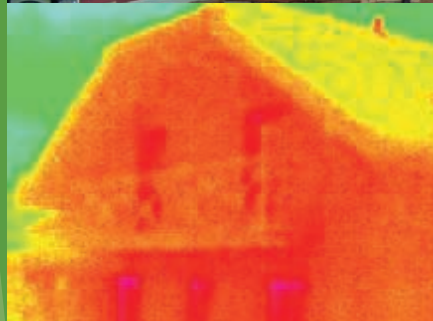


Mądry Polak  
przed budową



# Dom energooszczędny



program edukacyjno-informacyjny  
[www.domprzyjazny.org](http://www.domprzyjazny.org)

Dom energooszczędny – to dom o zdrowym i komfortowym wnętrzu, niskich kosztach eksploatacji i przyjazny dla środowiska. Z tej broszury dowiesz się jakie trzeba zastosować rozwiązania techniczne, aby budynek był energooszczędny.



# Spis treści

<b>1. Wprowadzenie</b>	
<b>1.1. Budynek energooszczędny = opłacalna inwestycja</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Budynek energooszczędny, czyli jaki?</b>	<b>3</b>
<b>1.3. Efektywność ekonomiczna budynków energooszczędnych</b>	<b>5</b>
<b>2. Ochrona cieplna budynku</b>	
<b>2.1. Izolowanie ciepłe</b>	<b>6</b>
<b>2.2. Mostki cieplne</b>	<b>7</b>
<b>2.3. Szczelność budynku</b>	<b>9</b>
<b>2.4. Materiały do izolacji cieplnej</b>	<b>10</b>
<b>3. Rozwiązania techniczne</b>	
<b>3.1. Usytuowanie i ukształtowanie budynku</b>	<b>11</b>
<b>3.2. Przestrzenie przeszklone i ogrody zimowe</b>	<b>12</b>
<b>3.3. Ściany zewnętrzne</b>	<b>14</b>
<b>3.4. Okna i drzwi</b>	<b>16</b>
<b>3.5. Żaluzje i okiennice</b>	<b>17</b>
<b>3.6. Balkony i tarasy</b>	<b>18</b>
<b>3.7. Dachy i stropodachy</b>	<b>20</b>
<b>3.8. Strop nad piwnicą, ściany piwnic i podłoga na gruncie</b>	<b>21</b>
<b>3.9. Technologie</b>	<b>23</b>
<b>3.10. Instalacje kominowe</b>	<b>32</b>
<b>3.11. Instalacja centralnego ogrzewania</b>	<b>35</b>
<b>3.12. Wodooszczędne instalacje ciepłej wody</b>	<b>36</b>
<b>3.13. Wentylacja</b>	<b>38</b>
<b>4. Informacje praktyczne</b>	
<b>4.1. Projekt i pozwolenie na budowę</b>	<b>41</b>
<b>4.2. Świadectwo charakterystyki energetycznej budynku</b>	<b>42</b>
<b>4.3. Podstawowe przepisy techniczne</b>	<b>42</b>
<b>4.4. Gdzie szukać rady i pomocy?</b>	<b>43</b>



## 1. WPROWADZENIE

### 1.1. BUDYNEK ENERGOOSZCZĘDNY = OPŁACALNA INWESTYCJA

Treścią tej broszury chcemy zachęcić tych, którzy przygotowują się do budowy domu, aby ich nowy dom był budynkiem energooszczędnym i pokazać dlaczego jest to celowe i opłacalne. Chcemy nie tylko zachęcić, ale także pomóc, przedstawiając rozwiązania, pozwalające zapewnić budynkowi cechy energooszczędności i osiągnąć to przy minimalnym wzroście kosztów budowy.

Użytkowanie budynku związane jest ze zużyciem energii potrzebnej do ogrzewania, wentylacji, przygotowania ciepłej wody, oświetlenia i działania różnych urządzeń domowych. Korzystamy z energii w postaci ciepła dostarczanego z sieci miejskiej lub własnej kotłowni, w postaci gazu, oleju opałowego i energii elektrycznej. Opłaty za energię stanowią główną część kosztów użytkowania budynku i stale wzrastają wraz z ogólną tendencją wzrostu cen energii. Opłaty za energię zależą nie tylko od cen, ale i od wielkości jej zużycia, a to zużycie może być niskie jeżeli budynek zostanie odpowiednio zaprojektowany i zbudowany.

*Budynek energooszczędny – to budynek, w którym zastosowano rozwiązania projektowe i techniczne umożliwiające użytkowanie go przy małym zużyciu energii, przy zapewnieniu komfortowych warunków higieniczno-sanitarnych.*

#### Dlaczego warto budować dom energooszczędny?

- 1) Małe zużycie energii – to niskie koszty utrzymania domu,
- 2) Wyższy komfort – ciepły i zdrowy mikroklimat wewnątrz,

#### 3) Wyższa wartość rynkowa budynku.

Energooszczędność budynku jest także korzystna dla społeczeństwa i gospodarki gdyż wpływa na

- mniejsze zanieczyszczanie środowiska,
- oszczędność zasobów naturalnych,
- mniejsze uzależnienie od importu surowców energetycznych.

Zużycie energii na oświetlenie i domowe urządzenia zależy od indywidualnych decyzji i zachowań użytkowników oraz od dobierania przez nich mniej lub bardziej energooszczędnych urządzeń domowych. Natomiast zapotrzebowanie energii na ogrzewanie (wraz z wentylacją), które ma największy udział w całkowitym zapotrzebowaniu energii – najbardziej zależy od rozwiązań przestrzennych i technicznych zastosowanych już przy projektowaniu budynku. Podobnie zapotrzebowanie energii na przygotowanie ciepłej wody. Dlatego jako ocenę jakości energetycznej budynku można przyjąć wielkość zapotrzebowania energii na ogrzewanie, wentylację i ciepłą wodę.

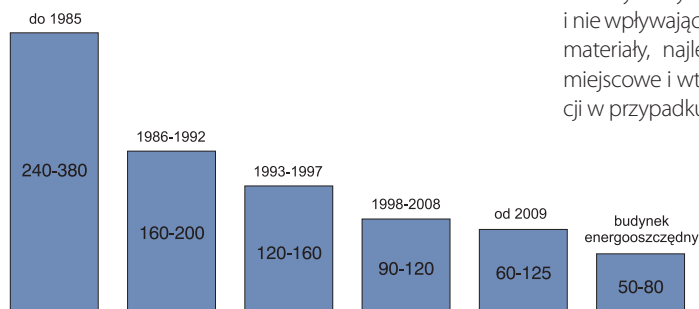
#### Jak można ocenić jakość energetyczną budynku?

Można to ocenić na podstawie wartości średniego rocznego zużycia energii w danym budynku przypadającą na ogrzewanie 1m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej. Dla budynku projektowanego, taką wartość można obliczyć w oparciu o dane z projektu, a dla budynku istniejącego, z danych zmierzonych w naturze.

Budynki już istniejące w Polsce, zbudowane w różnym czasie, wykazują różne wielkości średniego rocznego zużycia energii na ogrzewanie, zależnie od przepisów techniczno-budowlanych obowiązujących w czasie, gdy budynki te projektowano. W przepisach techniczno-budowlanych



wprowadzano stopniowo coraz większe wymagania dotyczące użytkowania energii, co widać na rysunku.



Przeciętne roczne zużycie energii na ogrzewanie w kWh/m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej w budynkach mieszkalnych zbudowanych w Polsce w różnych okresach (według zmieniających się przepisów) oraz w aktualnie budowanych budynkach energooszczędnych.

Jak widać, dzięki wprowadzaniu zmian w rozwiązaniach budowlanych można było znacznie obniżyć zużycie energii.

Stopniowe zmienianie przepisów i stawianie coraz wyższych wymagań dotyczących ograniczania strat ciepła w budynkach było wyrazem troski o zapewnienie dostępności ciepłych i tanich w utrzymaniu mieszkań. Porównując aktualne przepisy polskie i zagraniczne można przewidywać, że przepisy polskie będą systematycznie i znacząco zaostrzane, czyli że dążyć się będzie do wyższego niż obecnie poziomu energooszczędności.

Jest to niezbędne przy obserwowanym trwałym wzroście cen paliw i energii.

Ograniczenie zużycia energii jest jednocześnie działaniem na rzecz ochrony środowiska. Pozyskiwanie i dostawa surowców energetycznych oraz ich przetwarzanie na energię z reguły powodują zanieczyszczenie i niszczenie środowiska (CO<sub>2</sub> i inne gazy, pyły, ścieki, skażenia itp.), a więc im mniejsze zużycie energii, tym mniej niekorzystnych zjawisk towarzyszących.

W trosce o środowisko nie wystarczy jednak samo zapewnienie energooszczędności. Stąd dążenie, aby budynek energooszczędny był jednocześnie **budynkiem ekologicznym**, w którym wykorzystuje się zdrowe dla ludzi i nie wpływające niekorzystnie na środowisko materiały, najlepiej wykorzystując surowce miejscowe i wtórne oraz możliwe do utylizacji w przypadku remontów lub rozbiórki.

Każdy budynek należy tak zaprojektować i wybudować, żeby spełniał także pozostałe, podstawowe wymagania sformułowane w Prawie Budowlanym dotyczące:

- bezpieczeństwa konstrukcji,
- bezpieczeństwa pożarowego,
- bezpieczeństwa użytkowania,
- odpowiednich warunków higienicznych, zdrowotnych oraz ochrony środowiska,
- ochrony przed hałasem i drganiami,
- warunków użytkowania przez osoby niepełnosprawne.

Budowanie budynków energooszczędnych jest zgodne z nowoczesną polityką energetyczną i dyrektywami Unii Europejskiej, która postuluje jak największe obniżenie zużycia energii na cele związane z użytkowaniem budynków.

## 1.2 BUDYNEK ENERGOOSZCZĘDNY, CZYLI JAKI?



Uznanie, jaka wartość zapotrzebowania energii jest granicą, poniżej której możemy mówić o budynku energooszczędnym nie jest prawnie określone i zmienia się wraz z postępem techniki i zmianami wymagań.

Najogólniej jako **budynek energooszczędny** określamy taki budynek, w którym zużywa się mniej energii niż w budynku, który obecnie spełnia obowiązujące prawnie wymagania.

Aktualnie w Polsce wskaźnik zapotrzebowania ciepła na ogrzewanie budynku mieszkalnego wybudowanego zgodnie z aktualnymi przepisami budowlanymi wynosi, w zależności od kształtu i wielkości budynku, około 65-125 kilowatogodzin na metr kwadratowy (kWh/m<sup>2</sup>) powierzchni użytkowej na rok.

*Budynek energooszczędny powinien zużywać o 25-50% mniej energii niż budynek spełniający wymagania aktualnych przepisów, czyli powinien na cele ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody zużywać nie więcej niż 50-80 kWh/m<sup>2</sup> na rok.*

W ostatnich latach rozwija się dążenie do jeszcze dalej idącej oszczędności energii w budynkach, nawet kosztem wyraźnego zwiększenia kosztów budowy. Projektuje się więc i buduje **budynki pasywne**, w których zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie jest tak małe, że nie wymaga istnienia normalnej instalacji ogrzewania, a tylko instalacji, która czasowo uzupełnia pokrycie zapotrzebowania na ciepło.

W skrajnym przypadku, możliwy jest **budynek zeroenergetyczny** użytkowany praktycznie bez dopływu energii spoza budynku.

Jakie konkretnie rozwiązania budowlane są potrzebne, żeby budynek był energooszczędny? Omawiamy te rozwiązania na dalszych stronach, ale najważniejsze to:

- **Usytuowanie** budynku z uwzględnieniem rzeźby terenu, nasłonecznienia, kierunku wiatrów, osłony zielenią itd.,
- **Forma budynku** maksymalnie zwarta, bez występow i uskoków, pomieszczenia z dużymi oknami od strony południowej, małe okna lub ich brak od strony północnej, buforowe strefy ciepła (cieplarnie, przedsionki, okna słoneczne itp.),
- **Przegrody zewnętrzne** (ściany, dach lub stropodach) bardzo dobrze izolowane termicznie, z minimalną ilością mostków termicznych i szczelne,
- **Okna i drzwi zewnętrzne** o wysokiej szczelności i wysokiej izolacyjności termicznej,
- **Nocna izolacja** okien (okiennice),
- **Konstrukcja** budynku eliminująca większość mostków termicznych,
- **Balkony** o specjalnej konstrukcji ograniczającej do minimum mostki termiczne,
- **Wentylacja** automatycznie regulowana z odzyskiem ciepła,
- **System grzewczy i system zaopatrzenia w ciepłą wodę** o wysokiej sprawności,
- Ewentualnie wykorzystanie **kolektorów słonecznych** do przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Zasadnicze różnice pomiędzy budynkami projektowanymi wg aktualnych przepisów, a budynkami energooszczędnymi i pasywnymi zestawiono w tabeli na str. 4.



	Rodzaj budynku		
	spełniający aktualne przepisy	energooszczędny	pasywny
<b>Usytuowanie okien</b>	dowolne	głównie od południa	głównie od południa
<b>Jakość okien</b>	U max = 1,8	U około 1,2-1,5	Do 0,75
<b>Grubość warstwy izolacyjnej w ścianach, wartość U</b>	Ok. 12 cm U do 0,30	Ok. 18 cm U do 0,20	Ponad 20 cm U do 0,10
<b>Grubość warstwy izolacyjnej w dachu lub stropodachu</b>	Ok. 16 cm U = 0,25	Ponad 20 cm U = 0,20	Ponad 25 cm U = 0,15
<b>Konstrukcja balkonów</b>	Tradycyjna (plyta połączona ze stropem)	Elementy umożliwiające ciągłą izolację ścian lub balkony na własnej konstrukcji	Balkony na własnej konstrukcji (oddzielone od ściany zewnętrznej)
<b>System wentylacji</b>	Wentylacja naturalna grawitacyjna	Wentylacja hybrydowa lub mechaniczna z odzyskiem ciepła	Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła i gruntowym wymiennikiem
<b>System ogrzewania</b>	Tradycyjny	Niskotemperaturowy	System ogrzewania tylko awaryjny
<b>Wykorzystanie energii słonecznej</b>	Nie występuje	Kolektory w systemie c.w.u.	Kolektory w systemie c.o. oraz c.w.u.
<b>Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania, wentylacji i c.w.u.</b>	60-125 kWh/(m <sup>2</sup> a)	50-80 kWh/(m <sup>2</sup> a)	Do 40 kWh/(m <sup>2</sup> a)

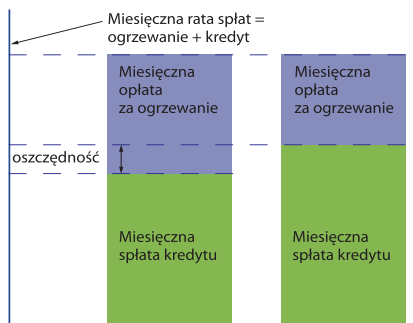
### Dom energooszczędny to także:

- Dobry projekt, w którym podane są wszystkie szczegóły wykonania tych elementów, od których zależy ograniczenie strat energii,
- Dobra realizacja budowy, zgodna z projektem, sprawdzona próbą szczelności i badaniem termowizyjnym przegród zewnętrznych.



### 1.3. EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNA BUDYNKÓW ENERGOOSZCZĘDNYCH

Podjmując decyzję o wybudowaniu budynku energooszczędnego zadajemy sobie pytanie czy, i o ile zmniejszą się opłaty za energię, i czy poprawimy komfort wewnętrzny. Zapewnienie energooszczędności budynku oznacza konieczność poniesienia dodatkowych kosztów budowy. W kalkulacjach dodatkowych nakładów na budynek energooszczędny należy brać pod uwagę różnicę pomiędzy kosztami wyrobów standardowych i energooszczędnych. Na przykład koszt zwiększenia grubości izolacji, różnicę kosztów drzwi i okien energooszczędnych i standardowych, różnicę kosztów systemów ogrzewania i wentylacji oraz innych. Jednocześnie potrzebne jest określenie efektu, czyli przewidywanej oszczędności energii.



Sumaryczne koszty za ogrzewanie i spłatę kredytu w budynku energooszczędnym i standardowym.

Zwiększenie kosztów inwestycji, w zależności od wybranych rozwiązań, wynosi na ogół od kilku do ok. 12% kosztów obiektu standardowego. W wyniku tych działań w domu jednorodzinnym można osiągnąć zmniejszenie zużycia energii od 10 000 do 16 000 kWh rocznie, co oznacza od 1800 do 6000zł oszczędności w zależności od wykorzystywanego paliwa. Czyli oszczędności miesięczne to 150 do 500 zł, i to jest kwota, której nie będziemy co miesiąc wydawali, jeśli zdecydujemy się na budowę budynku energooszczędnego. Jeżeli korzystamy z kredytu na budowę domu,

to tę kwotę oszczędności można wykorzystać na spłatę dodatkowej części kredytu, który został powiększony o koszty podniesienia standardu energetycznego.

Na ogół dodatkowe koszty budowy domu energooszczędnego wymagają korzystania z większego kredytu, jednak miesięczne raty kredytu zwiększają się nie więcej, niż wynoszą oszczędności w kosztach eksploatacji. A zatem, z punktu widzenia właściciela, który musi zapłacić za energię i spłacać kredyt, łączne wydatki (energia i kredyt) dla budynku energooszczędnego i standardowego będą takie same lub bardzo zbliżone, natomiast po spłaceniu kredytu koszty eksploatacyjne będą wyraźnie niższe.

Reasumując: budowa budynku energooszczędnego jest opłacalna.

#### Finansowanie – korzystanie z kredytu

Najwygodniejsza jest sytuacja, gdy można zbudować dom z własnych funduszy. Na ogół jednak budujący nie posiadają wystarczających funduszy potrzebnych na realizację budowy i wtedy korzystają z kredytu.

Powszechnie dostępne są kredyty udzielane przez banki na cele inwestycyjne i remontowe.

W przypadku budowy budynku energooszczędnego korzystanie z kredytu jest bardziej opłacalne niż w innych przypadkach, gdyż ceny energii (ciepła na ogrzewanie) rosną stale szybciej niż ceny innych dóbr (powyżej stopy inflacji), a zatem z roku na rok rosną oszczędności, które uzyskuje się w wyniku zmniejszonego zapotrzebowania na energię.

Podstawowym warunkiem uzyskania kredytu jest posiadanie zdolności kredytowej, tj. zdolności do spłaty zaciągniętego kredytu wraz z odsetkami w umownych terminach płatności, tzn. terminach wynikających z umowy kredytowej. Bank przy ocenie zdolności kredytowej bierze pod uwagę aktualną i przewidywaną (przynajmniej do momentu spłaty kredytu) efektywność gospodarowania, stan majątkowy oraz płynność płatniczą.

Warunkiem uzyskania kredytu jest też prawne zabezpieczenie spłaty kredytu, a niekiedy także posiadanie rachunku bieżącego w banku.



## 2. OCHRONA CIEPLNA BUDYNKU

### 2.1. IZOLOWANIE CIEPLNE

Dostępnych jest wiele różnych materiałów izolacji cieplnej, które można zastosować w przegrodach zewnętrznych budynku, jednak dla każdego konkretnego zastosowania trzeba wybrać odpowiedni materiał o odpowiedniej grubości. Przykładowo dla izolowania ścian piwnicy trzeba zastosować inny materiał izolacyjny niż w ścianie zewnętrznej czy w dachu. Poza kosztem, przy wyborze materiału izolacyjnego trzeba brać pod uwagę następujące cechy:

- Przewodność cieplna,
- Dyfuzja (przenikanie) pary wodnej,
- Wytrzymałość (zdolność przenoszenia obciążeń).

#### Przewodność cieplna, współczynnik przewodności $\lambda$

Każdy materiał ma charakteryzujący go współczynnik przewodności ciepła (oznaczony  $\lambda$ , podawany w jednostkach  $W/m \cdot K$ ). Im niższa wartość  $\lambda$ , tym lepsze izolowanie (tamowanie przepływu ciepła). Wyższa wartość przewodności może być wyrównana przez większą grubość warstwy izolacji. Stosowane powszechnie materiały termoizolacyjne mają współczynnik  $\lambda$  o wartości od około 0,032 do 0,045  $W/m \cdot K$ .

