadnień jest zapotrzebowanie na energię.

– *Dom od początku powinien być sztywno miarę* – podkreśla Jerzy Żurawski, prezes Dolnośląskiej Agencji Energii i Środowiska. – *Nie da się podać gotowych recept, ponieważ każdą sytuację należy rozpatrywać indywidualnie, zależnie od lokalizacji, mediów dostępnych na działce, oczekiwań i możliwości finansowych inwestorów... Coraz więcej mówi się o ekonomii, ale ważną rolę powinny odgrywać również względy ekologiczne, które często są pomijane. Idea zrównoważonego rozwoju zakłada spełnienie teraźniejszych*

*potrzeb bez narażenia na szwank możliwości spełnienia potrzeb przyszłego pokolenia.*

### Optymalizacja rozwiązań

Jak zaznacza ekspert, Prawo Budowlane wymaga, aby dom projektować tak, by zużycie energii było na racjonalnie niskim poziomie.

– *Chodzi o coś więcej niż spełnienie wymagań minimalnych określonych przez przepisy* – wyjaśnia Jerzy Żurawski. – *Należy zoptymalizować wszystkie elementy budynku tak, by zużycie energii było możliwie niskie, a jednocześnie koszty inwestycji opłacalne.*

Na energochłonność budynków mają wpływ przede wszystkim:

- prawidłowo zaprojektowana geometria budynku oraz właściwe rozmieszczenie pomieszczeń,
- optymalna izolacyjność termiczna przegród,
- poprawnie rozwiązane detale architektoniczne eliminujące mostki cieplne,
- odpowiednia szczelność budynku,
- energooszczędna wentylacja,
- energooszczędny system przygotowania ciepła na c.o. oraz c.w.u.

### NASZ EKSPERT



mgr inż. Jerzy Żurawski

Prezes Dolnośląskiej Agencji Energii i Środowiska, która zajmuje się konsultowaniem i realizowaniem projektów budynków o niskim zapotrzebowaniu energii, certyfikacją energetyczną oraz termomodernizacją. Od 2009 r. pełni też funkcję prezesa zarządu Ogólnokrajowego Stowarzyszenia „Poszanowanie Energii i Środowiska” SAPE-Polska

## >> działka i lokalizacja

Wybór działki w dużej mierze zdeterminuje projekt domu, który na niej powstanie. Panujące w danym miejscu warunki klimatyczne, wielkość i kształt działki, jej usytuowanie, zacienienie to elementy, które będą miały wpływ na zużycie energii w budynku.

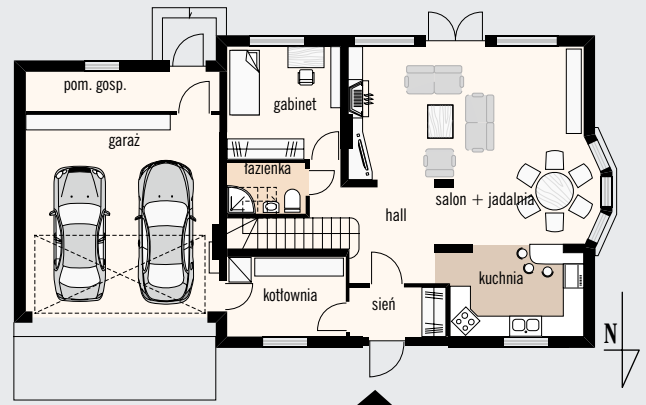
– Pierwszy krok to otrzymanie warunków zabudowy czy to z planu miejscowego, czy przez decyzję administracyjną – zwraca uwagę Jerzy Żurawski. – Te wytyczne zadecydują o powierzchni zabudowy, kącie nachylenia dachu, rozmieszczeniu budynków na działce itp. Dopiero znając te ramy, możemy spróbować stworzyć projekt odpowiadający na oczekiwania inwestora, skonfrontowany z wymogami energooszczędności.

Sz szczególnie ważna jest właściwa orientacja względem stron świata. Optymalne ustawienie to wjazd i front budynku ze strefą wej-

ściową od strony północnej (pomieszczenia rzadziej użytkowane, gospodarcze), natomiast strefa dzienna domu od strony południowej lub południowo-zachodniej.

– Poprawne usytuowanie budynku względem stron świata może spowodować wzrost lub spadek zużycia energii o ok. 5-7% – stwierdza ekspert od energooszczędności.

