

B

# Nastłonecznienie a cena domu





## WPROWADZENIE

Dlaczego mieszkania w tym samym budynku mają różną cenę? Dlaczego mieszkanie na wyższym piętrze jest droższe od mieszkania na niższym piętrze? Wszyscy wiemy, że wynika to z nasłonecznienia i oświetlenia pomieszczeń. Lekcja „Nasłonecznienie a cena domu” ma na celu zachęcić uczniów do przeprowadzenia badania w terenie i zebrania takich danych dotyczących mieszkań jak powierzchnia, liczba okien, położenie i piętro, a także cen mieszkań w zależności od ich położenia i piętra. Ponadto celem lekcji jest zachęcenie uczniów do dokonania analizy zależności pomiędzy zróżnicowanymi cenami nieruchomości, kwestiami ekonomicznymi oraz powiązanymi koncepcjami z zakresu astronomii i nauk o Ziemi.

*Uwaga: Analiza nasłonecznienia i kierunku padania promieni słonecznych, będąca przedmiotem lekcji, dotyczy mieszkań i domów znajdujących się na terenie półkuli północnej.*

### Pojęcia kluczowe

Wymagane: pozorna dzienna droga Słońca, szerokość geograficzna, podstawowe pojęcia z zakresu statystyki.

Interdyscyplinarne: konieczna znajomość pojęć i zagadnień z zakresu astronomii, geografii, podstawowej matematyki, konstrukcji budowlanych i nauk społecznych. W ramach lekcji uczniowie mają za zadanie zebrać dane w terenie w celu zaznajomienia się ze swoim najbliższym otoczeniem społecznym i geograficznym.

Lekcja jest zalecana dla uczniów w wieku od 15 do 17 lat. Przedstawiona lekcja powinna być również zgodna z programem szkolnym w całej Europie. Lekcja doskonale nadaje się do międzynarodowej współpracy, ponieważ umożliwia porównywanie danych dla różnych miast w różnych krajach. Zaproponowano rozwiązania statystyczne umożliwiające ocenę oraz zaznaczenie różnic i podobieństw pomiędzy różnymi krajami, z jednoczesnym odniesieniem ich do szerokości geograficznej, zaludnienia, koniunktury gospodarczej lub innych parametrów. W podanym przykładzie trzy z czterech miast są położone na niemal identycznej szerokości geograficznej.

## MATERIAŁY

Wszystkie zadania zostały opracowane z myślą o przetwarzaniu i analizowaniu danych na komputerze PC lub Mac. Arkusz kalkulacyjny umożliwia analizę porównawczą cen, zwłaszcza w przypadku oceny danych dla różnych regionów lub krajów. Opracowaliśmy program w języku

Java na potrzeby zadań z zakresu astronomii. Program zawiera pomocne wskazówki dotyczące promieniowania słonecznego i szerokości geograficznej oraz zachęcające uczniów do zapoznania się z takimi pojęciami jak energia, absorpcja energii i strumień promieniowania.

Przewodnik dla uczniów oraz program w języku Java są dostępne na stronie [www.science-on-stage.de](http://www.science-on-stage.de).

Programowanie: Zachęcamy uczniów do usprawnienia oraz opracowania dodatkowych funkcji w programie w języku Java. W bieżącej wersji program umożliwia gromadzenie danych oraz obliczanie średniej dobowej energii, która dociera do mieszkania.

Przed uruchomieniem programu należy zebrać dane dotyczące powierzchni całkowitej mieszkania położonego od strony południowej oraz szerokości geograficznej mieszkania. Program pomaga zwizualizować kierunek padania promieni słonecznych w stosunku do ogólnego profilu okien skierowanych na południe w czasie równonocy. Proces ten pozwala uczniom przekonać się, jak ważna jest energia słoneczna i szerokość geograficzna oraz obliczyć dobową ilość energii docierającej do mieszkania za pośrednictwem okien od strony południowej. Jednocześnie program umożliwia śledzenie, ile energii słonecznej przypada na metr kwadratowy, która faktycznie dociera do ziemi po przejściu przez atmosferę, w której część energii ulega absorpcji.

Zadania do wykonania w programie w języku Java stanowią kluczową część lekcji.