Nazwa materiału	Współczynnik przewodności ciepła $\lambda$ ( $W/m \cdot K$ ) w warunkach średniowilgotnych
Beton	1,70
Ściana z betonu komórkowego	0,29
Drewno sosnowe w poprzek włókna	0,16
Ściana z ceramiki poryzowanej na lekkiej zaprawie	0,20-0,40
Ściana z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej	0,77
Ściana z cegły silikatowej drażonej	0,75
Szkoło okienne	0,80
Piasek średni	0,40
Aluminium	200,00

Przykładowe współczynniki przewodności wybranych materiałów budowlanych:

#### Współczynnik przenikania ciepła $U$

Współczynnik przenikania ciepła (oznaczony  $U$ , podawany w jednostkach  $W/m^2 \cdot K$ ) jest miarą strat ciepła przez element budynku, a jego wielkość zależy od współczynników przewodności ciepła  $\lambda$  i od grubości warstw poszczególnych materiałów, z których element jest złożony. Im niższa wartość  $U$ , tym lepsze izolowanie.

Przepisy budowlane określają dla poszczególnych rodzajów budynków i poszczególnych rodzajów przegród wartości  $U$ , które nie powinny być przekroczone.

Rodzaj budynku	Rodzaj przegrody zewnętrznej	Najwyższa dopuszczalna wartość $U$ ( $W/m^2 \cdot K$ )
Budynek mieszkalny i użyteczności publicznej	Ściany zewnętrzne	0,30
	Stropodachy i dachy	0,25
	Stropy nad piwnicą nieogrzewaną	0,45
Budynek produkcyjny i gospodarczy	Ściany zewnętrzne	0,30
	Stropodachy i dachy	0,25
	Stropy nad piwnicą nieogrzewaną	0,80





W budynku energooszczędnym te wielkości powinny być niższe.

Grubość warstwy izolacji cieplnej zależy od cech zastosowanego materiału izolacyjnego, a także od właściwości izolacyjnych materiału konstrukcyjnego.

Jako ogólne wskazania dla budynku energooszczędnego można przyjąć następujące zalecenie:

Rodzaj przegrody	Grubość warstwy izolacji cieplnej	Współczynnik przenikania U W/(m <sup>2</sup> ·K) około
Ściany zewnętrzne	16 – 20 cm	0,20
Strop pod nieogrzewanym poddaszem	18 – 25 cm	0,15
Stropodach i dach	20 – 30 cm	0,15
Strop nad nieogrzewaną piwnicą	10 – 14 cm	0,25

Izolowanie ścian zewnętrznych powinno być wykonywane wyłącznie tzw. „systemami” czyli kompletnymi zestawami klejów i tynków pochodzących od jednego producenta, zgodnych Aprobata techniczną ITB lub Europejską Aprobata techniczną, albo normą PNEN na ETICS. To warunek gwarancji producenta. W przypadku, gdy izolacja cieplna i/lub tynk są w jakimś stopniu palne (na etykietach euro klasy C, D, E lub F) – cały zestaw powinien mieć klasyfikację w zakresie rozprzestrzeniania ognia (NRO). Pewne systemy ociepleń na bazie płyt styropianowych, stosowanych w budownictwie uzyskują klasyfikację **NieRozprzestrzeniające Ognia (NRO)** nawet przy grubości izolacji wynoszącej 50 cm.

## 2.2. MOSTKI CIEPLNE

Przyczyną istnienia mostków cieplnych jest brak izolacji w danym miejscu lub niewystarczające izolowanie, bądź też złe wykonanie izolacji. Przyczyną powstawania mostków jest także kształt geometryczny budynku np. naroża, załamania. Prosta, zwarta bryła budynku ogranicza powstawanie mostków.

*Mostki cieplne są to słabe miejsca przegrody zewnętrznej (ściany, dachu itp.), w których przepływ (strata) ciepła jest większy, niż w pozostałej części przegrody dobrze izolowanej.*

### Skutki mostków cieplnych

Mostki cieplne powodują zwiększone zużycie ciepła na ogrzanie budynku, a więc i zwiększenie kosztów użytkowania.

W miejscach występowania mostków cieplnych wewnętrzna powierzchnia przegrody zewnętrznej (ściany, stropu, podłogi) ma niższą temperaturę niż pozostała część tej przegrody, co może być przyczyną powstawania plam, wilgoci, pleśni, a nawet grzyba domowego. Może także powstawać pękanie i odpadanie tynku.

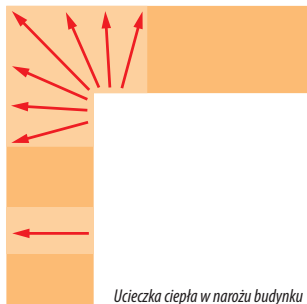
Dlatego przy projektowaniu i budowie każdego budynku, a w szczególności budynku energooszczędnego, trzeba stosować takie rozwiązania, które eliminują lub w możliwie największym stopniu ograniczają powstawanie mostków cieplnych.

### Miejsca, w których najczęściej występują mostki cieplne:

**1. Połączenia poszczególnych części budynku**, np. ściany ze stropem, ściany z dachem itd. są typowym miejscem występowania mostków. W tych miejscach zwykle nie można wykonać takiej samej warstwy izolacyjnej jak w pozostałej części budynku i konieczne jest bardzo dobre wykonanie specjalnego zabezpieczenia przed powstaniem mostka, co nie zawsze ma miejsce.



**2. W narożach budynku** na niewielką powierzchnię wewnętrzną przypadają znacznie zwiększona powierzchnia zewnętrzna, która odprowadza ciepło (chłodzi). Jest to często przyczyną pojawiającej się wilgoci w narożnikach pomieszczeń. W tych miejscach pożądane jest powiększenie grubości izolacji termicznej.



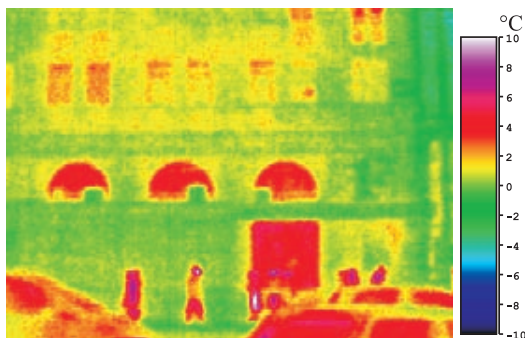
Ucieczka ciepła w narożu budynku

**3. W strefie połączenia okien i drzwi** z otaczającą je ścianą, ze względu na różny kształt łączonych elementów trudno jest wykonać tak dobrą izolację, jak w pozostałej części ściany. Słabszym punktem izolowania ściany zwykle jest też nadproże nad oknem lub drzwiami, które ze względów wytrzymałościowych musi zawierać elementy żelbetowe lub stalowe, a te elementy wymagają większego izolowania niż pozostała część ściany.

**4. Balkony** są najczęściej przyczyną istnienia mostków cieplnych, bardzo wyraźnie

zwiększających straty ciepła. Tradycyjne rozwiązanie konstrukcyjne, w którym żelbetowa płyta balkonowa jest przedłużeniem stropu nad kondygnacją położoną poniżej balkonu powoduje, że izolacja ściany jest przerwana w miejscu płyty balkonowej, tworząc szeroki mostek cieplny. W energooszczędnym budynku takie rozwiązanie jest niedopuszczalne, bo prowadzi do ogromnych strat ciepła.

Wylimitowanie mostków ciepła i prawidłowe wykonanie izolacji powinny być zbadane przed oddaniem budynku do użytkowania. Wykonuje się to **metodą termowizji**. Zdjęcia wykonane aparatem termowizyjnym wykazują wszystkie słabe punkty izolowania termicznego, powstałe na skutek błędów projektowych i wykonawczych.



Zdjęcie budynku wykonane aparatem termowizyjnym



## 2.3. SZCZELNOŚĆ BUDYNKU

Budynek energooszczędny powinien być nie tylko dobrze izolowany, ale także musi mieć szczelne przegrody zewnętrzne. Szczelność budynku jest konieczna dla ograniczenia strat cennego ciepła, a także dla stworzenia warunków, w których przepływ powietrza wentylacyjnego będzie odbywać się w sposób regulowany.

Świeże powietrze powinno być wprowadzane do pomieszczeń za pośrednictwem odpowiednich urządzeń (np. nawiewników powietrza lub krtek nawiewnych o regulowanym przepływie), natomiast niekontrolowany przepływ powietrza przez nieszczelności okien, drzwi, ścian itp. powinien być ograniczony do minimum.

**Wykonanie szczelnego budynku** wymaga zastosowania odpowiednich rozwiązań projektowych we wszystkich miejscach narażonych na wystąpienie nieszczelności elementów konstrukcyjnych, a w trakcie budowy konieczne jest szczególne zwracanie uwagi na zapewnienie szczelności poszczególnych elementów budynku i ich połączeń.

W ścianach zewnętrznych, szczególnie dokładnie muszą być wykonane połączenia z oknami i drzwiami zewnętrznymi, a także ze stropami i dachem. W lekkich ścianach osłonowych, na całej ich powierzchni, powinny być zastosowane specjalne materiały szczelne (folie lub płyty). Niepożądane szczeliny mogą powstawać w ścianach, jeżeli zaprawa łącząca elementy ceramiczne czy betonowe nie będzie szczelnie wypełniać spoin, lub też jeżeli powstaną pęknięcia i rysy. Dlatego wykonanie szczelnej ściany wymaga specjalnej dbałości o dokładne wykonanie każdego szczegółu.

Bardzo ważne jest wykonanie w sposób szczelny wszystkich przejść przez przegrody zewnętrzne wykonywanych dla instalacji elektrycznych, telefonicznych czy telewizyjnych.

Gotowy do oddania do użytkowania budynek powinien być poddany **próbie szczelności**. Próba ta powinna być dokonana przed malowaniem ścian i naklejaniem tapet.

**Badanie szczelności wybudowanego budynku** wykonuje się metodą ciśnieniową. Na drzwiach wejściowych ustawia się płytę z wentylatorem, przy pomocy którego wytwarza się stałe podciśnienie. Wykonuje się pomiar ilości przepływającego przez budynek powietrza, przy różnicy ciśnienia występującego wewnątrz budynku i na zewnątrz o wartości 50 Paskali. Przy tej różnicy ciśnień, wskaźnik wymiany (przepływu) powietrza nie powinien być większy niż  $1,5 \text{ h}^{-1}$  (czyli 1,5 wymian powietrza na godzinę) dla budynku energooszczędnego z wentylacją mechaniczną nawiewno-wywiewną, a dla budynku pasywnego  $0,6 \text{ h}^{-1}$ .



## 2.4. MATERIAŁY DO IZOLACJI CIEPLNEJ

Jest wiele materiałów stosowanych do izolacji cieplnej budynków. Wszystkie mają małą gęstość objętościową (od 12 kg/m<sup>3</sup> do około 200 kg/m<sup>3</sup>) ze względu na to, że znaczna część ich objętości stanowią pory lub szczeliny wypełnione powietrzem. Wybór materiału zależy od warunków w jakich będzie pracował oraz od ceny.

Najczęściej stosowane są: styropian oraz wełna mineralna (skalna i szklana).

**Styropian** (ang. skrót EPS) produkowany techniką spieniania granulek polistyrenu jest stosowany w budownictwie głównie w formie płyt o wymiarach 100x50 cm. Bardzo dobre parametry izolacyjne styropianu to zaśluga powietrza, które zamknięte w porach polistyrenu, stanowi skuteczną barierę dla przepływu strumienia cieplnego, co przekłada się na znaczne ograniczenie zużycia energii potrzebnej do utrzymania odpowiedniego komfortu cieplnego pomieszczeń. Dodatek grafitu dodatkowo zwiększa właściwości izolacyjne EPS.

Styropian ma mały ciężar, można go więc łatwo transportować i przenosić na placu budowy. Jest łatwy w obróbce, można go docinać i montować za pomocą najprostszych narzędzi. Płyty styropianowe charakteryzują się dobrymi parametrami mechanicznymi (wytrzymałością na zginanie i rozrywanie) oraz odpornością na działanie wilgoci i wody. Odpowiednie typy płyt można stosować w każdym miejscu izolowanego budynku, począwszy od ścian piwnic, podłóg i fundamentów, poprzez izolację ścian, a skończywszy na izolacji dachów.

**Polistyren ekstrudowany** (ang. skrót XPS) produkowany z pianki polistyrenowej specjalną metodą wytłaczania (ekstruzji) ma podobną do styropianu EPS odporność chemiczną

i termiczną, ale inną budowę fizyczną. Charakteryzuje się wysoką wytrzymałością na ściskanie i zginanie oraz odpornością na wilgoć przy bardzo korzystnym (niskim) współczynniku przewodzenia ciepła. Te cechy powodują, że jest stosowany szczególnie jako izolacja fundamentów i ścian piwnic, dachów odwróconych itp.. Płyty XPS produkowane są w różnych kolorach, przy czym różnica barwy nie wpływa na cechy wyrobu.

**Wełna mineralna (skalna i szklana)** jest produkowana z surowców mineralnych wytapianych w wysokich temperaturach: wełna kamienna z bazaltu, a wełna szklana z piasku kwarcowego i stłuczki szklanej. Stosowana jest w formie płyt i mat. Wyroby z wełny mineralnej są niepalne – euroklasa A1 – i nie rozprzestrzeniają ognia, a także są w wysokim stopniu paroprzepuszczalne. Wszystkie wyroby z wełny mineralnej są **higrofobizowane** (uodpornione na zawilgocenie). Wełna stanowi także dobrą izolację akustyczną (tłumi dźwięki). Jest trwała.

Stosowane są płyty o różnych cechach izolacyjności termicznej, ścisłości i wytrzymałości. Należy je dobierać zgodnie z zaleceniami producenta.

Do ścian trójwarstwowych, w których warstwa izolacji jest nieobciążona, można stosować wyroby bardziej sprężyste. Do izolowania stropów, podłóg na gruncie i dachów powinny być zastosowane płyty o małej ścisłości.

Do ociepleń ścian pod tynk należy stosować specjalne płyty fasadowe twarde, lamelowe, lub z utwardzoną warstwą wierzchnią.

**Poliuretan (PUR)** stosowany jest w formie płyt i pianki natryskiwanej lub wylewanej.

**Materiały izolacyjne do wdmuchiwania lub wsiypywania** w przestrzenie zamknięte w przegrodach. Stosowane są materiały w postaci granulek z wełny mineralnej, ze styropianu, z celulozy i innych materiałów najczęściej wykorzystywanych w termomodernizacji.



### 3. ROZWIĄZANIA TECHNICZNE

#### 3.1. USYTUOWANIE I UKSZTAŁTOWANIE BUDYNKU

Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i wentylacji budynku zależy w znacznym stopniu od jego usytuowania na działce, od ukształtowania jego bryły i od wewnętrznego rozplanowania. Przez odpowiednie usytuowanie i ukształtowanie, można zmniejszyć zużycie energii nawet o kilkanaście procent.

**Usytuowanie budynku** powinno możliwie jak najlepiej wykorzystywać osłony (nierówności terenu, budynki, wysokie drzewa) chroniące przed wiatrami wiejącymi z dominującego kierunku oraz umożliwić maksymalne wykorzystanie energii słonecznej.

**Bryła budynku** powinna być możliwie zwarta, bez załamań, uskoków i wnęk. Korzystna jest bryła z możliwie najmniejszą powierzchnią przegród zewnętrznych (ścian, dachu, podłogi na gruncie), wtedy straty ciepła przez przenikanie będą najmniejsze.

**Duże okna od strony południowej** – to zasada, której powinno być podporządkowane rozplanowanie pomieszczeń wewnątrz

budynku. Od strony południowej powinny znajdować się pokoje dzienne z dużymi oknami, a od strony północnej, pomieszczenia pomocnicze (łazienka, spiżarnia, wejście do budynku), w których może nie być okien lub mogą one być bardzo małe. Takie rozmieszczenie okien umożliwia doprowadzenie do budynku maksymalnej ilości ciepła z promieniowania słonecznego, co zmniejsza zapotrzebowanie na energię do ogrzewania budynku oraz umożliwia najlepsze wykorzystanie oświetlenia naturalnego w pomieszczeniach, co zmniejsza zapotrzebowanie na energię elektryczną do oświetlenia wnętrza.

**Dla kolektora słonecznego** powinno być przewidziane miejsce na zorientowanej na południe połaci dachowej. Nawet w warunkach klimatycznych Polski, kolektor może przez znaczną część roku dostarczać ciepło do podgrzewania wody.

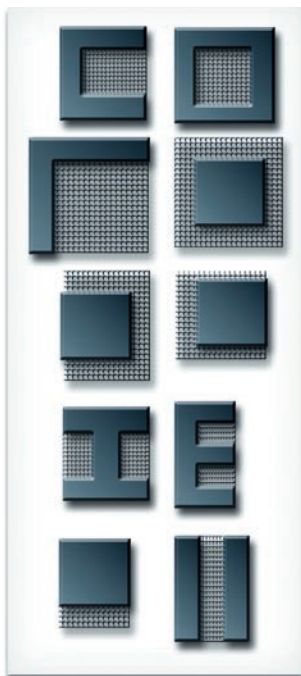
**Przeszklony przedsiónek, zimowy ogród**, czy inne pomieszczenie dostawione do budynku, są pożądane jako strefy przejściowe dodatkowo izolujące cieplnie i zmniejszające zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania.

### 3.2. PRZESTRZENIE PRZESZKLONE I OGRODY ZIMOWE

We współczesnych budynkach mieszkalnych często stosowane są przestrzenie przeszklone o różnych funkcjach, np. jako ogrody zimowe. Przestrzenie te wykorzystuje się do zmniejszenia zużycia energii, a ponadto zapewniają użytkownikom dostęp do światła dziennego, słońca oraz odpowiednie miejsce relaksu.

Przestrzeń ograniczona przeszklonymi przegrodami wymaga latem odpowiednich systemów ochrony przeciwsłonecznej i najczęściej chłodzenia, a zimą jak najefektywniejszego wykorzystania i zatrzymania zysków ciepła. Ponadto przestrzenie przeszklone wymagają odpowiedniej wentylacji i systemów przeciwdziałania oślnieniom. Rysunek obok przedstawia szkicowo różne sposoby zastosowania przestrzeni przeszklonych, przy czym powierzchnia rzutu budynku na wszystkich rysunkach jest taka sama. Jak widać, zastosowanie przestrzeni przeszklonej zwiększa powierzchnię zabudowy działki.

W obiektach energooszczędnych przestrzeń przeszklona pełni funkcję bufora, który albo zatrzymuje ciepło i oddaje je do wnętrza budynku w okresie nocy, albo wspomaga system chłodzenia.



Konstrukcja nośna przegród przeszklonych to tradycyjnie elementy żeliwne, stosowane od dawna w oranżeriach, elementy stalowe, aluminiowe, plastikowe lub drewniane. Konstrukcja powinna być zaprojektowana tak, aby spełnione były wymagania wytrzymałościowe związane z obciążeniem śniegiem, wiatrem i dostępnością dla potrzeb konserwacji i napraw. Wymagania te wyrażane są poprzez maksymalne dopuszczalne ugięcie konstrukcji dachu lub podpór i zależą od zastosowanego materiału i wymiarów tych elementów. Elementy przezroczyste to najczęściej szkła (zestawy szklane zespolone) o różnych właściwościach, a także szeroka gama tworzyw sztucznych, wśród których najpopularniejsze to poliwęglany lub poliestry. Zestawy szklane montowane w konstrukcji powinny charakteryzować się odpowiednią sztywnością, zezwalać na bezpieczny dostęp i być odporne na działanie zjawisk atmosferycznych takich jak wiatr, deszcz, śnieg i grad. Dlatego często stosuje się szkło hartowane lub bezpieczne (klejone z jedną lub kilkoma warstwami folii). Konstrukcja ogrodu może być chłodna (żeliwna, stalowa, aluminiowa), stosowana w przestrzeniach nieogrzewanych, lub ciepła (aluminiowa wypełniona materiałem izolacyjnym, plastikowa lub drewniana) w przestrzeniach ogrzewanych. To, jaką konstrukcję zastosujemy, zależy od planowanej funkcji przestrzeni przeszklonej.