**ORIENTACJA DOMU WZGLĘDEM STRON ŚWIATA** – od południa i zachodu najlepiej zlokalizować część dzienną z salonem i gabinetem – duże okna i drzwi tarasowe wpuszczają do wnętrza promienie słoneczne. Część północna i wschodnia domu to garaż, strefa wejściowa, gospodarcza oraz kuchnia



projekt: Pracownia Architektoniczna MG Projekt

## >> bryła

Kształt domu to kolejny czynnik mający wpływ na jego energooszczędność.

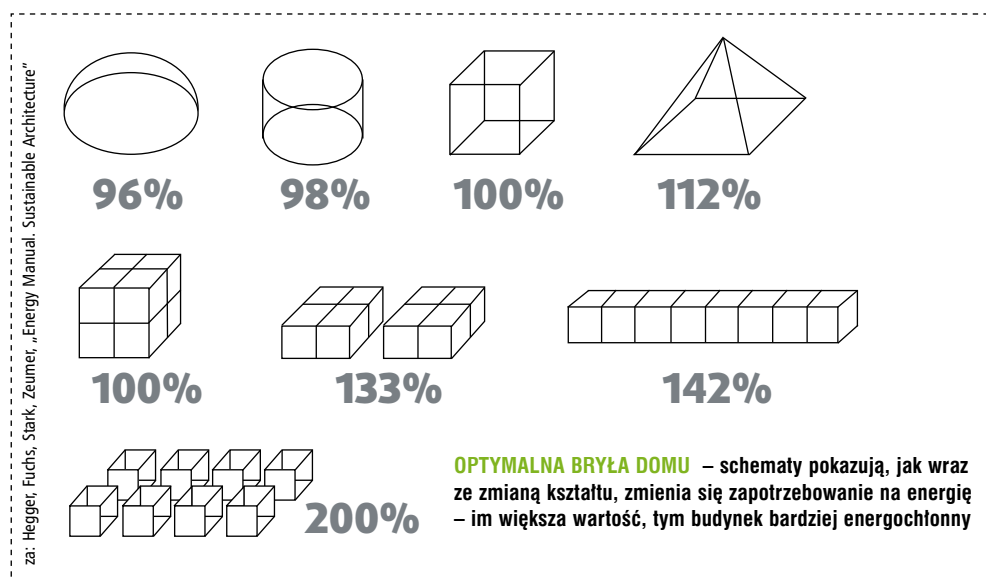
– Bierze się tu pod uwagę współczynnik kształtu budynku A/V – wyjaśnia Jerzy Żurawski. – Jest to stosunek pola powierzchni wszystkich przegród zewnętrznych ogrzewanej części budynku (np. ścian zewnętrznych, dachu, stropu nad nieogrzewaną piwnicą, ścian wewnętrznych sąsiadujących z nieogrzewanymi pomieszczeniami) do jej kubatury. Im ten współczynnik jest wyższy, tym większe zużycie energii. Ze względu na bryłę domu może ono wzrosnąć nawet o 35%.

Im bardziej zwarta, prosta bryła, tym z punktu widzenia energooszczędności lepiej. Wskazany jest w miarę prosty dach – płaski lub stromy dwuspadowy. Optymalna forma jest zbliżona do sześcianu. Generuje ona oszczędności nie tylko z uwagi na koszty eksploatacji, ale również jest prosta i tania w wykonaniu. Natomiast najbardziej energochłonne będą domu parterowe, o rozczłonkowanej, skomplikowanej bryle z rozrzeźbionym, wielopłociowym

dachem, który ozdobiony jest licznymi lukarnami.

– Oczywiście energooszczędność nie powinna być jedynym, a nawet nie głównym kryterium wyboru projektu domu – dodaje Jerzy Żurawski. – Dom musi sprawiać satysfakcję

swoim mieszkańcom, podobać się im. Nie mogą zmuszać się do mieszkania w „kostce” tylko z uwagi na obniżenie kosztów ogrzewania. Należy szukać kompromisu między zasadami energooszczędności a wymaganiami inwestorów, także związanymi z estetyką.



## izolacja

Dobra izolacja przegród zewnętrznych to podstawa domu energooszczędnego.

