

Dom pasywny – chwilowa moda czy nadzieja dla przyszłych pokoleń?

Wprowadzenie – ogólne informacje

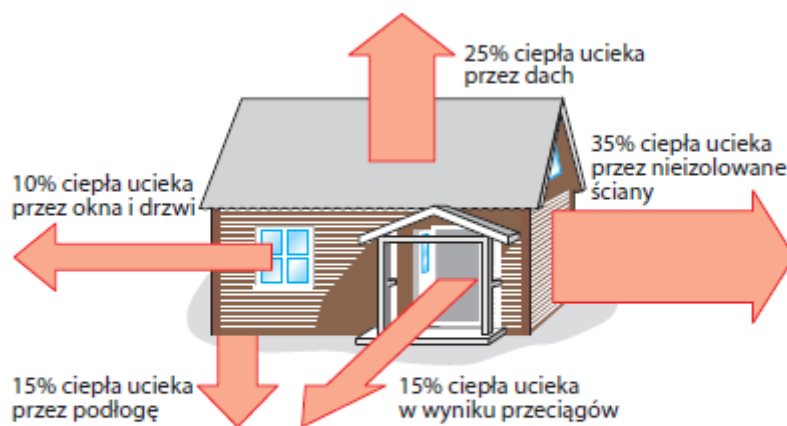
Realizacja projektu, a następnie jego prezentacja pozwalają utrwalić wiedzę z fizyki w zakresie klasy siódmej, zwłaszcza wiedzę dotyczącą zjawisk cieplnych. Analizując projekt domu pasywnego, uczniowie będą mieli okazję poszerzyć wiedzę na temat przewodnictwa cieplnego i izolacyjności termicznej ścian, dachów i okien, a także fundamentów. Przyswojenie zasad zatrzymywania energii cieplnej w budynku pozwoli lepiej zrozumieć przemiany energetyczne, kiedy to jedna postać energii jest zamieniana na inną.

Ogólnoświatowy trend poszukiwania sposobów oszczędzania kopalnych źródeł energii, m.in. węgla kamiennego, ropy naftowej oraz gazu ziemnego, sprawia, że coraz szerzej stosuje się odnawialne źródła energii. Coraz powszechniej buduje się elektrownie wiatrowe, wodne i inne. Jednak również takie rozwiązania nie są obojętne dla środowiska. Dlatego pojawiła się idea pozyskiwania energii bezpośrednio w gospodarstwie domowym, np. ze słońca lub z ziemi. Dzięki temu powstał pomysł na dom pasywny.

Domy pasywne to budynki mieszkalne zaprojektowane tak, aby zminimalizować zapotrzebowanie na energię dostarczaną spoza gospodarstwa domowego. Wszystkie przegrody zewnętrzne charakteryzują się bardzo dobrą izolacyjnością termiczną. Ciepło do ogrzania budynku jest przede wszystkim pozyskiwane ze słońca i z ziemi. Ponadto stosuje się urządzenia odzyskujące ciepło z wentylacji, tzw. rekuperatory. Także energia elektryczna może być wytwarzana przez kolektory słoneczne. Gromadząc informacje potrzebne do realizacji projektu, uczniowie będą mogli przekonać się, jak istotną rolę w życiu współczesnego człowieka odgrywa ekologia, a także dowiedzieć się, jak w praktyce mogą zadbać o naszą planetę.

Często wydaje się nam, że najwięcej energii zużywamy, korzystając w domu z urządzeń elektrycznych. Jednak w typowym budynku jednorodzinym około 3/4 energii pochłania ogrzanie domu. Ten wysoki wskaźnik zużycia energii spowodowany jest stratami ciepła, które ucieka przez ściany, okna i dach.

W domach pasywnych zapotrzebowanie na energię cieplną jest zredukowane do tego stopnia, że w naszych warunkach klimatycznych wystarczy zastosowanie jedynie niewielkiego układu grzewczego, na przykład w postaci ogrzewania podłogowego.