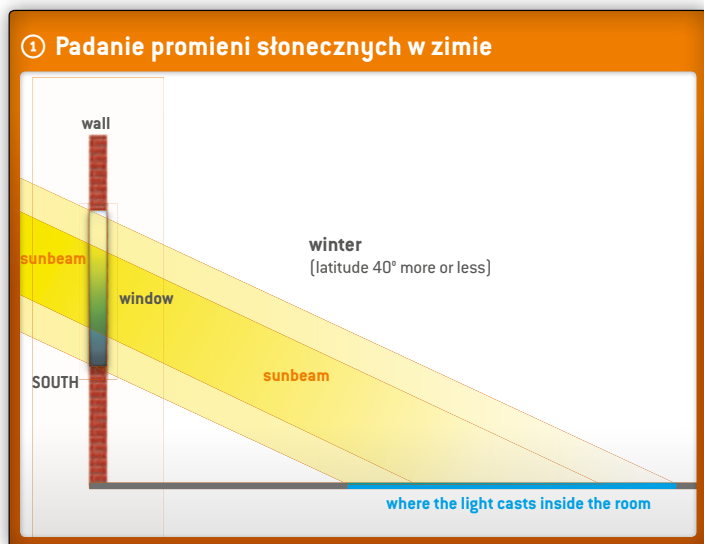
## ZAKRES PROGRAMOWY

Uczniowie doskonale wiedzą, że wyższa lub niższa cena domu czy mieszkania to efekt stopnia nasłonecznienia. Dla przykładu: uczniowie natychmiast zauważają, że na pierwsze i ósme piętro dociera zupełnie inna ilość światła słonecznego. Po przeciwnej stronie mogą znajdować się budynki, które rzucają cień na dolne piętra „naszego” budynku. W rezultacie do niższych pięter dociera mniej światła, a piętra górne są bezpośrednio nasłonecznione.

To samo dotyczy położenia mieszkania. Dobre położenie mieszkania oznacza, że można czerpać korzyści ze światła i ciepła słonecznego.

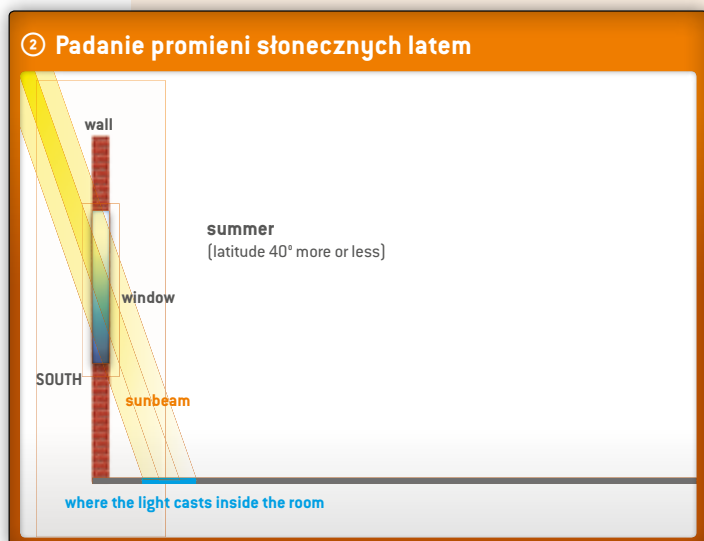
Można obserwować, w jaki sposób promienie słoneczne docierają do mieszkania przez okna w zależności od jego położenia i pory roku.

Zimą promienie słoneczne padają na okna i wypełniają wnętrza mieszkań położonych po stronie południowej budynku. Są to bardzo ciepłe i słoneczne mieszkania. ①



Latем promienie słoneczne padają na ścianę. Do wnętrza mieszkań nie dociera zbyt intensywne światło. Mieszkania są zimniejsze niż np. mieszkania położone po zachodniej stronie budynku. ②

Na rysunkach [①, ②] przedstawiających ścianę południową kąt padania promieni słonecznych został zmierzony w południe. O tej godzinie Słońce osiąga maksymalny punkt nad horyzontem w dniu przesilenia (na północnej półkuli przesilenie zimowe ma miejsce 21 grudnia, natomiast przesilenie letnie 21 czerwca).