– Nie oznacza to, że stosujemy najszerszą możliwą warstwę izolacyjną – wyjaśnia ekspert. – Jej grubość powinna być zoptymalizowana i uwzględnić m.in. planowane źródło ciepła. Przy drogim ogrzewaniu olejowym czy elektrycznym musi być grubsza (np. do 30 cm), natomiast przy mniej kosztownym w użytkowaniu ogrzewaniu paliwami stałymi może być cieńsza (np. do 20 cm). Kalkulując opłacalność materiału izolacyjnego, musimy pamiętać, że jego trwałość to ok. 30 lat.

Jeżeli inwestorowi zależy na domu, który będzie oszczędny, powinien, zdaniem specjalisty, wybrać raczej ścianę wielowarstwową.

– Badania przeprowadzane przy użyciu kamery termowizyjnej najczęściej wykazują szereg systemowych wad ścian jednowarstwowych. Często spotykam się z tym, że inwestorzy na początku inwestują w drogie materiały do

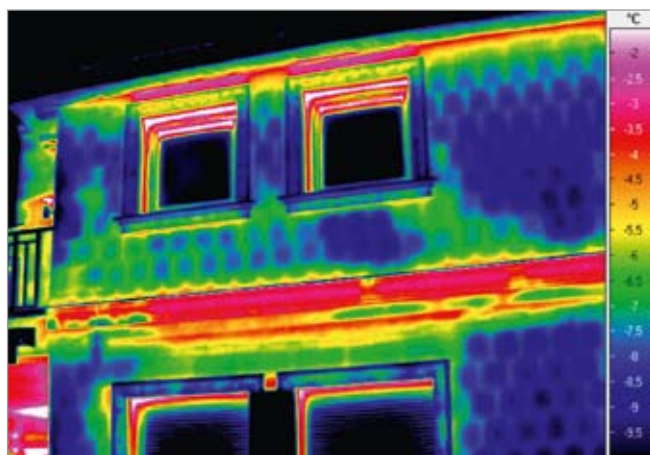
wznoszenia ścian, a potem brakuje im pieniędzy na inne ważne elementy. Moim zdaniem, element nośny powinien spełniać swoją podstawową rolę, może być tańszy, natomiast na pewno warto zainwestować w bardzo dobrą izolację termiczną.

Już na etapie projektu powinna być wyeliminowana możliwość

**NA TERMOGRAMIE** widoczna ściana jednowarstwowa z mostkami liniowymi na poziomie wieńca oraz na połączeniach między pustakami. Im wyższa temperatura (kolor różowy), tym większa ucieczka ciepła

największa liczba mostków cieplnych. Takimi newralgicznymi miejscami są np. fundamenty, balkony, nadproża.

– Wszystkie połączenia w budynku, np. węzły dachowej czy okien z murem, muszą być szczelne – dodaje specjalista.