Straty ciepła w domu

Cel projektu

Projekt ma służyć zmianie sposobu myślenia młodzieży na bardziej proekologiczny. Uczniowie powinni sobie uświadomić, że kopalne źródła energii (węgiel kamienny, ropa naftowa, gaz ziemny) powoli się wyczerpują. Ponadto projekt stwarza możliwość pokazania zalet korzystania z odnawialnych źródeł energii (głównie energii słonecznej i geotermalnej) w połączeniu z minimalizacją zapotrzebowania na energię w gospodarstwach domowych.

Propozycja realizacji projektu

Uczniowie wyszukują informacje na temat budowy domów pasywnych. Powinni uwzględnić zarówno różne rodzaje materiałów budowlanych, jak i urządzenia stosowane do pozyskiwania i zatrzymywania energii cieplnej. Zbierają także informacje o odnawialnych źródłach energii. Szczególną uwagę należy poświęcić rozwiązaniom stosowanym w gospodarstwach domowych.

Sposób realizacji

A. Forma pracy

Uczniowie pracują w grupie 3- lub 4-osobowej wyłonionej z ochotników. Przygotowują prezentację np. w programie PowerPoint połączoną z prelekcją. Czas prezentacji: 1 godzina lekcyjna.

B. Harmonogram prac

1. Rozpoczęcie prac nad projektem – po realizacji na lekcjach zagadnień dotyczących termodynamiki.
2. Wybranie koordynatora prac związanych z realizacją projektu, przypisanie działań poszczególnym członkom grupy i ustalenie, pod jakim kątem praca będzie oceniana.
3. Ustalenie terminarza spotkań i prezentacji wyników pracy (czas realizacji projektu: ok. 3 tygodni; nauczyciel udziela konsultacji podczas dwóch spotkań).

C. Ocenianie projektu

Podczas oceniania projektu można wziąć pod uwagę:

1. umiejętność pracy zespołowej – przygotowanie prezentacji i wspólne jej omówienie,
2. umiejętność komunikowania się w języku polskim i czytelny sposób prezentacji,
3. umiejętność posługiwania się technologią informacyjno-komunikacyjną – przejrzysta prezentacja wykonana w PowerPoint lub innym dostępnym programie do prezentacji (z poszanowaniem praw autorskich),
4. umiejętność wyszukiwania i selekcjonowania informacji oraz łączenia ich w logiczną całość oraz związek prezentacji z tematem.

Przykładowy schemat prac nad projektem

Realizacja projektu może być próbą odpowiedzi na następujące pytania:

1. Co to jest dom pasywny?
2. Jakie są charakterystyczne cechy architektoniczne domu pasywnego?
3. Jakie są sposoby ograniczania strat ciepła przez ściany, dach i okna? Wymień przykładowe materiały izolacyjne i rodzaje okien.
4. Jakie odnawialne źródła energii są wykorzystywane w gospodarstwach domowych? Omów urządzenia służące do przetwarzania tej energii (gruntowy wymiennik ciepła, kolektor słoneczny).
5. Dlaczego w domach pasywnych stosuje się systemy wentylacji z rekuperacją? Przedstaw schemat takiego systemu.
6. Jak działa pompa ciepła oraz gruntowy wymiennik ciepła?
7. Jak omówione urządzenia rozmieszczone są w domu? Przedstaw schemat.
8. Czy w naszych warunkach klimatycznych energia słoneczna i energia odzyskana z rekuperatora wystarczą do zapewnienia odpowiedniej temperatury w domu pasywnym nawet w okresie zimowym?

Prezentacja projektu i dyskusja

Po prezentacji (połączonej z prelekcją) można przeprowadzić dyskusję na temat przyszłości budownictwa, uwzględniając potrzebę dbania o przyrodę. Uczniowie mogą szukać odpowiedzi na następujące pytania:

- Czy można zbudować idealnie szczelny dom albo dom idealnie izolujący termicznie i czy jest to opłacalne?
- Jak taki dom sprawdziłby się w gorącym klimacie?
- Jakie dodatkowe rozwiązania ekologiczne można zastosować w domu?
- W jaki sposób możemy się przyczynić do oszczędzania kopalnych źródeł energii?
- Jak jeszcze możemy dbać o naszą planetę?