W niektórych zastosowaniach przestrzenie przeszklone wykorzystywane są w procesie wentylacji – powietrze z części użytkowej (chłodzone lub ogrzewane) jest usuwane do przestrzeni przeszklonej. W naszych warunkach klimatycznych jest to często wystarczające do utrzymania odpowiedniego środowiska wewnętrznego. W większości przypadków,

przestrzenie przeszklone powinny posiadać własny system wentylacji, który nie tylko służy rozpraszaniu ciepła lub chłodu, ale również odprowadza nadmiar wilgoci, np. z przeszklonych ogrodów zimowych. Wentylacja w takim pomieszczeniu powinna być sterowana temperaturą lub wilgotnością.

W przestrzeni przeszklonej powstaje tzw. **efekt szklarniowy**, w którym krótkofalowe promieniowanie słoneczne jest wychwytywane przez oszklone elementy budynku, następnie absorbowane przez jego przegrody i emitowane w postaci fal długich, przed ucieczką których zabezpieczają elementy szklane budynku.

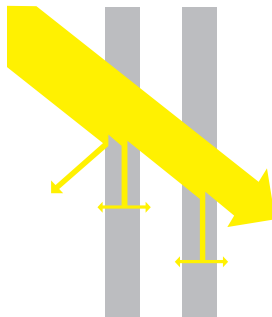
Wydajność tego systemu magazynowania energii zależy od jego geometrii, charakterystyki szklenia (na przykład: procentu powierzchni oszklonej i krzywej transmisji spektralnej) oraz właściwości elementów trwałych, które odbijają promieniowanie ciepłe.

Kiedy promienie słoneczne natrafiają na przezroczystą lub półprzezroczystą przegrodę, część z nich odbija się, część jest absorbowana, a część przechodzi przez przegrodę do wnętrza.

Ciepło zaabsorbowane przez przegrodę jest następnie przekazywane do wnętrza lub na zewnątrz budynku poprzez konwekcję lub jako promieniowanie długofalowe. To, ile ciepła pozostanie wewnątrz budynku, zależy od temperatury powietrza zewnętrznego, przezroczystości przegrody i sąsiadujących powierzchni oraz od prędkości ruchu powietrza po obydwu stronach przegrody.

Zyski ciepłe zależą od rodzaju materiału, z którego jest wykonana przegroda, od jej powierzchni, kąta padania promieni słonecznych i natężenia promieniowania, które z kolei zależy od usytuowania prze-

grody względem stron świata, położenia geograficznego i zacinienia.



Zyski ciepłe przez pionową przegrodę szklaną zmieniają się w zależności od usytuowania przegrody względem stron świata.

Usytuowanie przegrody względem stron świata powinno być uwzględniane przy projektowaniu ogrzewania.

Powierzchnie skierowane na południe otrzymują więcej promieniowania słonecznego w zimie i mniej w lecie, w porównaniu do powierzchni skierowanych w inne strony. Zyski ciepłe od promieniowania słonecznego otrzymywane przez cały rok przez przegrody szklane po stronie zachodniej i południowo-zachodniej są podobne do tych, jakie możemy otrzymać przez powierzchnie przeszklone po stronie wschodniej i południowo-wschodniej. Latem, przegrody szklane wychodzące na zachód mogą przyczyniać się do przegrzania pomieszczeń, jeśli nie zostaną zabezpieczone przed promieniami słońca, które pada pod większym kątem i nie jest ograniczone zacięciem.

Na zyski ciepłe od promieniowania słonecznego ma również wpływ nachylenie szklanej przegrody. Przegroda ustawiona pionowo daje mniejsze zyski niż przegrody ustawione pod mniejszym kątem, ponieważ słońce wędruje wysoko po niebie i promieniowanie wysyłane pod kątem zależnym od szerokości geograficznej może być odbierane przez niezacięzione powierzchnie ustawione pochyło lub poziomo. Nachylenie szklenia pod małym kątem w stosunku do horyzontu





(tj. ok. 30°) może spowodować przegrzewanie latem jak również dawać niższe zyski ciepłe zimą. Powinno się więc unikać takiego szklenia, jeżeli nie może być ono odpowiednio zacienione wtedy, gdy jest to niezbędne. Można je zastosować na słonecznych powierzchniach budynku lub w atrium, jeśli są one niezależne od innych powierzchni w budynku i mają własny system wentylacyjny.

---

### 3.3. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE

Ściany zewnętrzne ochraniają wnętrze budynku przed utratą ciepła. Zawsze jednak część ciepła przenika przez ściany. Ciepło wydostaje się z ogrzewanego pomieszczenia na zewnątrz budynku za sprawą przewodzenia ciepła, przez ruch powietrza w szczelnosciach oraz przez promieniowanie ciepłe. Tę „ucieczkę” ciepła z pomieszczeń na zewnątrz budynku określamy jako straty ciepła.

Ściany muszą mieć dobre właściwości izolacyjności termicznej. Osiąga się wtedy ograniczenie strat ciepła, a także podwyższenie temperatury na wewnętrznej powierzchni ściany, co pozytywnie wpływa na komfort użytkowania oraz eliminuje możliwość skraplania się pary wodnej i powstawania pleśni.

Stopień izolowania cieplnego ścian charakteryzuje **współczynnik przenikania ciepła U**. Im współczynnik mniejszy, tym mniejsza „ucieczka” ciepła przez ścianę. W ścianach budynków zbudowanych kilkanaście czy kilkadziesiąt lat temu U ma wartość około 1 W/(m<sup>2</sup>·K). Obecnie przepisy wymagają, aby np. dla domu jednorodzinnego U nie przekraczało wartości 0,3. Budynek energooszczędny powinien mieć ściany o współczynniku U nie wyższym niż 0,20 W/(m<sup>2</sup>·K).

Stosowane są dwa rodzaje konstrukcji ścian: jednowarstwowe i wielowarstwowe.

**W ścianie jednowarstwowej** stosuje się jeden materiał budowlany, który spełnia jednocześnie funkcję konstrukcyjną (podtrzymanie położonej wyżej części budynku), przy jednoczesnym zachowaniu cieplnej izolacyjności ściany na wymaganym poziomie. Materiałem stosowanym w ścianach jednowarstwowych była dawniej cegła ceramiczna, a obecnie, przy wyższych wymaganiach izolacyjności termicznej, beton komórkowy (czyli lekki) lub ceramika poryzowana (z otworami). Do łączenia elementów ścian jednowarstwowych należy stosować wyłącznie specjalne kleje lub zaprawy ciepłochronne.





**Wścianiewielowarstwowej** występują warstwy wykonane z 2 lub 3 różnych materiałów, z których każdy spełnia inną funkcję. Warstwa nośna – wewnętrzna, wykonana z materiału o dużej wytrzymałości (beton, cegła ceramiczna lub silikatowa itp.) przenosi obciążenia. Warstwa materiału o wysokich właściwościach izolacyjności cieplnej (styropian, wełna mineralna, XPS i itp.) ochrania przed stratami ciepła. Warstwa elewacyjna lub osłonowa zabezpiecza ścianę przed wpływami zewnętrznymi.

### Stosowane mogą być następujące konstrukcje:

Ściana dwuwarstwowa:

- Warstwa konstrukcyjna nośna
  - Warstwa izolacji termicznej zabezpieczona od zewnątrz cienką warstwą fakturową
- Ściana trzywarstwowa (lub czterowarstwowa wliczając szczelinę powietrzną):

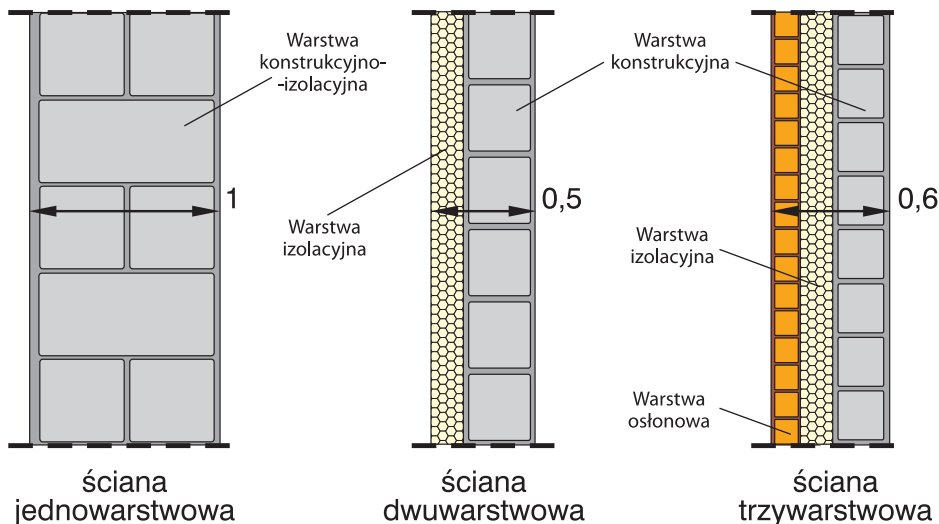
- Warstwa konstrukcyjna nośna
- Warstwa izolacji termicznej
- Ewentualna szczelina powietrzna (2-4 cm)
- Warstwa osłonowa (np. z cegły klinkierowej) z otworami wentylacyjnymi, powiązana z warstwą konstrukcyjną przy pomocy kotew stalowych.

W budynku energooszczędnym zapewnienie wysokiej izolacyjności termicznej (niskiej wartości współczynnika U) przez ścianę jednowarstwową wymaga wykonania ściany o dość znacznej grubości, co może być niekorzystne ze względów użytkowych.

Ściana 2 lub 3 (4)-warstwowa o wysokiej izolacyjności może mieć grubość około 40 cm.

Możliwe jest także wykonanie ściany 2 lub 3-warstwowej, w której materiałem konstrukcyjnym będzie materiał stosowany w ścianach jednowarstwowych (beton komórkowy lub ceramika poryzowana). Grubość warstwy materiału izolacyjnego (styropianu, polistyrenu ekstrudowanego lub wełny mineralnej) może być wtedy minimalnie mniejsza, gdyż część zadań izolowania cieplnego spełnia wtedy warstwa konstrukcyjna.

Za innowacyjne rozwiązania wznoszenia ścian w budownictwie energooszczędnym, można uznać systemy szalunku traconego, dla żelbetowej ściany konstrukcyjnej, dla której szalunek w postaci kształtek styropianowych, stanowi izolację termiczną przegrody, eliminując do minimum ilość mostków cieplnych w budynku wzniesionym w tej technologii.



### 3.4. OKNA I DRZWI

#### Własności izolacyjne okien

Tradycyjnie stosowane okna były powodem bardzo dużych strat ciepła, a ponadto, na wewnętrznej powierzchni szyb w czasie mrozów temperatura bardzo się obniżała (kwiaty lodowe) tak, że było to odczuwalne jako źródło chłodu w pomieszczeniach. Nowe okna mają znacznie lepsze właściwości izolacyjne. Aktualne przepisy budowlane wymagają, aby okna miały współczynnik przenikania ciepła nie wyższy niż  $U=1,7$  do  $1,9 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  w zależności od strefy klimatycznej, ale okna w budynku energooszczędnym powinny mieć wartość  $U$  znacznie niższą, i przy aktualnym stanie techniki, jest to w pełni możliwe.

Oszklenie okien stanowią obecnie zestawy szklone, złożone z dwóch lub trzech szyb fabrycznie sklejonych, z pozostawieniem pomiędzy szybami cienkiej, zamkniętej przestrzeni wypełnionej suchym powietrzem lub specjalnym gazem, izolującym lepiej niż powietrze.

Dla ochrony cieplnej budynków, stosuje się **szkło z powłoką niskoemisyjną**. Jest to szkło w pełni przezroczyste, ze specjalną powłoką, która przepuszcza w pełni promieniowanie słoneczne do wnętrza budynku, a zatrzymuje promieniowanie ciepłe od ścian i przedmiotów znajdujących się we wnętrzu. W efekcie, znaczna część ciepła związanego z promieniowaniem słonecznym zostaje zatrzymana we wnętrzu budynku. Wpływ szkła niskoemisyjnego jest tak duży, że okno podwójnie szklone z tego szkła ma korzystniejszy współczynnik  $U$  niż okno z potrójnym szkleniem zwykłym.

Standardowe zestawy dwuszybowe mają współczynnik  $U$  o wartości około  $1,0$  do  $1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , natomiast zestawy trzyszybowe przy specjalnych szybach i wypełnieniu przestrzeni międzyszybowej mogą osiągnąć wartość  $0,5 - 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ .

Współczynnik  $U$  dla ram okiennych ma zwykle wartość  $1,2$  do  $1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , ale przy specjalnym wykonaniu może mieć wartość

$0,7$ . Dla użytkownika ważna jest wartość  $U$  dla całego okna (oszklenie + rama). Okno potrójnie szklone z zastosowaniem szkła niskoemisyjnego, w specjalnej ramie, osiąga wartości współczynnika  $U$  dotychczas nieosiągalne, np.  $1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ .

Poza wartością współczynnika przenikania ciepła  $U$ , ważną cechą okna jest przepuszczalność promieniowania słonecznego przez oszklenie, wyrażona współczynnikiem przepuszczalności, który podaje, jaka część promieniowania słonecznego przedostaje się przez szyby okienne do wnętrza budynku. Nie powinien on być niższy niż  $0,5$ .

#### Szczelność okien

Ważną cechą okna jest jego szczelność, wyrażona **współczynnikiem infiltracji powietrza ( $a$ )**. W przypadku wentylacji naturalnej grawitacyjnej (nieregulowanej), okna, nawet zamknięte, muszą zapewnić dopływ świeżego powietrza z zewnątrz. Ten dopływ powietrza powinien być zapewniony nie przez nieszczelności okien, ale przez specjalne nawiewniki powietrza, montowane w oknach. Według obowiązujących przepisów wartość współczynnika infiltracji dla okien otwieranych i drzwi balkonowych powinna wynosić nie więcej niż  $0,3 \text{ m}^3/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{daPa}^{2/3})$ .

W budynkach energooszczędnych, w których dopływ powietrza powinien być regulowany przez automatyczne nawiewniki lub czerpnie powietrza, okna powinny być jeszcze bardziej szczelne, o współczynniku infiltracji znacznie poniżej  $0,3 \text{ m}^3/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{daPa}^{2/3})$ .

Nawiewnik umieszczony w górnej części okna umożliwia stały dopływ powietrza dostosowany do potrzeb np. zmniejszony w okresie nieobecności mieszkańców oraz w okresie nocnym. Automatyczną regulację wielkości przepływu może zapewnić czujnik reagujący na poziom wilgotności względnej powietrza. Ze wzrostem wilgotności (obecność osób, gotowanie itp.) nawiewnik otwiera się coraz bardziej, zwiększając napływ powietrza. Dostosowa-

wanie przepływu do potrzeb umożliwia uzyskanie oszczędności energetycznych bez pogorszenia warunków sanitarno-higienicznych w pomieszczeniach.

### Materiały ram okiennych

**Okna drewniane** są stosowane ze względu na naturalny materiał i wygląd oraz tradycję stosowania. Wymagają jednak konserwacji w formie malowania. Najczęściej ramy drewniane są produkowane z drewna klejonego, które jest bardziej wytrzymałe i mniej się wypacza niż drewno lite. Stosowane jest dobrej jakości drewno sosnowe, świerkowe i mahoń.

Stosowane są też okna z drewna i aluminium (zwykle aluminium od zewnątrz).

**Okna z tworzyw sztucznych** produkowane są z PVC lub kompozytu poliestrowo-szklanego. Wykonuje się je tworząc wewnętrzne komory powietrzne, które zwiększają izolacyjność cieplną ramy. Okna tworzywowe łatwo jest wykonać w dowolnym kształcie i kolorze. Zaletą użytkową tych okien jest ich łatwa konserwacja (tylko mycie).

**Okna aluminiowe** charakteryzuje bardzo duża trwałość oraz, podobnie jak w oknach tworzywowych, łatwość konserwacji.

*Okna dachowe powinny, podobnie jak okna w ścianach, charakteryzować się dobrą izolacyjnością cieplną (niska wartość U) oraz szczególnie wysoką szczelnością.*

### Drzwi zewnętrzne, drzwi balkonowe i wyjścia na tarasy

Drzwi oddzielające wnętrze od atmosfery zewnętrznej powinny być szczelne i dobrze izolowane cieplnie, odporne na zmiany temperatury i opady oraz bezpieczne i trwałe.

## 3.5. ŻALUZJE I OKIENNICE

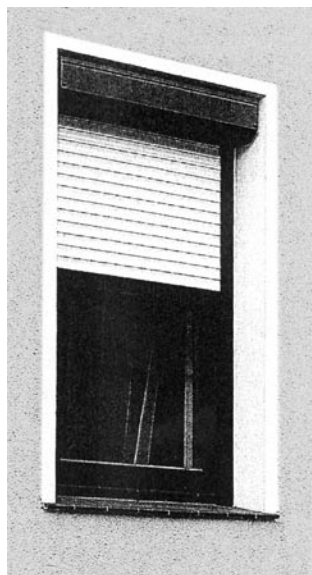
Najniższe temperatury na zewnątrz budynku występują na ogół w porze nocnej, gdy okna nie są nam potrzebne jako źródło światła. Możemy więc ograniczyć straty ciepła przez okna stosując dodatkową izolację tylko na noc w postaci okiennic, żaluzji lub rolet.

Okiennice po zamknięciu powinny tworzyć szczelną przegrodę, aby nawet przy wietrze nie przepuszczały zimnego powietrza. Dobrze izolowane **okiennice zewnętrzne** wykonuje się z dwóch warstw deszczulek drewnianych, pomiędzy którymi umieszcza się warstwę styropianu lub wełny mineralnej.

Ze względu na trudności związane z zamykaniem i otwieraniem okiennic zewnętrznych stosuje się je głównie w oknach budynków parterowych. Łatwiejsze w obsłudze niż okiennice zewnętrzne są **zewnętrzne żaluzje** zwijane, które mogą być wykonane z listewek aluminiowych, plastikowych lub drewnianych, połączonych przegubowo. Żaluzje są zwijane na rolkę umieszczoną w specjalnej skrzynce nad oknem, a pionowe brzegi przesuwają się w prowadnicach zamocowanych w ościeżnicy okna. Żaluzje takie zmniejszają nocą straty ciepła przez okna do 40%, a ponadto chronią przed hałasem i włamaniem. Są też dobrą ochroną przed słońcem w czasie upału. Zamykanie i otwieranie żaluzji może być wykonywane ręcznie, albo silnikiem elektrycznym. Możliwe jest także automatyczne zamykanie okiennic po zmroku, sterowane fotokomórką.

Dobrą izolację cieplną stanowią także **okiennice wewnętrzne** składane harmojnikowo i odkładane na dzień na oście-

za po obu stronach okna tak, żeby nie zasłaniały dopływu światła dziennego. Okiennice takie powinny być ocieplone materiałem izolacyjnym i po zamknięciu powinny szczelnie przylegać na całym obwodzie do ościeżnicy okna. Dodatkowo stanowią dobrą ochronę przed włamaniem.

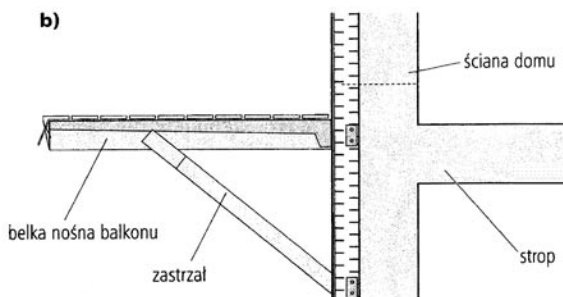
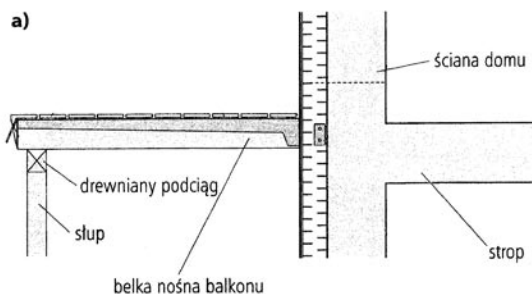


Okno z żaluzją zewnętrzną. Płaszcz nawija się na wał umieszczony w skrzynce nad oknem.