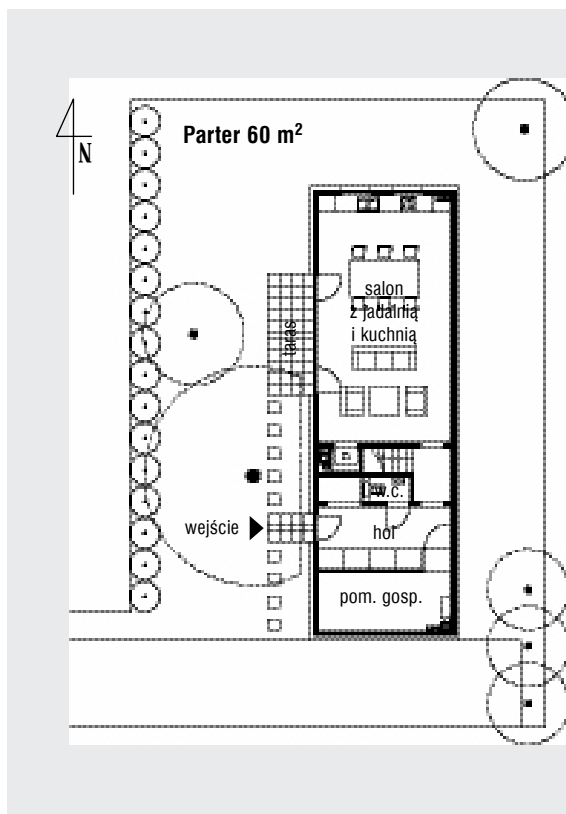


fol. Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska

# Prosta, zwarta bryła

Niewielki dom piętrowy ze strannie rozplanowanymi przeszkleniami

Dom optymalnie spełnia potrzeby mieszkańców, zarówno pod względem powierzchni, jak i estetyki. Dzięki prostopadłości bryle bez zbędnych ozdobników, był łatwy i tani w realizacji. Taka forma budynku ogranicza też ucieczkę ciepła z wnętrza. Dodatkową zaletą jest szczególne rozplanowanie przeszkleń. Duże okna na parterze i piętrze zaplanowano od strony zachodniej. Na ścianach od strony wschodniej i północnej umieszczono natomiast jedynie niewielkie okienka z pustaków szklanych. Ma to znacznie nie tylko z uwagi na oszczędność energii – pozwoliło też przysunąć się bliżej granicy małej działki i odgrodzić się hałasem ruchliwej ulicy. Zrezygnowano z przeszkleń od południa, aby uniknąć przegrzewania niewielkiego domu latem.



szybka i tania budowa

## >> przeszklenia

Okna pełnią w domu różne funkcje – wpuszczają do wnętrza światło słoneczne, zapewniają widok, łączą pomieszczenia z otoczeniem. Planując ich rozmieszczenie i wielkość, należy brać pod uwagę wszystkie te aspekty. Pamiętać należy, że wpłynie to na bilans energetyczny budynku.

– *Większe przeszklenia można lokalizować od strony południowej, natomiast ograniczyć ich powierzchnię od strony północnej* – radzi Jerzy Żurawski. – *Nie można zapomnieć o tym, że okno zawsze będzie miało słabszą izolacyjność termiczną niż ściana.*

Obecnie coraz powszechniej stosuje się bardzo duże powierzchnie przeszkłone. Istotne jest przewidzenie przesłon od strony południowej, które będą zapobiegały nadmiernemu nagrzewaniu się pomieszczeń latem. Skuteczniejsze są rolety zewnętrzne, które odbijają ciepło zanim dostanie się do wnętrza.

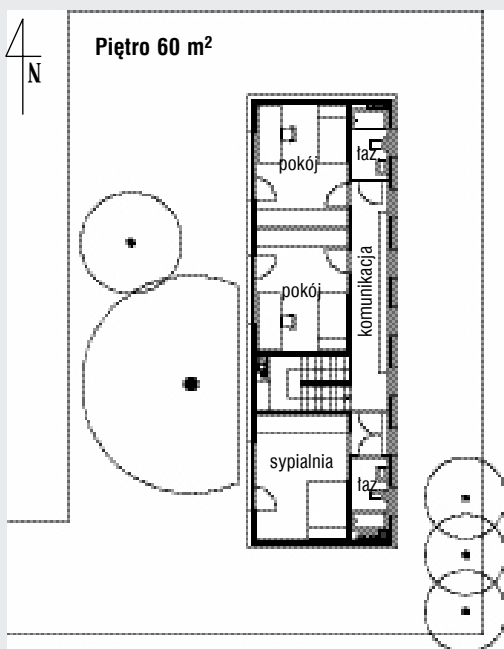
Ważne jest, aby wybrać okna o odpowiednich parametrach izolacyjnych. Wystarczające są zwykle dwuszybowe o współczynniku U dla całego okna na poziomie 1,1-1,25. Na rynku dostępne są produkty o lepszych właściwościach termoizolacyjnych, z pakietem trój- lub nawet czteroszybowym. Decyzję o ich zastosowaniu należałoby jednak poprzedzić analizą ekonomiczną, uwzględniającą wyższy koszt ich zakupu. W niektórych przypadkach jest to opłacalne.

– *Szczelne okna należy wyposażyć w nawiewniki, które zapewnią napływ świeżego powietrza niezbędnego do zdrowego życia domu* – przypomina specjalista. – *Do takich należą na pewno nawiewniki sterowane ciśnieniowo, które dostosowują ilość wpuszczanego powietrza w zależności od różnicy ciśnienia na zewnątrz i wewnątrz pomieszczenia.*



**DUŻE PRZESZKLENIA** strony południowej powinny być zabezpieczone przed nadmiernym nagrzewaniem np. zewnętrznymi okiennicami

## DOBRY PRZYKŁAD



projekt: arch. R. Rutkowski



**DUŻE PRZESZKLENIA OD ZACHODU** – drzewa stanowią naturalną zasłonę przed słońcem. Zimą, kiedy liście opadają, promienie słoneczne mają dostęp do wnętrza i dogrzewają salon z kuchnią na parterze i pokoje na piętrze

czy to się opłaca?