Wiadomości i umiejętności nabyte przez ucznia podczas realizacji projektu

- **W zakresie wiadomości**

A – Uczeń:

- definiuje pojęcie „dom pasywny”,
- wymienia odnawialne źródła energii,
- wymienia urządzenia pozwalające na wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii, takie jak: pompa ciepła, kolektor słoneczny, rekuperator,
- wymienia rodzaje materiałów izolujących,
- wymienia sposoby zmniejszania strat ciepła przez poszczególne elementy domu: ściany, podłogę, dach, okna, drzwi, kanały wentylacyjne.

B – Uczeń:

- opisuje zjawisko przewodnictwa cieplnego, rozróżnia materiały o różnym przewodnictwie,
- opisuje rolę izolacji cieplnej,
- omawia zależność między grubością i rodzajem ścian oraz innych elementów domu a zapotrzebowaniem na energię,
- wyjaśnia, czym są straty ciepła,
- określa skutki powszechnego stosowania kopalnych źródeł energii,
- wyjaśnia pojęcie „ekologia” i wymienia przykłady zachowań proekologicznych w codziennym życiu,
- odróżnia pojęcia współczynnik przenikania ciepła U od współczynnika przewodzenia ciepła λ .

- **W zakresie umiejętności**

C – Uczeń:

- wyszukuje informacje dotyczące konstrukcji domu pasywnego i jego zapotrzebowania na energię,
- opracowuje dane dotyczące przewodności cieplnej różnych substancji i przedstawia je w tabeli,
- wykorzystuje komputer do przygotowania prezentacji,
- uczestniczy w pracy zespołowej, porozumiewa się z innymi osobami podczas realizacji wspólnego projektu, podejmuje decyzje w zakresie swoich zadań i uprawnień (z wykorzystaniem komputera).

D – Uczeń:

- porównuje dane dotyczące przenikalności cieplnej materiałów budowlanych typu styropian, cegła, suporeks; prezentuje dane, np. w formie tabeli,
- stosuje poznane prawa fizyki do wyjaśniania działania urządzeń technicznych,
- prezentuje schematy działania urządzeń technicznych,
- ocenia zyski finansowe i ekologiczne wynikające z zastąpienia tradycyjnych instalacji domowych innowacyjnymi, wykorzystującymi odnawialne źródła energii.

Informacje przydatne podczas realizacji projektu

Uczniowie podczas opracowywania projektu mogą omówić zasadę działania różnych urządzeń i rozwiązań technicznych, a także ocenić korzyści wynikające z zastąpienia tradycyjnych instalacji domowych innowacyjnymi.

1. **Współczynnik przenikania ciepła U** charakteryzuje konkretną przegrodę termiczną (na przykład ścianę), natomiast **współczynnik przewodzenia ciepła λ** jest cechą substancji, z której ta ściana została wykonana.

Dla przegrody jednorodnej zależność między tymi współczynnikami wyraża się wzorem

$$U = \frac{\lambda}{d} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right]$$

gdzie:

$\lambda \left[\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \right]$ – współczynnik przewodzenia ciepła (danej warstwy materiału)

d [m] – grubość przegrody (grubość warstwy materiału)

Aby dla określonej ściany jednowarstwowej wyznaczyć współczynnik przenikania ciepła U , trzeba znać grubość tej ściany oraz przewodność cieplną λ materiału, z którego ją wykonano.

Współczynnik przenikania ciepła U jest odwrotnością współczynnika oporu cieplnego R_T

$$U = \frac{1}{R_T}$$

gdzie R_T to współczynnik oporu cieplnego $[\frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}]$.