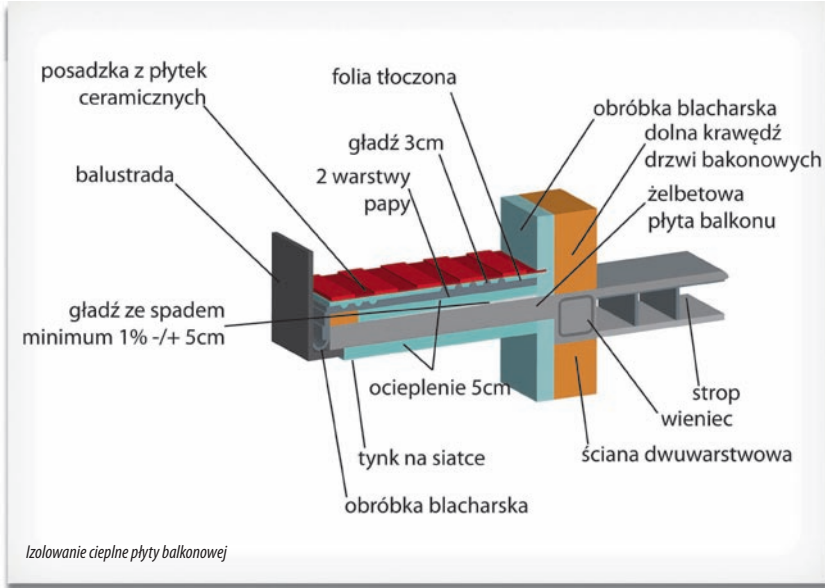
### 3.6. BALKONY I TARASY

Płytę balkonową tradycyjnie wykonywano (a często i obecnie wykonuje się) jako przedłużenie płyty stropowej, co wiąże się z przerwaniem ciągłości warstwy izolacyjnej w ścianie zewnętrznej. Powstaje w ten sposób mostek cieplny, przez który „ucieka” bardzo poważna ilość ciepła z budynku na zewnątrz. Takie rozwiązanie byłoby w budynku energooszczędnym nie do przyjęcia.

Najlepszym rozwiązaniem jest balkon oparty na własnej konstrukcji (słupach lub zastrzałach), łączący się z konstrukcją budynku tylko pojedynczymi prętami rozmieszczonymi w kilku punktach. Przy tej konstrukcji warstwa izolacyjna ściany zewnętrznej może być wykonana bez żadnych przerw.



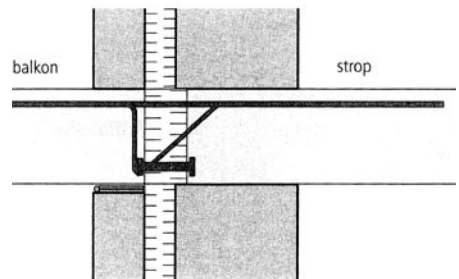
Balkon dostawiany do budynku:  
a) oparty na słupach, b) podparty zastrzałami.



Innym dobrym rozwiązaniem jest wykorzystanie specjalnych elementów łączących płytę balkonową z płytą stropową. Są to elementy składające się z zewnętrznych kotwiących części stalowych, przeznaczonych do zabetonowania w stropie i płycie balkonowej, tworzących połączenie ze zbrojeniem płyty i stropu oraz, w części środkowej, z warstwą izolacji ze styropianu, która stanowi połączenie warstwy izolacyjnej w ścianie nad i pod balkonem.

Gorszym rozwiązaniem jest wykonanie płyty balkonowej w sposób tradycyjny jako płyty połączonej ze stropem (z przewierceniem warstwy izolacyjnej) i wykonaniem na płycie izolacji cieplnej od góry i od dołu. W tym przypadku droga przepływu ciepła na zewnątrz jest znacznie wydłużona i nie jest już przyczyną dużych strat ciepła w budynku.

Podobnie jak płytę balkonową trzeba dobrze izolować płyty tarasów, przy czym należy dążyć do tego, aby płyta tarasu nie łączyła się z płytą stropową, aby nie tworzyć drogi ucieczki ciepła z budynku.



*Izolacyjny łącznik zbrojenia w balkonie*

Bardzo ważne jest oczywiście prawidłowe odprowadzenie wód opadowych z tarasu.

### 3.7. DACHY I STROPODACHY

Izolowanie cieplne **dachów spadzi-  
stych** wykonuje się z materiału izolacyj-  
nego (styropian, polistyren ekstrudowany,  
wełna mineralna) ułożonego pomiędzy  
krokiewiami i poniżej krokwi, gdyż potrzeba  
warstwa izolacji zwykle nie mieści się  
w przestrzeni pomiędzy krokiewiami. Dla  
zwiększenia tej przestrzeni stosuje się  
specjalne wieszaki do podwieszenia pro-  
filu stalowych, do których mocowana jest  
warstwa wykończeniowa, którą stanowią  
zwykle płyty gipsowo-kartonowe. Dwu-  
warstwowa izolacja zapobiega powsta-  
waniu mostków cieplnych.

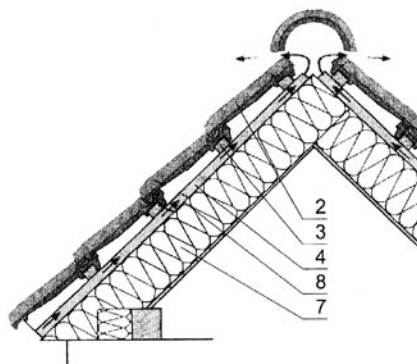
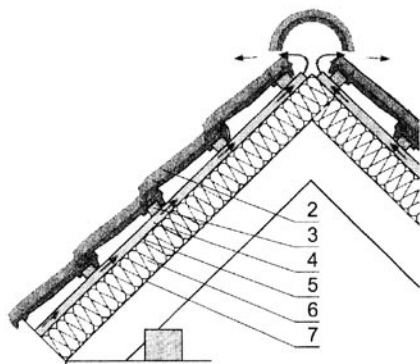
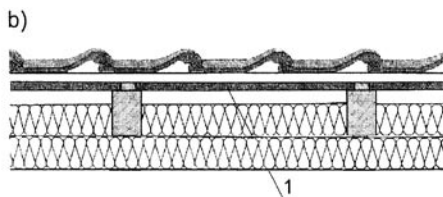
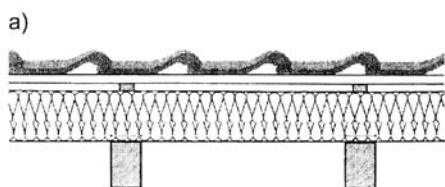
Pokrycie zewnętrzne dachu jest wysta-  
wione na działanie wilgoci. W czasie opa-  
dów mogą wystąpić drobne przecieki, a w  
czasie zmian temperatury mogą pod po-  
kryciem powstać skropliny tworzące szko-  
dliwe zawilgocenie dachu. Dla uniknięcia  
tych zjawisk stosuje się wentylowanie da-  
chu przez utworzenie przestrzeni wentylo-

wanej (szczeliny powietrznej) pod pokry-  
ciem dachu. Z przestrzeni tej para wodna  
jest swobodnie usuwana. Jako warstwę  
wstępnego krycia (pod powietrzną szczeli-  
ną wentylacyjną) stosuje się folię paroprze-  
puszczalną, tzn. folię, która nie przepuszcza  
skroplin do wnętrza dachu, ale umożliwia  
usuwanie pary wodnej na zewnątrz.

**Strop pod nieogrzany poddaszem** po-  
winien być izolowany cieplnie przez ułoże-  
nie warstwy izolacji na stropie.

Jeżeli poddasze jest nie użytkowane,  
izolację można wykonać z dowolnego ma-  
teriału izolacyjnego w postaci płyt, mat,  
filców czy materiałów syplikich.

W poddaszach użytkowych nieogrze-  
wanych izolację wykonuje się z materiałów  
płytowych twardszych i zabezpiecza przed  
uszkodzeniem ułożoną na izolacji warstwą  
gładzi cementowej lub warstwą desek,  
albo z materiałów miękkich, układanych  
pod pomostem (podłogą na ruszcie)



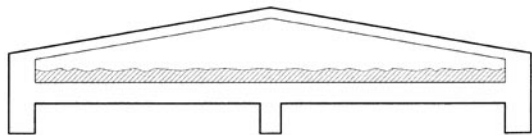
Izolacja cieplna w dachu stromym:

a) izolacja cieplna nadkrokiewiowa, b) izolacja cieplna między krokiewiami

1 – płyta pilśniowa twarda, 2 – dachówka, 3 –łaty, 4 – kontrałaty, 5 – folia przeciwwiatrowa, 6 – izolacja cieplna, 7 – krokiew, 8 – folia paroszczelna

Izolowanie cieplne **stropodachów pełnych** (bez przestrzeni powietrznej) płaskich lub o niewielkim nachyleniu wykonuje się poprzez ułożenie warstwy materiału izolacyjnego na konstrukcji oraz wykonanie na izolacji warstwy ochronnej i odpowiedniego pokrycia.

Gdy mamy do czynienia z tzw. **stropodachem wentylowanym**, w którym nad stropem najwyższej kondygnacji, a pod płytami dachowymi, jest kilkudziesięciocentymetrowa przestrzeń powietrzna, do której nie ma dostępu (jest to rozwiązanie budowlane występujące w większości budynków wielorodzinnych zbudowanych w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat), izolację cieplną trzeba wykonać na poziomym stropie, czyli pod przestrzenią wentylowaną. Izolację można wykonać w formie płyt, mat lub warstwy sypkiego materiału izolacyjnego.



Izolowanie cieplne stropodachu wentylowanego

Grubość izolacji cieplnej w dachu lub stropodachu powinna wynosić ponad 20 cm.

### 3.8. STROP NAD PIWNICĄ, ŚCIANY PIWNIC I PODŁOGA NA GRUNCIE

#### Strop nad piwnicą

Jeżeli budynek ma mieć nieogrzewane piwnice, to w stropie nad piwnicami trzeba wykonać dobrą izolację termiczną, aby uniknąć chłodzenia pomieszczeń usytuowanych nad piwnicami. Niewystarczające ocieplenie tego stropu powoduje straty ciepła i zwiększone koszty ogrzewania, a ponadto dyskomfort w postaci zimnej podłogi.

Izolowanie cieplne stropu nad piwnicami z reguły wykonuje się od strony pomieszczeń piwnicznych, przez przyklejenie lub podwieszenie płyt izolacyjnych. Warstwę izolacyjną można pozostawić nieosłoniętą lub można ją osłonić folią, tapetą, tynkiem itp. Dobrym rozwiązaniem może być także wykonanie ocieplenia metodą natrysku materiału izolacyjnego.

W nieogrzewanej piwnicy temperatura będzie zawsze wyższa niż na zewnątrz, dlatego grubość warstwy izolacji cieplnej może być mniejsza niż w ścianach i dachu (np. 10–12 cm).

Strop nad piwnicą ogrzewaną nie wymaga specjalnej izolacji cieplnej.

#### Ściany piwnic i podłoga na gruncie

Ściany i podłogi piwnic w budynkach podpiwniczonych, a także podłogi na gruncie w budynkach niepodpiwniczonych powinny odpowiadać nie tylko wymaganiom wytrzymałości i ochrony przed wilgocią, ale także powinny mieć odpowiednią izolację cieplną.

W zależności od typu budynku, do gruntu może uciekać od 3 % (budynki wysokie) do 15 % (budynki parterowe, podpiwniczone) ciepła.

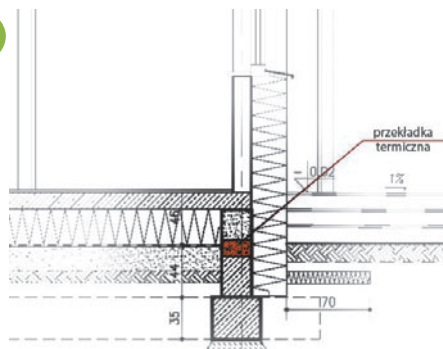
#### Izolacja termiczna przeciwdziałająca:

- stratom ciepła do gruntu,
- powstawaniu mostków termicznych,

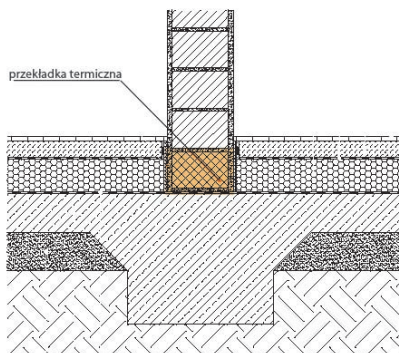
- kondensacji wilgoci wewnątrz przegrody lub na powierzchni zewnętrznej,
- uszkodzeniom mechanicznym i chemicznym izolacji przeciwwilgociowej oraz chroni przed penetracją układów korzeniowych roślin, atakiem gryzoni i owadów.

Izolację cieplną układa się na ścianach i ławach fundamentowych po obwodzie budynku (izolację pionową) oraz pod posadzką budynku (izolację poziomą). Grubość warstwy pionowej izolacji w ścianach piwnic na odcinku 1,5 m licząc od poziomu terenu powinna odpowiadać grubości izolacji ścian zewnętrznych ponad terenem. Na odcinku poniżej 1,5 m, grubość izolacji powinna być równa izolacji podłogi na gruncie. Grubość warstwy izolacji podłogi zależy od temperatury obliczeniowej pomieszczenia i systemu grzewczego. W pomieszczeniach o  $t_i \geq 16^\circ\text{C}$  warstwa izolacji powinna wynosić 12 cm pod całą podłogą, natomiast w pomieszczeniach o  $t_i < 16^\circ\text{C}$  powinna być równa 8 cm. W przypadku zastosowania ogrzewania podłogowego, warstwę izolacji należy zwiększyć do co najmniej 15 cm.

Izolacja musi przebiegać w sposób ciągły i nieprzerwany. Miejscem, w którym nie da się zapewnić ciągłości izolacji jest połączenie ścian fundamentowych ze ścianami ponad terenem (zewnętrznymi i wewnętrznymi). W wyniku przerwania izolacji dochodzi do powstania mostka termicznego (miejsca o podwyższonej ucieczce ciepła), ryzyka wykroplenia wilgoci i rozwoju grzybów pleśniowych. Mostek termiczny można ograniczyć poprzez zastosowanie przekładki termicznej na styku ściany fundamentowej i zewnętrznej (lub wewnętrznej). Przekładkę wykonuje się z bloczków o podwyższonych parametrach termicznych  $\lambda \leq 0,2 \text{ W/mK}$  posiadających jednocześnie odpowiednią klasę wytrzymałości.



*Izolacja ścian fundamentowych i podłogi z zastosowaniem przekładki termicznej*

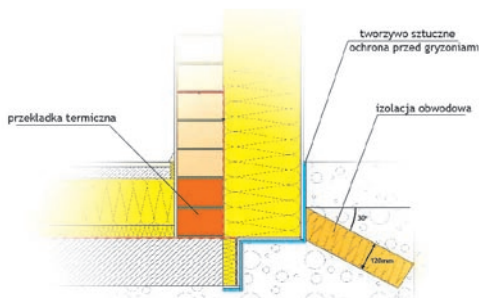


*Przekładka termiczna w połączeniu ławy fundamentowej ze ścianą działową*

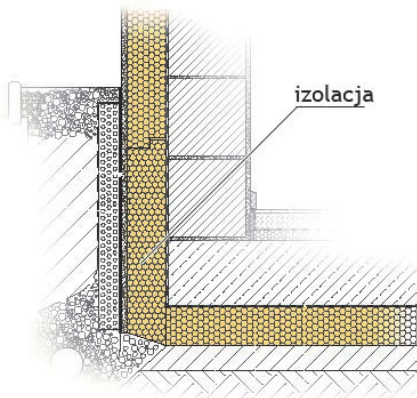
Jeśli nie ma możliwości zastosowania pionowej izolacji ścian i ław fundamentowych, straty ciepła do gruntu można ograniczyć dzięki zastosowaniu izolacji poziomej. Powinna ona mieć szerokość około 1 m i być wykonana z płyt o grubości 10 cm ułożonych na głębokości 30 cm. Ułożenie izolacji poziomej ogranicza zasięg ujemnej temperatury w przysciennej warstwie gruntu i zmniejsza straty ciepła.

Rozwiązaniem pozwalającym na całkowite wyeliminowanie mostków termicznych i zachowanie ciągłości izolacji podłogi oraz ścian fundamentowych, jest wykonanie płyty fundamentowej. Płyta ma konstrukcję żelbetową i wykonuje się ją w przypadku, gdy podłoże stanowi grunt o małej nośności. Osiadanie podłoża mogłoby wtedy spowodować uszkodzenie budynku. Płyta





Poziona izolacja po obwodzie budynku



Ciągła izolacja płyty fundamentowej

stosuje się również w przypadku niskiego poziomu wód gruntowych.

Zastosowanie takich płyt pozwala na ograniczenie ilości robót ziemnych, jednak aby uchronić dom przed skutkami wysadzin mrozowych, w miejscu jego posadowienia trzeba wymienić dość grubą warstwę rodzimego gruntu, zastępując go warstwami dokładnie zagęszczonego tłucznia lub żwiru o różnej granulacji.

#### **Materiały do izolacji cieplnej podłóg i ścian piwnic powinny mieć następujące cechy:**

- dobre właściwości termoizolacyjne,
- odporność na wnikanie wilgoci i dyfuzję pary wodnej (zamknięte pory),
- podwyższona wytrzymałość na ściskanie,
- powinny nie wchodzić w reakcje chemiczne z izolacją przeciwwilgociową.

## 3.9. TECHNOLOGIE

### Wybór źródła ciepła

O wyborze rodzaju i wielkości źródła ciepła powinny decydować następujące czynniki:

1. Dostępność i pewność zasilania w wybrany nośnik energii,
2. Wielkość zapotrzebowanie na ciepło,
3. Łatwość obsługi i niezawodność,
4. Oczekiwane koszty zaopatrzenia w ciepło,
5. Koszt inwestycyjny,
6. Wpływ źródła ciepła na stan środowiska.

Nie istnieje niestety idealne rozwiązanie, każdy wybór musi być kompromisem pomiędzy oczekiwaniami, a ograniczeniami technicznymi oraz możliwościami finansowymi.

### I . Uwarunkowania lokalizacyjne – dostępność nośników energii

Wybór źródła ciepła ogranicza nam przede wszystkim lokalizacja, czyli dostępne uzbrojenie terenu w tzw. media energetyczne, a także ograniczenia wynikające z prawa lokalnego, w tym: lokalnego planu zagospodarowania oraz założeń i planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i gaz ziemny.

W pierwszej kolejności należy udać się do urzędu gminy w celu uzyskania informacji czy taki plan istnieje. Jeżeli tak, należy zapoznać się z jego ustaleniami odnośnie preferowanych na terenie naszej lokalizacji nośników ciepła.

Przy planowaniu przyłączenia naszego źródła ciepła do systemu sieciowego, czyli sieci ciepłowniczej, gazowej lub elektrycznej (zasilanie pomp ciepła), musimy wystąpić do właściwego zakładu ciepłowniczego, gazowniczego lub energetycznego z prośbą o określenie warunków technicz-

nych przyłączenia. Dopiero pisemna odpowiedź zakładu określi czy takie przyłączenie jest możliwe, zaś podane warunki pozwolą na oszacowanie kosztów. W przypadku wyboru rozwiązań indywidualnych, takich jak kotły na paliwa stałe lub płynne, pompy ciepła czy kolektory słoneczne, ważne jest zapewnienie stałych i pewnych dostaw paliwa oraz odpowiedniej przestrzeni na zamontowanie wybranych urządzeń.

Planując zastosowanie kolektorów słonecznych powinniśmy dysponować wolną, dobrze zorientowaną powierzchnią na ich zamontowanie, z łatwym dostępem do absorberów (w celu okresowego czyszczenia ich powierzchni).