# Dom energooszczędny a dom pasywny

Dom energooszczędny to dom, który potrzebuje znacznie mniej energii niż dom tradycyjny. Uzyskuje się to dzięki zmniejszeniu strat ciepła oraz poprawie sprawności jego wytwarzania. Zastosowanie znajdują w nim także odnawialne źródła ciepła. Radykalnym sposobem oszczędzania energii jest natomiast dom pasywny, którego roczne zapotrzebowanie na energię nie powinno przekroczyć poziomu 15 kWh/(m<sup>2</sup>/rok). Jest to czterokrotnie mniej niż w przypadku domu energooszczędnego i aż 8-10-krotnie mniej w stosunku do standardowego. Analizując opłacalność

takich przedsięwzięć, należy jednak wziąć pod uwagę koszt ich budowy. Budynek energooszczędny jest droższy o ok. 4%, natomiast pasywny aż o ok. 30%. Przekłada się to na czas zwrotu inwestycji. W pierwszym przypadku nadpłata zwraca się do 10 lat, natomiast w drugim potrzeba ok. 30-35 lat (w porównaniu do tradycyjnego domu opalanego gazem ziemnym). Jeśli weźmie się pod uwagę, że wiele elementów budynku ma trwałość w granicach 15-30 lat, uzasadnienie ekonomiczne budowania domów pasywnych jest wątpliwe. Natomiast warto rozważyć zainwestowanie w dom w mniejszym lub większym stopniu energooszczędny.



fol. Lipiński Domy

**OKNO P[ASYWNE** o współczynniku  $U=0,71$ . Tak dobre parametry zapewnia gruba izolacja ramy i trzyszybowy pakiet z powłoką niskoemisyjną i argonem



fol. Lipiński Domy

**IZOLACJA W DOMU PASYWNYM** – ściany obłożono płytami styropianu wzbogaconego garfitem (gr. 30 cm), końcowa warstwa termoizolacji dachu to styropianowe kształtki

Opis	jm.	Budynek wg aktualnych wymagań prawnych	Budynek energooszczędny	Budynek pasywny
Powierzchnia ogrzewana	[m <sup>2</sup> ]	120	120	120
Kubatura	[m <sup>3</sup> ]	324	324	324
EA *	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	135	60	15
Zapotrzebowanie na ciepło	[kWh/rok]	16200	7200	1800
Koszt jednostkowy energii**	[zł/kWh]	0,18	0,18	0,10
Roczne koszty ogrzewania	[zł/rok]	2916	1296	180,0
Roczne koszty ogrzewania	[zł/m <sup>2</sup> m-c]	2,03	0,90	0,13
Roczne oszczędności	[zł/rok]	0	1620	2736,0
Koszty budowy konstrukcja	[zł]	290000	290000	290000
Koszty stolarki	[zł]	16500	21000	60000
Koszty izolacji termicznej	[zł]	9000	14400	21600
koszty systemu c.o.	[zł]	26000	30000	73400
Razem koszty budowy stanu surowego	[zł]	341500	355400	445000
Koszty na 1 m <sup>2</sup> powierzchni	[zł/m <sup>2</sup> ]	2846	2962	3708
Różnica kosztów	[zł]		13900	103500
Procentowy wzrost kosztów budowy	[%]		4	30
Zwrot poniesionych nakładów SPBT	[lata]		8,6	37,83
NPV30 ***	[zł]		8399	-65839

\* EA – wskaźnik zapotrzebowania na ciepło w odniesieniu do powierzchni użytkowej

\*\* Cena ciepła dla budynku spełniającego aktualne wymagania prawne oraz energooszczędnego przyjęto z gazu w oparciu o kocioł gazowy kondensacyjny, dla budynku pasywnego z pompy ciepła

\*\*\* NPV – wskaźnik NPV (Net Present Value) określa wartość bieżącą netto i pozwala ocenić korzyści z realizacji w badanym okresie

## 2 Realizacja: technologie, urządzenia

Wybór źródła ciepła jest uzależniony od wielu czynników. Pierwszym jest możliwość podłączenia do gazu ziemnego czy sieci ciepłowniczej, które zapewniają stosunkowo niskie koszty ogrzewania.