Jeżeli przegroda złożona jest z kilku warstw o różnych przewodnościach λ , to aby obliczyć współczynnik przenikania, należy najpierw wyznaczyć sumaryczny opór cieplny. Na przykład w przypadku dwóch warstw (ściany i ocieplenia) opór cieplny oblicza się ze wzoru:

$$R_T = \frac{d_1}{\lambda_1} \text{ (dotyczy ściany)} + \frac{d_2}{\lambda_2} \text{ (dotyczy ocieplenia)}.$$

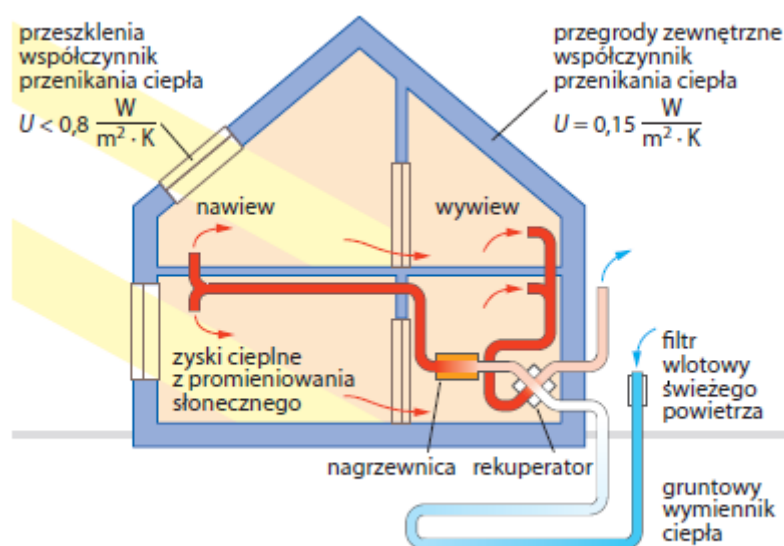
Odwrotność tego oporu cieplnego R_T jest szukanym współczynnikiem przenikania ciepła U .

Obliczenie izolacyjności cieplnej (współczynnika U) ściany z ociepleniem wymaga zatem znajomości współczynników przewodności λ wszystkich użytych w niej materiałów.

Poniżej znajdują się wartości współczynnika λ dla wybranych materiałów.

Materiał	Przenikalność cieplna λ $[\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}]$
Drewno	0,20
Cegła ceramiczna	0,77
Beton komórkowy	0,20
Wełna mineralna	0,055
Styropian biały	0,040
Styropian grafitowy	0,033

2. Przykładowy schemat instalacji w domu pasywnym.

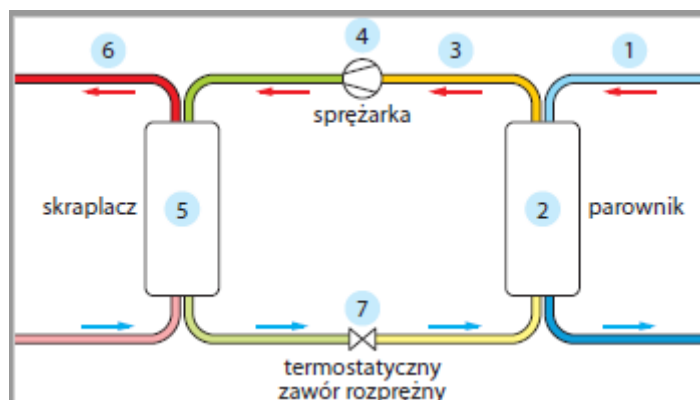


3. **Rekuperator** działa tak, że strumień powietrza wydostającego się z budynku kanałem wentylacyjnym trafia najpierw do wymiennika. W wymienniku powietrze wychodzące z budynku przepływa tuż obok powietrza zasysanego z zewnątrz. Jednak oba strumienie nie mieszają się, dzieli je cienka przegroda. Kiedy na zewnątrz jest zimno, ciepło z powietrza wywiewanego przekazywane jest strumieniowi powietrza nawiewanego z zewnątrz, przez co do budynku zostaje wprowadzone powietrze wstępnie ogrzane.

Rekuperacja jest czasem mylnie rozumiana jako zawracanie ciepłego powietrza z powrotem do pomieszczenia. To nieporozumienie. Rekuperacja to odzyskanie ciepła z wywiewanego powietrza.

4. **Pompa ciepła** wykorzystuje energię słoneczną i geotermalną zakumulowaną w gruncie i wodach podziemnych, a następnie przekazuje ciepło do instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej. Gruntowy wymiennik ciepła ma postać rury z tworzywa sztucznego o długości zwykle ok. 40 metrów i średnicy od 20 do 50 milimetrów. Zakopuje się ją na głębokości co najmniej 1,5 metra.