## II. Zapotrzebowanie na ciepło

Dom energooszczędny charakteryzuje się niskim zapotrzebowaniem na ciepło. Dla domu o powierzchni użytkowej około 200 m<sup>2</sup>, zapotrzebowanie na ciepło wynosi znacznie poniżej 10 kW, zaś dla domu pasywnego zaledwie 3-4 kW. Podstawą do doboru urządzeń wytwarzających ciepło, powinien być **bilans ciepła**, obliczony starannie według obowiązujących przepisów.

Efektywność urządzeń wytwarzających ciepło (przewymiarowanych, pracujących przy częściowym obciążeniu), jest o kilka procent niższa niż przy wydajności nominalnej, nawet jeśli mają płynną regulację wydajności. Jedynym wyjątkiem są kotły gazowe kondensacyjne.

## III. Zakres i łatwość obsługi

Wyższy poziom zaawansowania technicznego układów automatycznej regulacji to:

- łatwiejsza obsługa,
- wyższa sprawność zaopatrzenia w ciepło,
- niższe zużycie nośników energii,
- wyższe koszty inwestycyjne.

*Łatwość obsługi źródła ciepła zależy od wyposażenia w układy automatycznej regulacji.*

poniżej tabeli zestawiono najpopularniejsze nośniki energii i przypisano im zakres i częstotliwość obsługi.

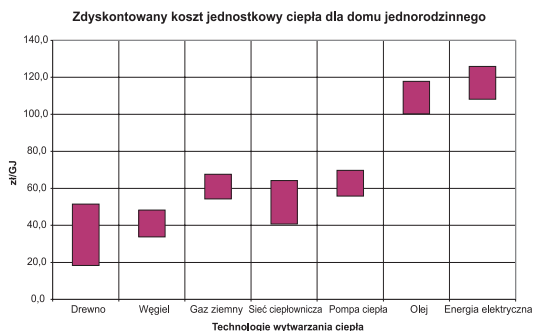
Nośnik energii	Bezobsługowe (okresowa konserwacja)	Bezobsługowe (częsta konserwacja)	Okresowa obsługa (co kilka tygodni)	Częsta obsługa (1-2 razy w tygodniu)	Codzienna obsługa
Sieć ciepłownicza	X				
Węgiel				X	X
Gaz	X				
Olej opałowy i gaz płynny			X		
Biomasa				X	X
Pompy ciepła	X	X*			
Energia słońca		X**			

\* Pompy ciepła pracujące w układzie otwartym, dla których dolnym źródłem są wody gruntowe, wymagają okresowego czyszczenia filtrów studni czerpalnych, co najmniej 3 razy w roku.

\*\* Powierzchnie absorberów należy okresowo myć, szczególnie na obszarach o zwiększonym zapyleniu powietrza (obszary miejskie).

## IV. Koszty eksploatacyjne

Jednym z podstawowych kryteriów wyboru technologii źródła ciepła jest przyszły koszt eksploatacji. Obejmuje on nie tylko koszty nośnika energii (paliwa), ale także pozostałe koszty związane z eksploatacją. Koszty paliwa stanowią 40-90% kosztów całkowitych, zatem pominięcie pozostałych kosztów prowadziłoby do błędnych wyników.



Na powyższym wykresie przedstawiono koszty uzyskania jednostki ciepła w domu jednorodzinny, przy wykorzystaniu różnych nośników energii. Wykres uwzględnia również poniesione nakłady inwestycyjne, tzw. „koszt zdyskontowany”.



## V. Koszty inwestycyjne

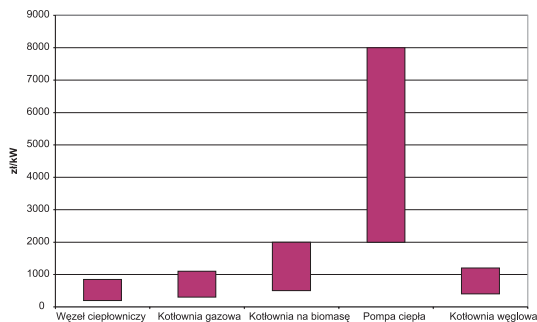
W skład kosztów inwestycyjnych źródła ciepła wchodzi m.in.:

- wykonanie dokumentacji,
- zakup urządzeń technologicznych (kotły, wymienniki, pompy itp.),
- zakup materiałów i wykonanie instalacji technologicznej (rurociągi, armatura, układy sterowania itp.),
- budowa instalacji:
  - kominowej,
  - wentylacyjnej,
  - elektrycznej,
  - sanitarnej,
- wykonanie koniecznych robót budowlanych,
- wykonanie przyłączy zewnętrznych,
- uzgodnienia formalne, nadzory techniczne i odbiory robót.

Dla celów planowania inwestycji i podejmowania decyzji o wyborze technologii, można posłużyć się danymi orientacyjnymi, które publikowane są w czasopismach fachowych oraz na stronach internetowych firm związanych z sektorem zaopatrzenia w ciepło.

Poniżej przedstawiono szacunkowe koszty budowy kompletnych źródeł (dla różnych źródeł o różnicowanej wielkości). Na wykresie podany jest koszt inwestycyjny przypadający na 1 kW mocy urządzenia (źródła ciepła). Zasadą jest, że im mniejsze źródło tym większy koszt jednostkowy.

Jednostkowe nakłady inwestycyjne



W niniejszym rozdziale znajduje się przegląd możliwych do zastosowania źródeł ciepła, a także informacje i uwagi, które mogą pomóc przy wyborze rodzaju i wielkości źródła ciepła.

### Ogrzewanie z sieci miejskiej – węzeł ciepłowniczy

Nowoczesny, zautomatyzowany węzeł ciepły należy dobierać na podstawie obliczeń, które określą moc cieplną węzła i jego regulację. Najwygodniejszym rozwiązaniem są prefabrykowane kompaktowe węzły ciepłownicze. Kompaktowe węzły ciepłownicze są urządzeniami w pełni wyposażonymi i gotowymi do pracy po ich podłączeniu do sieci ciepłowniczej i instalacji wewnętrznych budynku.

### Kotłownie opalane węglem

Kotły na paliwa stałe są najtańszymi w użytkowaniu urządzeniami grzewczymi, choć ich eksploatacja jest dość uciążliwa. Producenci starają się, by były one bardziej przyjazne dla użytkownika i dla środowiska. Najnowocześniejszą konstrukcją są **kotły z palnikiem retortowym**. Spalanie paliwa dozowanego przez podajnik następuje w specjalnie skonstruowanym palniku.

#### Cechy kotłów retortowych:

- proces spalania regulowany przez sterownik mikroprocesorowy,
- sprawność cieplna ponad 84%,
- płynna regulacja wydajności energetycznej w przedziale 30-100% mocy,
- praktycznie bezdymne spalanie – emisja pyłów kilkakrotnie niższa od dopuszczalnej.
- samooczyszczające się palenisko,
- podawanie węgla do paleniska sterowane automatycznie,
- w przypadku kotłów małej mocy uzupełnianie paliwa średnio raz na 3 do 7 dni,
- podstawowe paliwo: węgiel sortymentu „eko-groszek II”.

Cena kotła retortowego jest jednak wysoka i można ją porównać z ceną nowoczesnego kotła opalanego gazem.

## Kotłownie opalane biomasa

Podstawowym problemem związanym z niską wartością opałową biomasy oraz jej dużą objętością właściwą, jest konieczność rozwiązania problemu składowania i podawania paliwa do kotłów. Do wytworzenia tej samej ilości ciepła potrzebna jest kilkukrotnie większa objętość paliwa, niż w przypadku węgla.

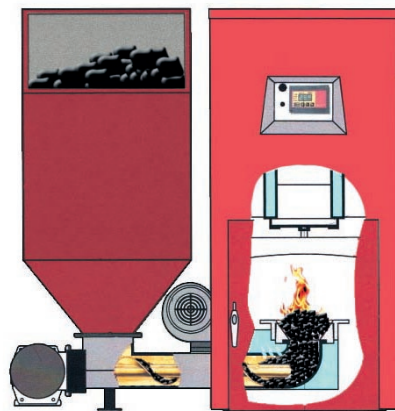
*Akumulacja ciepła. W celu zapewnienia ciągłości dostaw ciepła na wymaganym poziomie, konieczne jest zastosowanie zasobnika ciepła, dostarczającego ciepło w czasie przerw działania kotła oraz uzupełniającego moc cieplną w okresach, gdy kocioł pracuje z mniejszą wydajnością. Rolę zasobnika w domach jednorodzinnych może pełnić instalacja centralnego ogrzewania o dużej pojemności, jednak nawet w tym przypadku zalecane jest zastosowanie zasobnika ciepłej wody. W większych instalacjach, a także w przypadku stosowania dłuższych przerw w pracy kotłów, należy stosować zasobniki ciepła, w postaci zaizolowanych termicznie zbiorników wody. Wielkość zasobnika należy indywidualnie dobrać w zależności od zapotrzebowania na ciepło i przewidywanych długości przerw w pracy kotłów.*

## Kotły do spalania drewna

Drewno jest paliwem o dużej zawartości części lotnych (około 80%). Jego spalanie przebiega w kilku etapach: suszenie, piroliza, zgazowanie, dopalanie gazów oraz spalanie węgla drzewnego. Dla zapewnienia optymalnego wykorzystania ener-

gii zawartej w drewnie oraz ograniczenia powstawania zanieczyszczeń i ich emisji, **drewno należy spalać w kotłach specjalnie zaprojektowanych i skonstruowanych do spalania tego paliwa.**

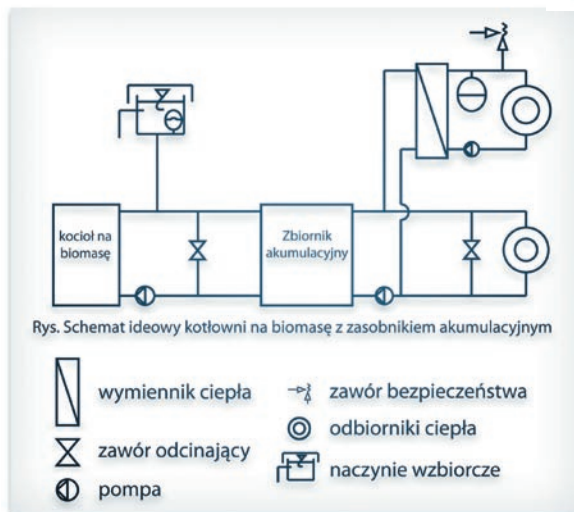
Do celów spalania drewna stosuje się czasem **kotły z przedpaleniskami**, w których to przebiega proces suszenia, pirolizy i zgazowania drewna, zaś właściwe spalanie odbywa się w tradycyjnym kotle dostawionym do przedpaleniska. Zastosowanie przedpaleniska pozwala niskim kosztem przystosować posiadane kotły węglowe do spalania drewna.



Kocioł retortowy

Najbardziej zaawansowanymi konstrukcjami kotłów są tak zwane **kotły zgazowujące**, składające się z dwóch komór. W jednej z nich następuje proces spalania drewna z niedoborem tlenu (zwany zgazowaniem), natomiast w drugiej spalane są części lotne (z nadmiarem tlenu).

Najszlachetniejszą formą paliwa drzewnego są **pelety**. Ich spalanie może odbywać się zarówno naruszcie kotła węglowego, jak również przy zastosowaniu specjalnych palników. Palniki te mogą również spalać ziarna zbóż, głównie





owśa, który w ostatnim roku stał się jednym z najtańszych biopaliw. Zastosowanie palników na pelety pozwala w prosty i niedrogi sposób przekształcić kocioł opalany olejem, gazem ziemnym lub płynnym, w kocioł na biomasę.

## Kominki

W domach jednorodzinnych o niskim zapotrzebowaniu na ciepło lub domach rekreacyjnych, bardzo dobrym źródłem uzupełniającym konwencjonalny system ogrzewania może być kominek o zamkniętej komorze spalania.

**Kominek ogrzewający powietrze** o mocy 8-20 kW, najczęściej zaopatruje w ciepło to pomieszczenie, w którym jest usytuowany. Możliwe jest jednak rozproszanie ciepłego powietrza po całym domu systemem kanałów powietrznych. Zarówno wentylator, filtr, jak i same kanały, ze względu na wysoką temperaturę ogrzanego powietrza, powinny być na nią odporne i dodatkowo izolowane termicznie. Rozwiązanie to jest bardzo wygodne szczególnie w domach rekreacyjnych, używanych okresowo.

**Kominek z płaszczem wodnym** dostosowany jest do współpracy z tradycyjną instalacją centralnego ogrzewania i może z powodzeniem pokryć potrzeby grzewcze budynku. Konieczne jest jednak stosowanie podstawowego źródła ciepła, włączającego się automatycznie w przypadku obniżenia się temperatury w pomieszczeniach ogrzewanych.

## Kotły na gaz ziemny

### Kotły jednofunkcyjne z zasobnikiem

Kocioł jednofunkcyjny ogrzewa dom, a jeśli podłączony jest do niego zasobnik, przygotowuje również ciepłą wodę użytkową. Zasobnik może mieć pojemność od kilkudziesięciu do kilkuset litrów. Wielkość zasobnika dobiera się do zapotrzebo-

wania na ciepłą wodę. Moc kotła dobiera się natomiast na podstawie strat ciepła budynku lub najwyższej wielkości strumienia ciepłej wody i wybiera się moc większą spośród tych dwóch wielkości.

Kocioł jednofunkcyjny z zasobnikiem musi być usytuowany w oddzielnym pomieszczeniu. Zasobnik może być ustawiony pod kotłem lub obok niego.

### Kocioł dwufunkcyjny przepływowy

Kocioł dwufunkcyjny przygotowuje wodę zarówno na potrzeby centralnego ogrzewania jak i c.w.u. Temperatura wody wypływającej z baterii, w instalacji zasilanej przez kocioł dwufunkcyjny, zależy od natężenia przepływu. Nowoczesne kotły dwufunkcyjne mogą dostosowywać swoją chwilową moc, czyli ilość wytwarzanego ciepła, do aktualnego zapotrzebowania na ciepło dla ogrzania budynku i podgrzania ciepłej wody. Kotły dwufunkcyjne podgrzewają wodę krążącą w instalacji centralnego ogrzewania, a w momencie odkręcenia kranu z ciepłą wodą przestawiają się i przygotowują ciepłą wodę użytkową.

### Kotły kondensacyjne

Tradycyjne kotły nie wykorzystują całej energii wytwarzanej w czasie spalania paliwa. Część tej energii, zwana **ciepłem kondensacji**, tracona jest z parą wodną zawartą w spalinach. Ciepło kondensacji można wykorzystać do ogrzewania wody w kotle, o ile para wodna zostanie skroplona (w procesie skraplania oddawana jest energia cieplna). Skroplenie (kondensacja) pary wodnej następuje, gdy spaliny zostaną schłodzone do odpowiednio niskiej temperatury, zwanej temperaturą punktu rosy. W praktyce wynosi ona około 55°C. Spaliny schładzane są przez wodę powracającą z instalacji centralnego ogrzewania do kotła, więc jej temperatura musi być odpowiednio niska. Z tego powodu parametry wody grzewczej w instalacji centralnego ogrzewa-

nia zasilanej przez kocioł kondensacyjny są niższe, niż w instalacji z kotłem tradycyjnym. W związku z tym, aby wykorzystać zalety kotłów kondensacyjnych, należy je stosować w instalacjach niskotemperaturowych. Stosowanie kotłów kondensacyjnych, w porównaniu z nowoczesnymi kotłami tradycyjnymi, pozwala zaoszczędzić do 11% gazu. Cena tego rodzaju kotłów systematycznie spada, zaś cena gazu szybko rośnie – zatem dodatkowe nakłady związane z zakupem kotła kondensacyjnego zwrócą się bardzo szybko.

### Pompy ciepła

Pompy ciepła, w których realizowany jest obieg identyczny z obiegiem chłodniczym, umożliwiają wytworzenie ciepła z praktycznie beзуytecznego ciepła o niskiej temperaturze. Można je wykorzystać do ogrzewania i wentylacji pomieszczeń lub przygotowania ciepłej wody użytkowej. Oczywiście proces podnoszenia temperatury wymaga doprowadzenia do pompy ciepła energii napędowej. Może to być energia elektryczna, mechaniczna lub energia chemiczna zawarta w paliwie pierwotnym, przy czym rodzaj energii napędowej zależy od konstrukcji i systemu pompy ciepła.

O efektywności pompy ciepła decyduje jakość energetyczna jej działania, zdefiniowana jako stosunek skutku działania pompy ciepła (tj. ilości ciepła użytecznego, uzyskanego w skraplaczu), do nakładu, który trzeba ponieść, aby ten skutek uzyskać (tj. do zużycia energii napędowej). Jakość energetyczna działania pomp ciepła nazywana jest **współczynnikiem wydajności grzewczej** (cieplnej) i oznaczana  $\phi$ . Wartość tego współczynnika zależy głównie od wymaganej temperatury zasilania odbiornika ciepła (instalacji centralnego ogrzewania, c.w.u. itp.) oraz temperatury źródła, z którego ciepło dostarczane jest do parowacza pompy ciepła.

Źródło dostarczające ciepło niskotemperaturowe, potrzebne do odparowania czynnika roboczego w parowaczu pompy ciepła, powinno charakteryzować się następującymi cechami:

- duża pojemność cieplna,
- możliwie wysoka i stała temperatura,
- brak zanieczyszczeń powodujących korozję elementów instalacji lub powstawanie osadów,
- łatwa dostępność,
- niskie koszty instalacji służącej do pozyskiwania i transportu ciepła.



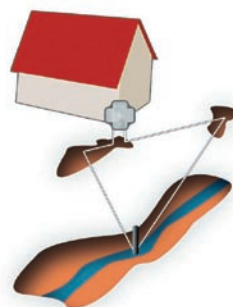
#### Pionowy (WPION)

- ▶ skalisty grunt
- ▶ duży koszt wykonania
- ▶ wykorzystuje mniejszą powierzchnię
- ▶ wysoka sprawność



#### Poziomy (WPOZ)

- ▶ wymagana większa powierzchnia
- ▶ tańsze wykonanie
- ▶ mniejsze budynki
- ▶ zmiany temperatury

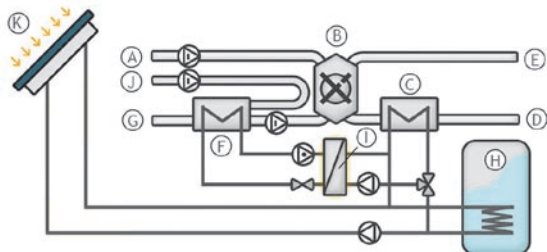


#### Studnia głębinowa (SG)

- ▶ ssanie+zattłaczanie
- ▶ najmniej kosztowny
- ▶ regulacje prawne
- ▶ zanieczyszcza się

Temperatura źródeł naturalnych (odnawialnych) zależy zarówno od ich rodzaju, jak i pory roku. Natomiast temperatura ciepła odpadowego (ze źródeł sztucznych) charakteryzuje się wartością wynikającą z przebiegu procesu technologicznego i na ogół nie zależy ona od pory roku.

Na rynku pojawiają się urządzenia zintegrowane, pozwalające na pokrycie całkowitego zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u., ogrzania pomieszczeń i wentylacji, wykorzystujące pompę ciepła. Schemat takiego urządzenia przedstawiono poniżej.



Rys. Schemat kompaktowego urządzenia z pompą ciepła do przygotowania ciepłej wody, ogrzania i wentylacji pomieszczeń.

Oznaczenia :

- A - powietrze zewnętrzne
- B - wymiennik przeciwprądowy
- C - nagrzewnica
- D - powietrze nawiewane
- E - powietrze wywiewane
- F - parowacz
- G - powietrze usuwane
- H - zasobnik c.w.u.
- I - pompa ciepła
- J - dodatkowe powietrze zewnętrzne
- K - kolektor słoneczny

Mała sprężarkowa pompa ciepła (o mocy około 1500 W) pobiera ciepło z usuwanego powietrza za wymiennikiem krzyżowym rekuperatora. Powietrze to, chociaż już schłodzone, i tak jest cieplejsze od zewnętrznego oraz zawiera ciepło utajone powstającej w budynku pary wodnej. Jeśli do wstępnego ogrzewania powietrza zewnętrznego zastosujemy wymiennik gruntowy, temperatura powietrza usuwanego za wymiennikiem płytowym nie powinna spaść poniżej 9°C. Schłodzenie tego powietrza do temperatury 0-2°C, pozwala otrzymać na parowaczu moc od 500 do 800 W. Taka prosta, niewielka i zintegrowana instalacja może odpowiadać za wentylację, ogrzewanie i przygotowanie c.w.u. w budynku energooszczędnym lub pasywnym.