Kolejnym jest odpowiedź na pytanie, czy zależy nam na bezobsługowości systemu.

– *Bez wątplenia najtańszym źródłem ciepła jest kocioł na paliwa stałe* – stwierdza Jerzy Żurawski. – *Wymaga on jednak obsługi – magazynowania, przygotowania i dokładania np. węgla czy drewna. Nowoczesne kotły z automatycznym podajnikiem zmniejszają częstotliwość zajmowania się nimi. Wystarczy uzupełnić zasobnik co kilka dni. Na rynku dostępne są również tradycyjne kotły o znacznie niższej sprawności, ale również kilkakrotnie niższej cenie. Niebezpieczne jest to, że umożliwiają spalanie niemal wszystkiego, więc bywają wykorzystywane do palenia śmieci, co prowadzi do wydzielania trujących gazów.*

Bezobsługowym źródłem ciepła o dość niskim koszcie eksploatacji jest np. kocioł kondensacyjny lub pompa ciepła, która wykorzystuje np. ciepło ziemi czy powietrza. Cena instalacji opartej o pompę ciepła jest nadal na tyle wysoka, że trzeba dokładnie przeanalizować przewidywane oszczędności i skonfrontować je z wydatkami na etapie budowy domu.

– *Koszt takiej instalacji może wynosić ok. 50 tys. zł, dlatego okres jej zwrotu będzie długi (w niektórych przypadkach 25-30 lat)* – podkreśla ekspert. – *Jeżeli mamy dostęp do gazu ziemnego, bardziej opłacalnym rozwiązaniem może okazać się kocioł kondensacyjny. Jego zakup jest kilkakrotnie tańszy, a koszt uzyskiwanego ciepła nawet niższy niż w przypadku pompy ciepła. Każdy przypadek wymaga jednak indywidualnego rozważenia.*

Nowoczesnym urządzeniem, które ma obniżyć koszt utrzymania domu, są kolektory słoneczne, wykorzystywane najczęściej do przygotowywania ciepłej wody użytkowej.

### - kocioł na paliwa stałe



foto: Hef

**Z AUTOMATYCZNYM PODAJNIKIEM** – wymaga napełniania co 3-7 dni, można w nim spalać różne paliwa np. ekogroszek, drewno, pelety, mieszanki zbożowe. Mikroprocesorowy regulator pozwala na precyzyjne sterowanie mocą palnika

### - pompa ciepła



foto: Viessmann

**WYKORZYSTUJE NATURALNĄ ENERGIĘ** czerpaną z gruntu, wody lub powietrza. Jej wydajność określa współczynnik efektywności COP, który określa ilość energii uzyskiwanej z jednej jednostki elektrycznej (deklarowany na poziomie 2-4,5)

– *Znowu wymaga to indywidualnego podejścia* – zwraca uwagę Jerzy Żurawski. – *Opłacalność zależy bowiem od tego, jakie źródło ciepła mają wspomagać. Im taniej uzyskiwane ciepło, tym kolektory słoneczne będą zwracały się dłużej i możemy mieć do czynienia z sytuacją, gdy inwestycja ta nie będzie miała uzasadnienia ekonomicznego. Przy eksploatacji kolektorów należy pamiętać*

### - kocioł kondensacyjny



foto: Immergas

**WYSOKA SPRAWNOŚĆ** to wynik odzyskiwania ciepła ze spalin. Jest to możliwe dzięki zjawisku kondensacji, czyli skroplenia pary wodnej zawartej w spalinach. Może być gazowy lub olejowy. Wymaga kominą z kwasoodpornej stali nierdzewnej

### - kolektory słoneczne



foto: ACV

**RUROWE LUB PŁASKIE** – w polskich warunkach klimatycznych używane najczęściej do przygotowania c.w.u. (mogą też wspomagać c.o.). Ponieważ czerpią energię z promieni słonecznych, zwykle ogrzewają wodę od kwietnia do października

o występowaniu w okresie letnim nadmiaru ciepłej wody, zwłaszcza podczas weekendów lub wakacji, co może doprowadzić do przegrzania płynu solarnego i konieczności jego wymiany. Konieczne jest zaprojektowanie i wykonanie instalacji umożliwiającej zrzut ciepła do gruntu, piwnicy lub do basenu.