(1) Ciepło z wymiennika gruntowego przekazane jest przez parownik (2) do instalacji wypełnionej specjalnym płynem (3), który podczas ogrzewania zamienia się w gaz. Ogrzany gaz spręża sprężarka (4), znacznie podnosząc jego temperaturę. W skraplaczu (5) następuje oddanie ciepła wodzie (6), która wypełnia grzejniki, a ochłodzony płyn przepływa przez zawór rozprężny (7), wraca do parownika i cały proces rozpoczyna się ponownie.



5. **Kolektor słoneczny** do uzyskiwania ciepłej wody użytkowej to panel zawierający układ cienkich rurek. Całość jest zamknięta w obudowie, która ma ograniczać straty ciepła i chronić kolektor przed uszkodzeniami, a jednocześnie nie utrudniać przenikania promieniowania słonecznego do wnętrza. Płynąca rurekami kolektora ciecz (zwykle stosuje się trudno zamarzający roztwór glikolu) ogrzewa się od rozgrzanej przez słońce powierzchni płyty i przylegających do niej ścianek rur. Ciepło przekazywane jest wodzie w wymienniku.

6. Oplącalność budowania domu pasywnego

Koszt budowy domu pasywnego jest około 15–20% wyższy niż domu tradycyjnego. Jest to spowodowane większymi kosztami izolacji, okien, drzwi, wentylacji i instalacji pobierającej energię z odnawialnych źródeł. Ponadto budynek musi mieć zwartą bryłę i okna skierowane na południe. Koszty eksploatacji domu pasywnego są natomiast znacznie mniejsze, gdyż jego zapotrzebowanie na energię wynosi jedynie 15 kWh/m²/rok. Zwykły dom ma zapotrzebowanie około 40 kWh/m²/rok. Nie wymaga jednak instalowania kosztownych urządzeń korzystających z odnawialnych źródeł energii i może mieć niemal dowolny kształt.

Oczywiście dom pasywny w naszym klimacie pod względem energii cieplnej nie jest samowystarczalny i wymaga uzupełnienia ogrzewania. Przyjmuje się, że potrzeba maksymalnie 1,5 l oleju opałowego na m² na rok. Oznacza to, że mieszkanie o powierzchni 100 m² można ogrzać za pomocą 150 l oleju opałowego w ciągu roku. Jest to najniższa wartość wśród obecnie budowanych budynków. Zwykle lub energooszczędne domy wymagają od 3 do 7 litrów oleju opałowego na m² na rok.

Podsumowanie

Restrykcyjne wymagania dla budynków pasywnych wymuszają podniesienie kosztów na etapie budowy. Jednak poniesione nakłady zwrócą się podczas jego eksploatacji w ciągu kilku lub kilkunastu lat.

Czy dzięki budowaniu domów pasywnych ludzkość jest w stanie ocalić planetę?

Budownictwo jednorodzinne jest tylko niewielką częścią działalności człowieka w skali całego globu. Największym konsumentem kopalnych źródeł energii jest przemysł, a odnawialne źródła energii zaspokajają obecnie około 13% całkowitego zapotrzebowania na energię. Mimo to każdy, nawet najmniejszy krok w stronę zachowania Ziemi dla przyszłych pokoleń ma znaczenie.

Przykładowe źródła informacji (internet lub czasopisma budowlane)

http://murator-dom.pl/eko-murator/buduj-ekologicznie/czym-sie-rozni-dom-pasywny-od-domu-energooszczednego,116_3570.html

<https://lipinscy.pl/domy/pasywne/opis>

<http://ajoarchitekci.pl/aktualnosci/2-dom-pasywny>

<http://www.ecocomfort.pl/strefa-specjalisty/arttykul/co-to-jest-rekuperator/>

<http://www.zielonecieplo.eu/Jak-to-dziala/ABC-Pomp-Ciepla---zasada-dzialania>

https://pl.m.wikipedia.org/wiki/Wsp%C3%B3%C5%82czynnik_przenikania_ciep%C5%82a