Dzięki takiej instalacji, możliwe jest pokrycie całkowitego zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u. i ogrzania pomie-

szczeń (przy zużyciu energii elektrycznej na poziomie około 16 kWh/m<sup>2</sup>). Urządzenia takie są już dostępne na rynku polskim. Posiadają wielkość i wygląd lodówko-zamrażarki. Poza prostym montażem tych urządzeń, ich zaletą jest to, że do budynku nie musi być dostarczony żaden inny nośnik energii poza energią elektryczną. Pozwala to uniknąć dodatkowych kosztów wykonania przyłącza gazowego lub przyłącza do sieci ciepłowniczej. Oszczędza się też miejsce potrzebne na kotłownię.

## Ogrzewanie elektryczne

Na ogrzewanie elektryczne decydujemy się z różnych względów, takich jak np. brak dostępu do innych mediów czy ograniczone możliwości finansowe.

Nowoczesne grzejniki elektryczne są zazwyczaj stosowane jako uzupełnienie istniejącej instalacji centralnego ogrzewania, mogą też być jednak podstawowym sposobem ogrzewania domu. Należy pamiętać o tym, że przydział mocy w przypadku używania grzejników elektrycznych jest większy niż przy ogrzewaniu budynku węglem, gazem albo olejem.

Ogrzewanie elektryczne – to nie jeden system, a cała gama systemów, wykorzystujących do ogrzewania energię elektryczną w bardzo różny sposób. Systemy ogrzewania elektrycznego dzielą się na dwie podstawowe grupy:



- systemy ogrzewania bezpośredniego, w których urządzenia grzeją wtedy, gdy pobierają prąd z sieci,
- urządzenia ogrzewania akumulacyjnego, które magazynują ciepło w czasie poboru energii z sieci, a potem powoli oddają to ciepło do otoczenia.

## Ogrzewanie bezpośrednie

Przykładami urządzeń do elektrycznego ogrzewania bezpośredniego są: konwektory, elektryczne płyty promieniujące, grzejniki olejowe i grzejniki promieniujące kwarcowe.

W systemach elektrycznego **ogrzewania podłogowego** elementem grzejnym są kable, maty lub folie grzejne. Gdy przez ich elementy oporowe przepływa prąd, nagrzewają się i wydzielają ciepło, które jest następnie przekazywane przez podłogę do pomieszczenia.

## Ogrzewanie akumulacyjne

Ogrzewacze akumulacyjne, często zwane piecami akumulacyjnymi, są to urządzenia, które grzeją ciągle, chociaż są zasilane jedynie okresowo. Pracują one w dwóch występujących po sobie okresach: ładowania i rozładowania. **Ładowanie** jest czasem poboru energii elektrycznej, która jest przetwarzana na energię cieplną. Część energii cieplnej jest przekazywana pomieszczeniu, a pozostała ilość akumulowana. Gdy zasilanie zostaje wyłączone, rozpoczyna się **faza rozładowania**. Do pomieszczenia przekazywana jest energia cieplna zakumulowana w rdzeniu pieca. Ogrzewanie akumulacyjne umożliwia korzystanie ze specjalnej taryfy opłat za energię.

*Specjalna taryfa grzewcza, pozwala na korzystanie z energii elektrycznej do ogrzewania pomieszczeń, przy takim poziomie kosztów, jak przy wykorzystaniu innych nośników energii. Polega ona na stosowaniu ceny jednostki energii zróżnicowanej w ciągu doby. Niska cena obowiązuje w czasie nocy i przez krótki odcinek czasu w ciągu dnia. W pozostałym czasie cena jest wysoka, tzn. taka jak w zwykłej taryfie całodobowej lub nawet wyższa.*

## Ciepło z kolektora słonecznego

Kolektory słoneczne to elementy instalacji, które pośredniczą w zamianie energii słonecznej w ciepłą. W Polsce wykorzystuje się energię słoneczną przede wszystkim do przygotowania ciepłej wody i podgrzewania wody w basenach, rzadziej natomiast do ogrzewania budynków. W naszej strefie klimatycznej największe zapotrzebowanie na energię na cele grzewcze przypada na okres od października do maja, podczas gdy najbardziej korzystny do pozyskiwania energii słonecznej jest czas od marca do października. Z energii słonecznej można jednak korzystać przez cały rok, i to zarówno do podgrzewania wody, jak i ogrzewania domu. Trzeba jednak wykonać tak zwaną **instalację hybrydową** (solarną współpracującą z innym źródłem ciepła).

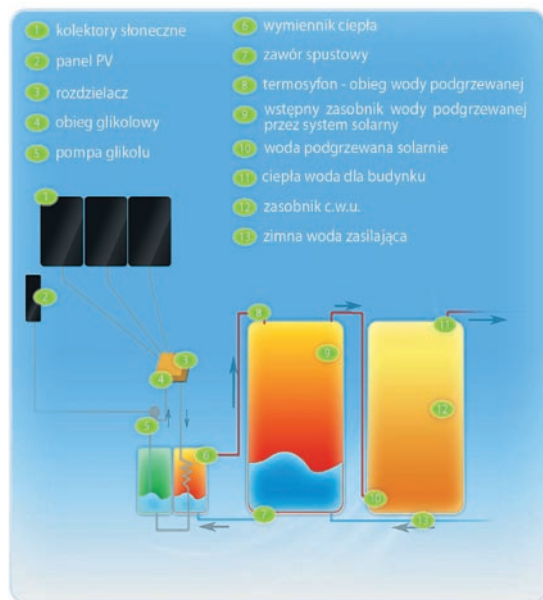
Przy montażu kolektorów, bardzo ważne jest zachowanie odpowiedniego – zapewniającego maksymalne pochłanianie energii słonecznej – kąta nachylenia do powierzchni Ziemi. W Polsce, latem najbardziej efektywny jest kąt 30°, a zimą 60°. Kolektor płaski, z którego będzie się korzystał wyłącznie latem, trzeba zamontować pod kątem 30° do powierzchni Ziemi, kolektor używany przez cały rok – pod kątem 45°. Kolektory płaskie i rurowe próżniowe z rurką ciepła, najlepiej jest montować na pości dachu lub jako wolnostojące od strony południowej.

Cena kolektora zależy od jego mocy i producenta. Do ceny samego urządzenia trzeba doliczyć koszty pozostałych elementów systemu: rur, zasobnika, dodatkowego wymiennika lub grzałki elektrycznej, pompy cyrkulacyjnej, zaworów, automatyki. Koszt eksploatacji to okresowy przegląd instalacji wymagany gwarancją, awariami i naturalnym zużyciem elementów instalacji.



cji. W układach z pompą cyrkulacyjną dochodzi jeszcze koszt energii elektrycznej do zasilania pompy. Przy zakupie urządzenia trzeba brać pod uwagę nie tylko dostępność serwisu oraz czas jego reakcji na zgłoszoną usterkę, ale także koszty przeglądów gwarancyjnych i pogwarancyjnych. Ważne jest także, aby mieć pewność, że za kilka lat firma będzie nadal istniała, świadczyła usługi i miała części zamienne.

**Z 1 m<sup>2</sup> kolektora można uzyskać rocznie od 1,3 do 2,3 GJ ciepła użytecznego, co pozwala na oszczędność od 60 do 180 zł rocznie.**



Schemat systemu solarnego podgrzewania wody

## Systemy ogrzewania hybrydowego i urządzenia wielofunkcyjne

Systemy ogrzewania hybrydowego wykorzystują energię pochodzącą z dwóch źródeł ciepła w jednej instalacji odbiorczej. Ogrzewanie hybrydowe (inaczej: łączone) stosowane jest najczęściej, jeśli do ogrzewania domu wykorzystuje się niekonwencjonalne źródła energii, np. kolektory słoneczne lub pompy ciepła. Do systemów

hybrydowych zalicza się również konwencjonalne urządzenia grzewcze na paliwo stałe współpracujące z urządzeniami gazowymi i olejowymi. Przykładem takiego rozwiązania jest połączenie w jednej instalacji grzewczej kominka z zamkniętą komorą lub kotła opalanego biomasą z kotłem gazowym lub olejowym.

W systemach łączonych, jedno ze źródeł energii, np. kolektor słoneczny lub pompa ciepła, pokrywa część zapotrzebowania domu na ciepło i ciepłą wodę użytkową. Pozostałą część energii zapewnia drugie, konwencjonalne źródło. To drugie źródło musi jednak mieć możliwość pokrycia 100% zapotrzebowania domu na ciepło i ciepłą wodę. Jego zadaniem jest dostarczenie wystarczającej ilości ciepła do ogrzania całego domu w czasie, kiedy np. warunki atmosferyczne nie pozwolą na korzystanie z urządzenia wykorzystującego alternatywne źródło energii. Synchronizacją pracy obu źródeł steruje aparatura kontrolno-pomiarowa, czujniki, regulatory i termostaty.

Coraz częściej stosuje się systemy hybrydowe łączące tradycyjne ogrzewanie z pompą ciepła. W przypadku pomp ciepła korzystających z energii o stałej temperaturze, czyli wód głębinowych czy głębokich partii gruntu, nie jest potrzebne wspomaganie dodatkowymi urządzeniami grzewczymi. Są to jednak rozwiązania kosztowne w realizacji. Prostsze są instalacje pomp ciepła pobierające energię z płytkich warstw gruntu (z około 1,5 m głębokości), lub z powietrza ogrzanego promieniami słońca. Te jednak wymagają zimą wspomaganie dodatkowym urządzeniem grzewczym.

**Instalacja hybrydowa należy do rozwiązań o wysokim stopniu zaawansowania technologicznego. Jej wydajność zależy w dużej mierze od dokładnego projektu i zestawienia ze sobą w najbardziej korzystny sposób wszystkich wchodzących w jej skład urządzeń.**

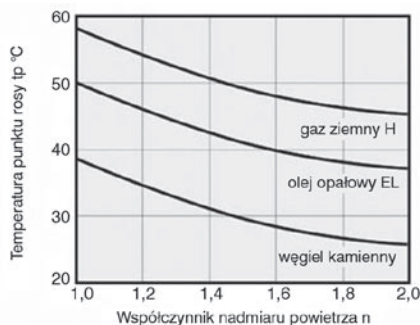
### 3.10. INSTALACJE KOMINOWE

Wykorzystanie własnego źródła ciepła wymaga przede wszystkim zaprojektowania odpowiedniego sposobu odprowadzenia spalin, a więc odpowiedniego kominu.

Do współpracy ze współczesnymi urządzeniami grzewczymi dostosowano obecnie cały szereg rozwiązań instalacji kominowych. Poza tradycyjnymi **kominami podciśnieniowymi**, coraz powszechniej stosowane są **systemy spalinowe i powietrzno-spalinowe**, przeznaczone do pracy z kotłami z zamkniętą komorą spalania bądź kotłami kondensacyjnymi.

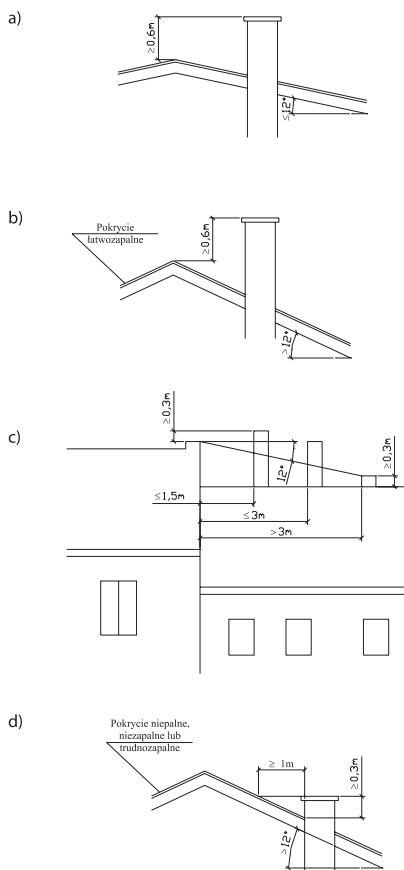
Nowoczesne kotły pracują cyklicznie, tzn. włączają się i wyłączają wielokrotnie w trakcie pracy, a temperatura wytwarzanych spalin jest o wiele niższa w porównaniu do temperatury spalin ze starych kotłów na paliwa stałe. W związku z tym, ściany tradycyjnego murowanego kominu nigdy nie zdążyłyby nagrzać się do temperatury wyższej od temperatury punktu rosy, a w konsekwencji w kominie stale wykraplałyby się para wodna, powodując jego niszczenie. Trzeba mieć na uwadze powyższe niekorzystne uwarunkowania, które wynikają z samego charakteru procesu spalania. Kminy muszą być dobrze zaizolowane termicznie i wykonane z materiałów niewrażliwych na działanie wilgoci.

Przykładowe punkty temperatury rosy w zależności od rodzaju paliwa przedstawia poniższy diagram.



Przy instalowaniu nowoczesnych urządzeń grzewczych zaleca się stosowanie systemowych rozwiązań kominowych, które są wykonane z materiałów niepalnych, charakteryzują się odpowiednią odpornością na wysokie temperatury, mokre i agresywne spaliny oraz korozję budowlaną.

**Efektywna wysokość kominu**, mierzona od trójnika do wylotu ponad dach, nie może być mniejsza niż 4 m. Wyloty kominów muszą być wyprowadzone na odpowiednią wysokość ponad dach. Ograniczenia dotyczące usytuowania wylotów kominów zgodnie z PN-89 /B – 10425 przedstawiono na poniższych schematach.

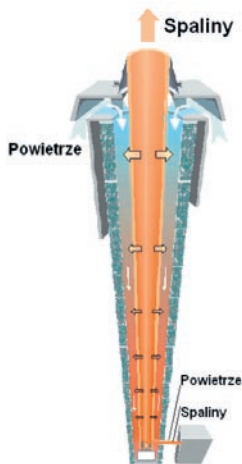


Usytuowanie wylotów kominu

## Klasyfikacja kominów

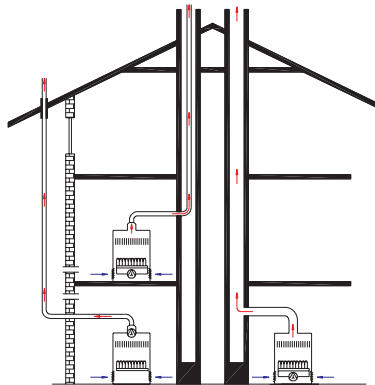
W budownictwie mieszkaniowym najczęściej stosowanymi urządzeniami grzewczymi są kotły, które zgodnie z przyjętą klasyfikacją unijną posiadają oznaczenia typu „B” i „C”. Urządzenia typu „B” to kotły z „**otwartą komorą spalania**” tj. kotły, które pobierają powietrze potrzebne do spalania z pomieszczenia, w którym kocioł jest zabudowany. Kotły oznakowane typem „C” to urządzenia grzewcze posiadające „**zamkniętą komorę spalania**”, w większości wyposażone w wentylator, dzięki czemu odprowadzenie spalin i pobieranie powietrza może być wymuszane przez wentylator.

Kotły tego typu wymagają zastosowania specjalnych powietrzno-spalinowych systemów kominowych. Umożliwiają one pracę przyłączonych kotłów, niezależnie od ilości powietrza w pomieszczeniu. Wyeliminowane zostają w ten sposób problemy ze spalaniem w przypadku zbyt szczelnych okien. Powietrze do spalania transportowane jest z wylotu kominowego do paleniska strumieniem przeciwnym do gazów spalinowych, dzięki czemu w kominie koncentrycznym uzyskujemy korzystny efekt wymiennika ciepła, który podwyższa sprawność kotła.

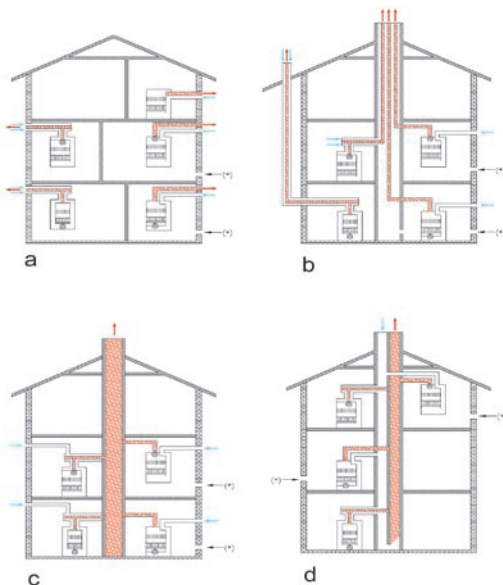


Rys. 1. Wymiennik ciepła

Na rysunku 2 przedstawiono kilka przykładowych rozwiązań kominów odprowadzających spaliny z urządzeń gazowych typu „B” (atmosferycznych), natomiast na rysunkach 3a, 3b, 3c i 3d, zaprezentowano schematy instalacji spalinowych i powietrzno-spalinowych stosowanych w kotłach z zamkniętą komorą spalania oraz kotłach kondensacyjnych.



Rys. 2



Rys. 3 Przekroje instalacji spalinowych i powietrzno-spalinowych w kotłach z zamkniętą komorą spalania oraz w kotłach kondensacyjnych



Szczególną uwagę należy zwrócić na instalacje spalinowe pracujące w nadciśnieniu. Przy takim trybie pracy, ze względu na wymaganą wysoką szczelność, mogą być zastosowane jedynie systemy kominowe, które posiadają odpowiednie certyfikaty do pracy w nadciśnieniu, pozwalające na zastosowanie ich w budownictwie. Pamiętać należy, że w przypadku zastosowania systemów spalinowych rozdzielnych, tj. osobny przewód spalinowy i odrębne doprowadzenie powietrza (rys. 3c), niezbędne jest wykonanie w pomieszczeniu zabudowy kotła sprawnie działającej wentylacji wywiewno-nawiewnej.

Z wielką ostrożnością należy traktować również sposób wyrzutu spalin z kotłów z zamkniętą komorą spalania przez ścianę na zewnątrz budynku. Czasami oszczędności z tytułu niższych kosztów takich instalacji niweczą skutki w postaci np. zniszczenia i uszkodzenia elewacji w okresie zimowym wywołanym przez mokre spaliny. Przy niewłaściwie wyprowadzonym przewodzie spalinowym, braku zachowania należytych odległości wylotu kanału spalinowego od okien, balkonów, drzwi wejściowych czy kratki wentylacyjnych może dojść w zależności od kierunku i prędkości wiatru do przenikania spalin do pomieszczeń mieszkalnych.

W budynkach wielorodzinnych przepisy zezwalają na wyrzut boczny spalin jedynie z urządzeń o mocy do 5 kW, w budynkach jednorodzinnych do 21 kW.

*Nowoczesny komin jest stałym elementem substancji budowlanej i dlatego powinien być uniwersalnie zaplanowany, tak aby również przyszłe generacje kotłów grzewczych mogły być bez problemu podłączone. Jest to ważne ze względu na krótki okres użytkowania kotła grzewczego w porównaniu z kominem. Jeżeli zostanie wybrany przewód spalinowy, który nie jest przeznaczony do innego systemu grzewczego, zmiana będzie wymagała zmiany komina.*

Kominy powinny spełniać wymagania zharmonizowanych norm technicznych w tym normy przewodniej PN EN 1443 oraz przepisów budowlanych określających możliwości zastosowania właściwych rozwiązań konstrukcyjnych i materiałowych w określonych warunkach pracy komina. Używane do wykonania komina elementy muszą być przez producenta oznakowane krajowym znakiem budowlanym lub znakiem europejskim „CE”, powinny także posiadać oznakowanie warunków i dopuszczalnych parametrów stosowania. Przed rozpoczęciem użytkowania kominy i instalacje spalinowe muszą być sprawdzone i odebrane przez uprawnionego mistrza kominarskiego.



### 3.11. INSTALACJA CENTRALNEGO OGRZEWANIA

System zaopatrzenia w ciepło to źródło oraz instalacje wewnętrzne. Wszystkie elementy powinny ze sobą współpracować po to, aby jak najefektywniej wykorzystać energię dostarczoną do budynku, zapewnić komfort, a także skłaniać do oszczędnej eksploatacji.

#### Instalacja o małej pojemności – właściwa dla źródeł o dużej dynamice

Instalacja centralnego ogrzewania współpracująca ze źródłem ciepła o dużej dynamice, powinna posiadać małą pojemność wodną. Minimalizacja zładu wodnego, czyli ilości wody krążącej w instalacji, powoduje że instalacja centralnego ogrzewania reaguje o wiele szybciej na zmiany temperatury wody zasilającej, przygotowywanej w źródle ciepła, a tym samym szybciej reaguje na zmianę zapotrzebowania na moc cieplną budynku. W ten sposób zwiększa się możliwości regulowania instalacji i poprawia jej sprawność regulacji. Instalacje centralnego ogrzewania, dostosowane do źródeł ciepła o dużej dynamice, powinny być zbudowane jako instalacje zamknięte (czyli ciśnieniowe, z zamkniętym, przepornym naczyniem wzbiorczym). Grzejniki powinny mieć małą pojemność cieplną. Najlepiej sprawdzają się grzejniki stalowe płytowe lub konwektorowe, wyposażone w zawory termostatyczne i zawory odpowietrzające. Pompa obiegowa powinna być bezdławicowa i hermetyczna. Należy ją instalować na rurociągu powrotnym, ze względu na niższą temperaturę przetłaczanej przez nią wody.

#### Instalacja o dużej pojemności – dostosowana do kotłów na paliwa stałe

Specyfika paliwa stałego i kotła do jego spalania, narzuca instalacji pewne trudne lub nawet niemożliwe do uniknięcia rozwiązania. Kotły na paliwa stałe, instalowane

w domach jednorodzinnych, muszą być zamontowane w instalacji centralnego ogrzewania systemu otwartego, z otwartym naczyniem wzbiorczym.

Instalacja centralnego ogrzewania z kotłem na paliwo stałe, może być zaprojektowana jako **grawitacyjna** (czyli wykorzystująca zjawisko zmiany gęstości wody wywołane zmianą jej temperatury) lub **pompowa** (wyposażona w pompę, zamontowaną na przewodzie zasilającym lub powrotnym).

Instalacje na paliwo stałe powinny mieć większą pojemność wodną niż instalacje dostosowane do źródeł ciepła o dużej dynamice. Związane jest to z dużą bezwładnością cieplną kotłów opalanych paliwem stałym. Duża pojemność zmniejsza ryzyko niebezpiecznych zjawisk, takich jak niekontrolowany wzrost temperatury wody instalacyjnej czy jej zagotowanie w kotle.

#### Instalacja niskotemperaturowa

Instalacje niskotemperaturowe, czyli pracujące przy niskich parametrach wody grzewczej, powinny być zasilane z niskoparametrowych źródeł ciepła – kotłów kondensacyjnych lub pomp ciepła.

Instalacje niskotemperaturowe mogą być zbudowane jako układy o małej pojemności wodnej. Zmniejsza się dzięki temu ich bezwładność cieplną, co pozwala na szybkie dostosowanie ilości dostarczanego do budynku ciepła, w zależności od jego chwilowych potrzeb. W układach takich rośnie również sprawność regulacji.

Instalacje niskotemperaturowe mogą być zbudowane również jako układy o średniej i dużej pojemności wodnej. Dzięki zastosowaniu palników modułowych w kotłach kondensacyjnych, proces dostawy ciepła do budynku jest maksymalnie zoptymalizowany.



Przy zwiększonej pojemności wodnej instalacji grzewczej, cykl pracy i postoju palnika zostaje maksymalnie wydłużony, co korzystnie wpływa na ekonomiczny bilans ogrzewania budynku, jak również na obniżenie bezpośredniego wpływu kotła na środowisko.

Zwiększona pojemność wodna instalacji jest również korzystnym elementem, mającym bezpośredni wpływ na ekonomiczny sposób pracy pompy ciepła, przy jednocześnie zachowanym korzystnym oddziaływaniu na eksploatację tych urządzeń.

Instalacje centralnego ogrzewania zasilane ze źródeł niskotemperaturowych, powinny być wyposażone w grzejniki konwekcyjne płytowe lub konwektorowe, bądź w grzejniki płaszczyznowe – podłogowe lub ściennie.

### 3.12. WODOOSZCZĘDNE INSTALACJE CIEPŁEJ WODY

W wielkości dobowego zużycia wody, można wyróżnić **zużycie racjonalne** (niezbędne) oraz **straty wody**. Pod pojęciem racjonalnego zużycia wody rozumie się tę ilość wody, która w pełni zaspokaja wszystkie potrzeby człowieka. Straty powstają w wyniku przecieków wody oraz jej marnotrawstwa. Źródłem marnotrawstwa wody może być np. niedostateczne wyposażenie sanitarne mieszkań. Przykładowo, brak umywalki w łazience powoduje konieczność mycia rąk pod baterią wannową (baterią o dużej wydajności), co powoduje nadmierne zużycie wody, a więc jej marnotrawstwo.

*W czasie 30 sekund mycia rąk pod baterią umywalkową z perlatoem zużywa się od 3 do 4 dm<sup>3</sup> wody, natomiast w tym samym czasie i dla tej samej czynności, korzystając z baterii wannowej, zużyje się od 8 do 10 dm<sup>3</sup> wody.*

Sposoby oszczędzania wody w bateriach czerpalnych można ogólnie podzielić na te, które umożliwiają zmniejszenie wypływu wody z baterii oraz te, które mają na celu skrócenie czasu korzystania z baterii.

**Perlator** powoduje wytworzenie mieszaniny wodno-powietrznej, która zmniejsza udział wody w całkowitym strumieniu wypływającym z wylewki baterii. Perlator powoduje znaczne zmniejszenie przepływu wody, w rezultacie czego zmniejszają się wahania ciśnienia w instalacji wodociągowej oraz znacznie zmniejsza się zużycie wody. Zastosowanie perlatora powoduje zmniejszenie marnotrawstwa wody, natomiast użycie regulatora wydatku może prawie całkowicie wyeliminować marnotrawstwo.

**Zamiana baterii dwuuchwytowej na jednouchwytową** umożliwia zmniejszenie przepływu wody nawet o 25%. Wy-

nika to z faktu, że w baterii jednouchwyto-  
wej można szybciej ustawić żądaną  
temperaturę wypływającej wody. Kon-  
strukcja mieszacza w baterii jednouchwy-  
towej umożliwia utrzymywanie przez  
cały czas takiej samej pozycji mieszania  
wody zimnej i ciepłej. W tradycyjnej bate-  
rii dwuuchwytowej temperatura wody  
zmieszanej może się wahać, w zależności  
od konstrukcji i stopnia zużycia głowic  
w zaworach wody zimnej i ciepłej.

**Ograniczniki wypływu** mogą spełniać  
podwójną funkcję w baterii czerpalnej:

- wstępnie ograniczają strumień wypływa-  
jącej wody do 60% jego maksymalnego  
wypływu,
- wstępnie ograniczają wypływ wody cie-  
płej do takiej jej ilości, aby woda zmieszana  
wypływająca z wylewki miała tem-  
peraturę około 37°C, czyli taką, która jest  
najczęściej używana.

W bateriach z ogranicznikami wy-  
pływu można szybko ustawić żądaną  
temperaturę wody, bez konieczności jej  
wcześniejszego sprawdzania. Ten prosty  
mechanizm umożliwia skrócenie czasu  
wypływu wody z baterii czerpalnej, bez  
ograniczania potrzeb higienicznych użyt-  
kownika.

**Baterie termostatyczne** utrzymują  
stałą temperaturę wypływającej wody,  
niezależnie od zmian temperatury i ci-  
śnienia wody zasilającej baterię. Są stosowa-  
ne najczęściej jako baterie wannowe  
i prysznicowe. Zasada działania tych bate-  
rii umożliwia skrócenie do minimum cza-  
su nieużytecznego, tzn. czasu potrzebnego  
na ustawianie właściwej temperatury  
wody w trakcie trwania kąpieli.

**Baterie bezdotykowe** są wyposażone  
w sensory, które automatycznie sterują  
włączaniem i wyłączaniem wypływu wody.  
Działanie i konstrukcja baterii eliminują

do minimum wpływ nawyków użytkowni-  
ka na zużycie wody (np. otwarty wypływ  
podczas mydlenia rąk lub mycia zębów).  
Woda zaczyna wypływać w momencie  
zbliżenia rąk do baterii i automatycznie  
przestaje płynąć po umyciu rąk. Wielkość  
przepływu i temperatura wody jest wcze-  
śniej ustawiona i nie musi być regulowa-  
na podczas każdego korzystania z baterii.  
Regulatory przepływu, które są zainsta-  
lowane w bateriach bezdotykowych za-  
pewniają wypływ zawsze takiej samej ilo-  
ści wody, niezależnie od ciśnienia wody  
zasilającej baterię, tj. około 6 dm<sup>3</sup>/min  
(0,1 dm<sup>3</sup>/s).

*Przy uwzględnieniu zastosowania regulatorów przepływu oraz skrócenia cza-  
sów trwania poszczególnych operacji podczas korzystania z baterii umywal-  
kowych, można oszacować, że baterie bezdotykowe umożliwiają oszczędność  
wody do 50%, w porównaniu z bateriami tradycyjnymi dwuuchwytoowymi.  
W przypadku baterii prysznicowych wymiana baterii dwuuchwytowej na bez-  
dotykową umożliwiła do 60% oszczędności zużywanej wody.*

W poniższej tabeli przedstawiono rodzaje  
baterii czerpalnych i urządzeń do poboru  
wody, zalecane do poboru wody do różnych  
celów. Poszczególne konstrukcje urządzeń  
wymieniono w kolejności od najbardziej  
oszczędzających wodę do konstrukcji mniej  
oszczędnych.

Miejsce zainstalowania (przybór sanitarny):	Rodzaje zalecanych baterii czerpalnych i urządzeń do poboru wody
Zlewozmywaki	bateria bezdotykowa, jednouchwyto- wa z ogranicznikiem wypływu, jednouchwyto- wa z ogranicznikiem temperatury
Umywalki	bateria jednouchwyto- wa z ogranicznikiem temperatury
Wanny	bateria jednouchwyto- wa z ogranicznikiem wypływu, z ogranicznikiem temperatury, bateria termostatyczna
Natryski	bateria z eko-przyciskiem, bateria termo- statyczna
Ustępy spłukiwane	plączki zbiornikowe 3/9 dm <sup>3</sup> , 4,5/9 dm <sup>3</sup> , 6/9 dm <sup>3</sup>
Bidety	bateria jednouchwyto- wa z ogranicznikiem wypływu, bateria jednouchwyto- wa z ogranicznikiem temperatury

## Zabezpieczenie instalacji ciepłej wody przed rozwojem bakterii Legionella

Podstawowym zabezpieczeniem projektowanej instalacji wody ciepłej jest zaprojektowanie jej zgodnie z wymaganiami obowiązującego prawa, norm i wytycznych<sup>1</sup>.

Dla nowych, projektowanych instalacji wodociągowych, szczególnie wymagania dotyczą następujących elementów:

- podgrzewacze wody ciepłej,
- materiały instalacyjne,
- instalacje,
- armatura.

Miejscowe przepływowe podgrzewacze wody ciepłej, o objętości własnej nie większej od 3 dm<sup>3</sup>, mogą być stosowane bez dodatkowych środków zapobiegających wzrostowi bakterii Legionella. Wypływ ciepłej wody z podgrzewacza musi umożliwiać utrzymanie przepisowej temperatury minimum 60°C.

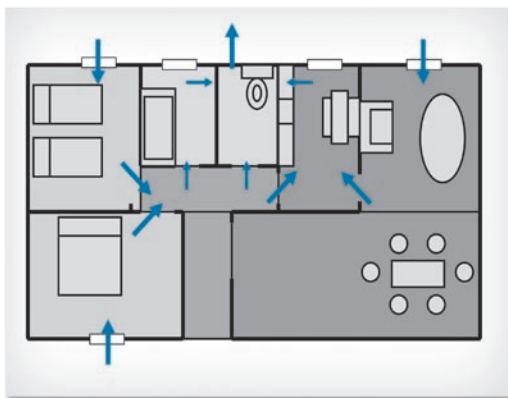
Urządzenia do podgrzewania ciepłej wody powinny być skonstruowane tak, aby całkowita zawartość podgrzewacza była podgrzana przynajmniej raz na dzień do temperatury 60°C.

Z uwagi na ryzyko pojawienia się w trakcie eksploatacji instalacji bakterii Legionella, należy przede wszystkim zapewnić optymalne wartości temperatury pracy tych instalacji. Oznacza to, że przewody instalacji wody zimnej należy chronić przed podgrzewaniem, a przewody instalacji wody ciepłej należy tak projektować, aby temperatura wody w niej zawartej nie obniżyła się poniżej 55°C.

1. W Polsce obowiązują w tym przypadku: Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 w sprawie warunków, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75 z 2002 r, zm. Dz.U. nr 33 z 2003 r, Dz. U. nr 109 z 2004 r.) oraz norma PN-92/B-01706/Az1:1999. Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu.

## 3.13. WENTYLACJA

Podstawową rolą systemu wentylacji jest sprawna wymiana powietrza w budynku (które stale ulega zanieczyszczeniu) na świeże (zewnętrzne). Dobrze działająca wentylacja usuwa wszelkie zanieczyszczenia znajdujące się w powietrzu – wilgoć, zapachy, szkodliwe lub uciążliwe gazy emitowane przez materiały budowlane i wykończeniowe. Wentylacja powinna także zapewnić dopływ odpowiedniej ilości powietrza, niezbędnego do spalania gazu w domowych urządzeniach zasilanych gazem, a także, w sytuacjach awaryjnych, usuwać spaliny, które mogą się wydostawać z wadliwych urządzeń.



Schemat przepływu powietrza przez mieszkanie (wentylacja naturalna grawitacyjna)

W sezonie grzewczym, wraz z wymianą powietrza w budynku, konieczne jest jego ogrzewanie. W budynkach energooszczędnych znaczna część ciepła zużywanego na ogrzewanie jest przeznaczona na podgrzanie powietrza wentylacyjnego. Dlatego ważne jest, aby wentylować budynek w sposób racjonalny. Nie oznacza to, że można zmniejszać intensywność wymiany powietrza, kosztem jakości mikroklimatu w budynku. Warto przede





wszystkim ocenić potrzeby wentylacyjne budynku, wynikające z jego wielkości i sposobu użytkowania. Do tak określonych potrzeb trzeba dostosować system wentylacji, który pozwoli je zaspokoić. Wśród wielu możliwych do zastosowania systemów wentylacji trzeba wybrać taki, którego eksploatacja pozwoli zminimalizować roczne zużycie energii.

*Energooszczędny system wentylacji powinien umożliwiać regulację intensywności wymiany powietrza w sytuacjach gdy zmieniają się potrzeby. Jednocześnie do jego zasilania nie powinno się zużywać zbyt wiele energii.*

Poprawnie działająca wentylacja musi zapewnić nie tylko dopływ świeżego powietrza z zewnątrz do pokoi mieszkalnych, ale także umożliwić przepływ powietrza przez mieszkanie i jednocześnie asymilowanie zanieczyszczeń, a następnie sprawne usunięcie zanieczyszczonego powietrza na zewnątrz budynku. Do wyboru jest wiele różnych rozwiązań.

**Wentylacja naturalna** (zwana potocznie grawitacyjną) działa dzięki siłom natury. Powietrze dostaje się do budynku w sposób naturalny – najskuteczniej przez **nawiewniki**, czyli specjalne elementy umieszczone w oknach lub ścianach zewnętrznych. Usuwane jest także w sposób naturalny, dzięki różnicy temperatury wewnątrz i na zewnątrz budynku. Do usuwania powietrza służą **kanały wywiewne**. Największą wadą tego systemu wentylacji jest to, że działa z różną skutecznością w ciągu roku, a jednocześnie praktycznie nie ma możliwości regulacji. Nie zapewnia więc on oczekiwanej wymiany powietrza w budynku. W okresie najniższych zimowych temperatur może działać znacznie intensywniej niż to konieczne i powodować znaczne straty energii cieplnej.

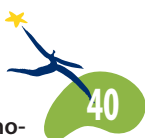
**Wentylacja mechaniczna** to taki sposób wentylowania budynku, w którym wymiana powietrza następuje dzięki pracy

wentylatorów. Podstawową zaletą wentylacji mechanicznej jest możliwość określenia wydajności systemu wentylacji już na etapie projektowania budynku, a następnie wykonanie instalacji, która będzie działać niezależnie od pory roku i panujących warunków. Dzięki temu zapewnia się bardzo dobrą jakość powietrza w budynkach. Jednocześnie można wpływać na intensywność wentylacji w trakcie eksploatacji. Możliwych jest wiele rozwiązań.

### **Wentylacja mechaniczna wywiewna**

to system, w którym stosuje się najczęściej jeden centralny wentylator, którego zadaniem jest usuwanie zanieczyszczonego powietrza z budynku. Powietrze jest usuwane z łazienek, toalet, kuchni, pomieszczeń pozbawionych okien za pomocą sieci kanałów wywiewnych, połączonych z wentylatorem. W miejsce powietrza usuwanego, do budynku dostaje się świeże powietrze zewnętrzne. Do kontrolowanego doprowadzenia powietrza służą nawiewniki, podobne jak w wentylacji naturalnej, umieszczane w oknach lub ścianach zewnętrznych.

Wydajność takiego systemu wentylacji można regulować, zmieniając prędkość obrotów wentylatora lub regulując wielkość przepływu powietrza przez nawiewniki i kratki wywiewne. Wentylator może pracować ze zmniejszoną wydajnością na przykład wtedy, gdy w domu nie ma mieszkańców lub w czasie nocy. Wielkość przepływu powietrza przez nawiewniki i kratki wywiewne może być regulowana na przykład poziomem wilgotności powietrza w pomieszczeniach, uzależnionej w głównej mierze od aktywności domowników. Wraz ze wzrostem wilgotności wydajność może być zwiększana, a gdy wydzielenie wilgoci zmniejsza się, przepływ powietrza przez nawiewniki i kratki wywiewne zmniejsza się.

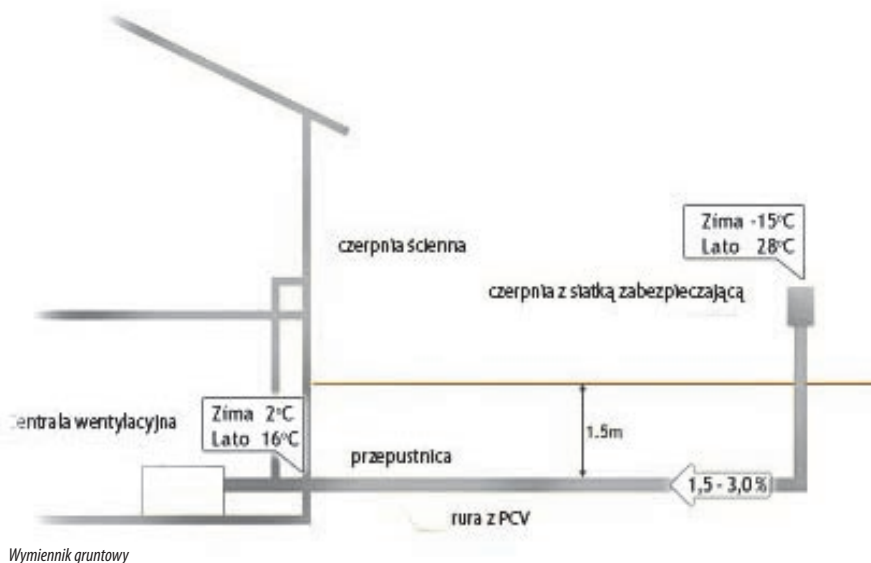


**Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna** to bardziej rozbudowany system, składający się z centrali wentylacyjnej oraz sieci kanałów transportujących powietrze. W centralce wentylacyjnej znajdują się dwa wentylatory. Jeden z nich zapewnia nawiew świeżego powietrza zewnętrznego, drugi usuwa zanieczyszczone powietrze wewnętrzne.

Część kanałów służy do transportu świeżego powietrza. Nawiew jest doprowadzany do pokoi. Pozostałe kanały służą do transportu powietrza zanieczyszczonego. Usuwa je przede wszystkim z kuchni, łazienek i toalet. W centralce wentylacyjnej z reguły znajduje się dodatkowy element – wymiennik ciepła. Potocznie taka centralka jest nazywana **rekuperatorem**. Jej zaletą jest to, że wymiennik ciepła pozwala odzyskiwać ciepło z powietrza usuwanego z budynku. Odzyskana w ten sposób energia służy do podgrzania powietrza pobieranego z zewnątrz, zmniejsza więc zapotrzebowanie na energię do ogrzewania. Jest wiele różnych konstrukcji wymienni-

ków ciepła: **krzyżowe**, **przeciwprądowe**, **obrotowe**. Różnią się one konstrukcją, sposobem działania i zdolnością odzyskiwania ciepła, czyli tak zwaną sprawnością. Wymiennik pozwala odzyskać od 50 do około 90% energii zmagazynowanej w powietrzu, które jest usuwane z budynku.

System wentylacji nawiewno-wywiewnej można dodatkowo wyposażać w tak zwany **gruntowy wymiennik ciepła**. Jest to system specjalnych kanałów umieszczonych pod powierzchnią ziemi lub specjalne żwirowe złożo, przez które przepływa powietrze czerpane z zewnątrz (zanim trafi do centrali wentylacyjnej). Ponieważ wymiennik gruntowy jest umieszczony na pewnej głębokości, jego temperatura utrzymuje się przez cały rok na poziomie około 10°C, czyli takim jak temperatura otaczającego go gruntu. Dzięki temu, w czasie zimy powietrze przepływające przez taki wymiennik podgrzewa się wstępnie, co zmniejsza zapotrzebowanie na energię cieplną do jego ogrzania. W okresie letnim natomiast, powietrze czerpane z zewnątrz jest w wymienniku gruntowym schładzane.





**Wentylacja hybrydowa** jest połączeniem wentylacji naturalnej i mechanicznej. Można o niej mówić wtedy, gdy instalacja działa naprzemiennie w sposób mechaniczny i naturalny lub gdy działania obydwu systemów uzupełniają się wzajemnie. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu elementów sterujących pracą obydwu układów, monitorujących warunki zewnętrzne i parametry pracy instalacji wentylacyjnej. Czujniki sprzężone z układem sterowania, umożliwiają przełączanie trybu pracy systemów – naturalnego i mechanicznego.

Zasada działania wentylacji hybrydowej sprowadza się do tego, że działa ona w sposób naturalny, w czasie gdy sprzyjają temu warunki wewnętrzne i zewnętrzne, natomiast gdy są one niewystarczające do sprawnej wymiany powietrza, system zaczyna działać w sposób mechaniczny. W alternatywnej koncepcji, system działa w sposób mechaniczny, a zawsze gdy to możliwe jest wspomagany lub zastępowany przez naturalną wymianę powietrza.

W znanych w Polsce rozwiązaniach wentylacji hybrydowej stosowane są specjalne nasady kominowe zasilane energią elektryczną. Ich cechą charakterystyczną jest to, że podczas pracy wytwarzają w kanałach wywiewnych niewielkie podciśnienie, zbliżone do tego jakie wytwarza wentylacja naturalna. Cechą dostępnych nasad do wentylacji hybrydowej jest także ich bardzo niskie zapotrzebowanie na energię elektryczną.

*Budynek, w którym wentylacja działa mało wydajnie jest narażony na zawilgocenie, a w konsekwencji nawet i na zagrzybienie, które trudno usunąć. Ponadto mieszkańcy takiego budynku są narażeni na złe samopoczucie – chroniczne uczucie zmęczenia i reakcje alergiczne prowadzące do astmy. Warto więc zadbać o właściwą jakość powietrza, jakim będzie się oddychać.*

## 4. INFORMACJE PRAKTYCZNE

### 4.1. PROJEKT I POZWOLENIE NA BUDOWĘ

#### Projekt budowlany

Budowę budynku należy realizować na podstawie projektu, w którym poza normalną zawartością przewidzianą w przepisach, powinny być podane niezbędne szczegóły związane z zapewnieniem energooszczędności, a także jednoznacznie określone materiały, ich rodzaj i odmiana (z powołaniem się na właściwą Polską Normę lub Aprobatację Techniczną). Obowiązują też wymagania podane w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki. (Dz.U.12/2002 poz. 114) oraz rozporządzenia wprowadzającego zmiany warunków technicznych (Dz.U. 201/2008, poz.1238) dotyczących izolacji cieplnych i szczelności, których prawidłowe wykonanie decyduje o zamierzonym efekcie. Ważną częścią projektu jest charakterystyka energetyczna budynku.

Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości projektu budowlanego określa rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U.120/2003 poz.1133.) wraz z wprowadzonymi zmianami (Dz.U. 201/2008, poz. 1239).

#### Pozwolenie na budowę

Roboty budowlane można rozpocząć dopiero po uzyskaniu decyzji pozwolenia na budowę, wydanej przez odpowiednią jednostkę administracji architektoniczno-budowlanej (w starostwie powiatowym). Wcześniejsze rozpoczęcie prac budowlanych stanowi samowolę budowlaną i może spowodować wydanie nakazu rozbiórki wykonanych prac lub obowiązek wysokiej opłaty legalizacyjnej.

Wniosek o udzielenie pozwolenia na budowę składa się w starostwie według wzoru określonego w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie wzorów: wniosku o pozwolenie na budowę, oświadczenia o posiadanych prawach do dysponowania nieruchomością na cele budowlane i decyzji o pozwoleniu na budowę<sup>1</sup>. Do wniosku o pozwolenie na budowę należy dołączyć:

- 4 egzemplarze projektu budowlanego wraz niezbędnymi uzgodnieniami i innymi dokumentami wymaganymi przepisami szczegółowymi oraz aktualnym zaświadczeniem o wpisie projektanta na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego,
- oświadczenie o posiadaniu prawa do dysponowania nieruchomością na cele budowlane, złożone zgodnie ze wzorem w powołanym powyżej rozporządzeniu.

## 4.2. ŚWIADCTWO CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU

Zgodnie z przepisami ustawy Prawo Budowlane od 1.01.2009 każdy budynek oddawany do użytkowania (a także sprzedawany lub wynajmowany nowemu najemcy) powinien posiadać świadectwo charakterystyki energetycznej budynku, w którym zawarte są dane i wskaźniki dotyczące zapotrzebowania energii na ogrzewanie, wentylację i przygotowanie ciepłej wody użytkowej, a ew. także na chłodzenie. Świadectwa takie sporządzają osoby posiadające uprawnienia budowlane do projektowania lub posiadające uprawnienie do sporządzania świadectw energetycznych, których lista jest publikowana na stronie internetowej Ministerstwa Infrastruktury.

## 4.3. PODSTAWOWE PRZEPISY TECHNICZNE ZWIĄZANE Z PROJEKTOWANIEM I BUDOWĄ

### 1. Ustawa z 7.07.1994 r. Prawo Budowlane<sup>2</sup>

### 2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie oraz rozporządzenie wprowadzające zmiany warunków technicznych (Dz.U. 201/2008, poz.1238)

- określają szczegółowe wymagania dotyczące budynków, dotyczące np. ogrzewania pomieszczeń, instalacji zimnej i ciepłej wody, wentylacji i klimatyzacji, instalacji gazowych, przewodów kominowych, instalacji elektrycznych czy bezpieczeństwa pożarowego. Rozporządzenie zawiera między innymi wymagania dotyczące urządzeń służących do regulacji dopływu ciepła do pomieszczeń, wyposażania w ciepłomierze i urządzenia indywidualnego rozliczania kosztów, utrzymania niskiego poziomu zapotrzebowania ciepła na ogrzewanie. Rozporządzenie określa także wymagania w zakresie ochrony cieplnej budynków, a w szczególności:
- maksymalne dopuszczalne wartości współczynnika przenikania ciepła dla ścian, stropów, stropodachów, okien, świetlików, drzwi i bram,
  - wartości graniczne wskaźnika EP (kWh/(m<sup>2</sup>·rok) określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, przygotowania ciepłej wody i chłodzenia w zależności od współczynnika kształtu budynku,
  - wymagania izolacyjności cieplnej niezbędnej do zabezpieczenia przed kondensacją pary wodnej

<sup>1</sup> Dz. U. nr 120, poz. 1127.

<sup>2</sup> Dz. U. z 2000 r. nr 106 poz. 1126 z późniejszymi zmianami.

- maksymalną powierzchnię okien oraz ścian szklonych,
- wymagania dotyczące szczelności przegród zewnętrznych i graniczne wielkości współczynnika przenikania powietrza przez przegrody zewnętrzne (infiltracja).

### 3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego<sup>3</sup> ze zmianami w rozporządzeniu z dnia 6 listopada 2008 r. (Dz.U. 201/2008, poz. 1239)

Rozporządzenie podaje wymagania dotyczące zawartości projektu budowlanego, a w tym wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej budynku, która ma zawierać :

- Bilans mocy urządzeń zużywających energię,
- Właściwości cieplne ścian, dachu, okien, drzwi itd.
- Parametry sprawności energetycznej instalacji ogrzewczych, wentylacyjnych i chłodniczych,
- Dane wykazujące, że przyjęte w projekcie rozwiązania budowlane i instalacyjne spełniają wymagania dotyczące oszczędności energii zawarte w przepisach techniczno-budowlanych.

## 4.4. GDZIE SZUKAĆ RADY I POMOCY?

### 1. Urzędy państwowe

#### Ministerstwo Infrastruktury Departament Rynku Budowlanego i Techniki

ul. Wspólna 4, 00-926 Warszawa  
tel. (22) 661 80 34, faks (22) 621 38 72  
www.mi.gov.pl

Do Ministerstwa można zwracać się o interpretację przepisów ustawowych i rozporządzeń dotyczących budownictwa.

#### Główny Urząd Nadzoru Budowlanego

ul. Krucza 38/42, 00-926 Warszawa  
tel. (22) 661 81 11, faks (22) 661 81 42  
www.gunb.gov.pl

Urząd sprawuje nadzór i kontrolę nad przestrzeganiem prawa budowlanego.

#### Urząd Regulacji Energetyki

ul. Chłodna 64, 00-872 Warszawa  
tel. (22) 661 61 07, faks (22) 661 61 52  
www.ure.gov.pl

URE zatwierdza taryfy opłat za ciepło, gaz i energię elektryczną.

### 2. Instytucje wspierające budownictwo energooszczędne

#### Fundacja Poszanowania Energii

ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warszawa  
tel. (22) 50 54 772, 825 16 02, faks (22) 825 86 70  
www.fpe.org.pl

Fundacja wydaje podręczniki i poradniki, prowadzi szkolenia przygotowujące do czynności audytora energetycznego i do sporządzania świadectw energetycznych, a także inne szkolenia dotyczące oszczędności użytkowania energii. Z Fundacją współdziała Narodowa Agencja Poszanowania Energii SA.

#### Narodowa Agencja Poszanowania Energii SA

ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warszawa  
tel. (22) 50 54 661, faks (22) 825 86 70  
e-mail nape@nape.pl, www.nape.pl

NAPE S.A. prowadzi usługi consultingowe (audyt energetyczny) dla obiektów i instalacji we wszystkich działach gospodarki. Opracowuje studia i programy związane z gospodarką energetyczną, opracowuje świadectwa energetyczne budynków, prowadzi szkolenia i seminaria dotyczące oszczędności energii, rozpowszechnia programy komputerowe dla audytu energetycznego.

#### Krajowa Agencja Poszanowania Energii SA

ul. Mokotowska 35, 00-560 Warszawa  
tel. (22) 629 09 10, faks (22) 629 09 11  
www.kape.gov.pl

KAPE SA przygotowuje i organizuje realizację rządowej polityki w zakresie racjonalizacji użytkowania energii.

#### Zrzeszenie Auditorów Energetycznych

ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warszawa  
tel. (22) 50 54 771, faks (22) 825 86 70  
www.zae.org.pl

ZAE zrzesza audytorów energetycznych, przygotowuje materiały i pomoce dla audytu energetycznego, wydaje miesięcznik „Energia i Budynek”, publikuje informacje w internecie.

MIWO – Stowarzyszenie Producentów Wełny Mineralnej: Szklanej i Skalnej – istnieje od 1995 roku. MIWO jest organizacją branżową, skupiającą czołowych polskich producentów bezpiecznych dla zdrowia człowieka oraz środowiska, niepalnych wyrobów izolacyjnych z wełny mineralnej: skalnej (kamiennej) i szklanej. MIWO prowadzi działalność informacyjną oraz szkoleniową, której celem jest propagowanie i podnoszenie poziomu stanu wiedzy o wykorzystywaniu wełny mineralnej jako materiału izolującego w zakresie ochrony cieplnej, ogniowej oraz akustycznej.

MIWO prowadzi stałą współpracę z organizacjami, m.in. Polskim Komitetem Naukowym, oraz instytucjami naukowymi. Stowarzyszenie jest członkiem Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Materiałów Izolacyjnych (EURIMA) skupiającego inne stowarzyszenia krajów UE oraz czołowych producentów wełny mineralnej.

Zapraszamy na nasze strony internetowe, na których znajdziecie Państwo szczegółowe informacje na temat wełny mineralnej – w blokach tematycznych skierowanych do inwestorów, projektantów i wykonawców.

**MIWO – Stowarzyszenie Producentów Wełny Mineralnej: Szklanej i Skalnej**

00-490 Warszawa, ul. Wiejska 20 lok. 88  
tel. (022) 624 38 98; fax (022) 624 39 98  
kontakt mailowy – [biuro@miwo.pl](mailto:biuro@miwo.pl)



## EXIBA Polska

**W styczniu 2005 Zarząd  
EXIBA EUROPE powołał  
grupę EXIBA Polska.**

Misją EXIBY jest propagowanie wiedzy na temat izolacji termicznych XPS (polistyrenu ekstrudowanego) oraz ich wykorzystania do izolacji termicznej w budownictwie na rynku polskim.

**European Extruded Polystyrene Insulation Board Association – Europejskie Stowarzyszenie Producentów Polistyrenu Ekstrudowanego** zostało założone w latach dziewięćdziesiątych. Stowarzyszenie reprezentuje producentów XPS, których łączne moce produkcyjne stanowią ponad 85% całego europejskiego potencjału produkcyjnego. Stowarzyszenie działa w ramach Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Branży Chemicznej CEFIC (European Chemical Industry Council).

Misją tą jest realizowana poprzez:

- działania informacyjne mające na celu promocję korzyści wynikających ze stosowania w budownictwie produktów XPS wśród projektantów, wykonawców i inwestorów;
- promocję nowoczesnych technologii budowlanych, w których wykorzystuje się produkty XPS, pozwalających uzyskać spełnienie wymagań dotyczących oszczędności energii i izolacyjności cieplnej przegród.

Zapraszamy na naszą stronę internetową [www.exiba.pl](http://www.exiba.pl), na której znajdują się szczegółowe informacje dotyczące zastosowań płyt z polistyrenu ekstrudowanego XPS jako izolacji termicznej.

**EXIBA**

ul. Domaniewska 50A  
02-672 Warszawa  
email: [biuro@exiba.pl](mailto:biuro@exiba.pl)  
[www.exiba.pl](http://www.exiba.pl)



## STOWARZYSZENIE NA RZECZ SYSTEMÓW OCIEPLEŃ

Realizując swoją misję Stowarzyszenie podjęło prace zmierzające do stworzenia opracowania mającego za zadanie ujednoczenie i uporządkowanie założeń będących podstawą dla prawidłowo wykonanych prac termorenowacyjnych. „**Wytyczne wykonawstwa, oceny i odbioru robót elewacyjnych z zastosowaniem zewnętrznych zespolonych systemów ocieplania ścian**” powstały w wyniku prac przedstawicieli członków Stowarzyszenia i wielu konsultacji ze środowiskiem zarówno wykonawczym, jak i naukowym. Opracowanie to jest dokumentem kompleksowym i dlatego może stanowić podstawę – załącznik przy specyfikacji warunków zamówień, zwłaszcza zamówień publicznych. Jest doskonałym materiałem uzupełniającym dokumentację przetargową, może być podstawą zarówno dla umów o roboty budowlane ociepleniowe, jak i przy ich odbiorze. Należy podkreślić, iż pomimo stosowania w naszym kraju od wielu lat technologii bezspoinowej ocieplania budynków jak do tej pory nie powstało opracowanie, które w wystarczającym stopniu spełniałoby oczekiwania rynku.

Zapraszamy na stronę internetową Stowarzyszenia, na której znajdziecie Państwo szczegółowe informacje na temat systemów ociepleń ujęte w blokach tematycznych skierowanych do inwestorów, projektantów i wykonawców.

[www.systemyocieplen.pl](http://www.systemyocieplen.pl)

**Stowarzyszenie na Rzecz Systemów Ociepleń**

03-872 Warszawa ul. Zabraniecka 15



SPS – Stowarzyszenie Producentów Styropianu działa od 1996 r., jako organizacja branżowa, skupiająca czołowych dostawców surowca do produkcji styropianu oraz wiodących producentów izolacyjnych płyt styropianowych, znajdujących szerokie zastosowanie w budownictwie, począwszy od ścian piwnic, podłóg i fundamentów, poprzez izolację ścian i stropów, aż do izolacji dachów.

SPS prowadzi działalność szkoleniowo – edukacyjną, której celem jest podnoszenie poziomu wiedzy o wykorzystaniu styropianu jako materiału izolacyjnego.

Stosowanie styropianu znacząco zmniejsza zużycie energii i obniża rachunki za ogrzewanie, chroni atmosferę, obniża poziom hałasu we wnętrzach budynków, zapewniając ich mieszkańcom przyjemny mikroklimat.

SPS stale współpracuje z Polskim Komitetem Normalizacyjnym oraz instytucjami naukowo – badawczymi oraz jest członkiem Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Styropianu (EUMEPS), do którego należą organizacje branżowe z krajów Unii Europejskiej.

Na stronach internetowych SPS – [www.styropiany.pl](http://www.styropiany.pl) – znajduje się szereg informacji pomocnych przy stosowaniu styropianu w budownictwie do izolacji cieplnych i akustycznych.

**Stowarzyszenie Producentów Styropianu**

Ul. Chemików 1, 32-600 Oświęcim

tel/faks 033 847 27 14

info@styropiany.pl

[www.styropiany.pl](http://www.styropiany.pl)



program edukacyjno-informacyjny

## Dom energooszczędny

### **Patronat:**

Ministerstwo Infrastruktury,  
Departament Rynku Budowlanego i Techniki  
Narodowa Agencja Poszanowania Energii  
Zrzeszenie Audytorów Energetycznych

### **Stowarzyszenia i organizacje współpracujące:**

Akademia Viessmann  
Europejskie Stowarzyszenie Producentów Kominów ECA  
Stowarzyszenie na Rzecz Systemów Ociepleń  
Stowarzyszenie Polska Wentylacja  
Stowarzyszenie Producentów Polistyrenu Ekstrudowanego  
Stowarzyszenie Producentów Styropianu  
Stowarzyszenie Producentów Wełny Mineralnej: Szklanej i Skalnej

### **Patronat medialny:**

Energia i Budynek

### **Skład:**

Oficyna Wydawnicza „Sadyba”

### **Autorzy:**

dr inż. Maciej Robakiewicz – Fundacja Poszanowania Energii  
dr inż. Aleksander Panek – Narodowa Agencja Poszanowania Energii  
dr inż. Andrzej Wiszniewski – Narodowa Agencja Poszanowania Energii  
inż. Roman Nowak  
inż. Piotr Cembala  
mgr inż. Tomasz Trusewicz

### **Wydawca:**

Narodowa Agencja  
Poszanowania Energii  
[www.nape.pl](http://www.nape.pl)



program edukacyjno-informacyjny  
[www.domprzyjazny.org](http://www.domprzyjazny.org)



ISBN 978-83-60824-01-6