Trzeba się teraz zastanowić, pod jakim kątem promienie słoneczne padają na ściany skierowane na wschód i zachód. Umożliwi to porównanie zalet i wad usytuowania mieszkania względem różnych stron świata i wyciągnięcie wniosków.

W przypadku ściany skierowanej na wschód usytuowanie mieszkania jest również dość dobre, ponieważ promienie słoneczne wpadają do mieszkania wczesnym rankiem.

W takim mieszkaniu zima jest bardzo przyjemna, ponieważ Słońce ogrzewa i oświetla cały dom. Latem promienie słoneczne działają w podobny sposób, chociaż nasłonecznienie jest bardziej intensywne w porównaniu do oświetlenia zimą w tych samych godzinach, Słońce znajduje się wyżej na horyzoncie i promienie słoneczne oświetlają jedynie część mieszkania. Usytuowanie mieszkania w kierunku wschodnim to prawdopodobnie drugie najlepsze położenie po mieszkaniu usytuowanym w kierunku południowym. Jeżeli fasada budynku jest skierowana na zachód, w mieszkaniu panują różne warunki nasłonecznienia i temperatury.

W zimie Słońce zachodzi bardzo wcześnie i do mieszkania docierają jedynie ostatnie promienie słoneczne w ciągu dnia. W związku z tym Słońce nie ogrzewa mieszkania. Natomiast latem, ze względu na wysoką temperaturę zewnętrzną, w mieszkaniu już wczesnym rankiem jest bardzo ciepło.

#### Dane

Dane do programu w języku Java:

- ▮ Stałe promieniowanie słoneczne docierające do Ziemi. Można przyjąć stałą wartość na poziomie około  $200 \text{ W/m}^2$ , jednakże my zdecydowaliśmy się wprowadzić zmienny parametr, aby uwzględnić różne warunki pogodowe i klimatyczne;
- ▮ Szerokość geograficzna;
- ▮ Całkowita powierzchnia okien skierowanych na południe.

#### Analiza

Możemy przyjąć, że energia promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi wynosi około  $200 \text{ W/m}^2$  w kategoriach energii na jednostkę czasu na metr kwadratowy (zob. też [home.iprimus.com.au/nielsens/solrad.html](http://home.iprimus.com.au/nielsens/solrad.html)).

Na podstawie wysokości Słońca nad horyzontem podczas równonocy należy obliczyć średnią wysokość Słoń-



ca nad horyzontem w południe na przestrzeni jednego roku. Kąt ten stanowi kąt dopełniający szerokości geograficznej. Kąt szerokości geograficznej jest również taki sam jak kąt utworzony przez ściany zewnętrzne i okna (prostopadłe do horyzontu) w mieszkaniu oraz promienie słoneczne równoległe do powierzchni Ziemi. Ilość energii wchodzącej do mieszkania na jednostkę czasu można wyrazić jako strumień energii słonecznej przenikającej powierzchnię okna. Strumień ten można zdefiniować jako  $F=R*S*\sin(\lambda)$ , gdzie  $\lambda$  oznacza szerokość geograficzną mieszkania. Następnie należy uśrednić taki strumień promieniowania dla danego usytuowania mieszkania, zakładając, że obejmuje całkowitą powierzchnię okien przez 6 godzin dziennie.

To oznacza, że wartość  $F$  należy pomnożyć przez 6 godzin (godziny należy przeliczyć na sekundy!) oraz całkowitą powierzchnię ścian zewnętrznych i okien skierowanych na południe, aby uzyskać dzienną ilość energii. Zob. Rys. ③.

### Rezultaty

Rezultat liczbowy musi stanowić średnią energię wchodzącą w ciągu dnia przez okna skierowane na południe w południowej ścianie mieszkania.

Program powinien również umożliwić następujące wizualizacje:

- ▮ Profil okna, z kierunkiem promieni słonecznych podczas równonocy, pokazuje kąt pomiędzy promieniami słonecznymi i powierzchnią okna, odpowiadający szerokości geograficznej;
- ▮ Szerokość geograficzna mieszkania podczas równonocy;

[Prace nad powyższymi modułami nie zostały jeszcze zakończone. Na ekranie wyświetla się stała grafika. Uczniów znających kod Java należy zachęcić do skorzystania szerokości geograficznej.]

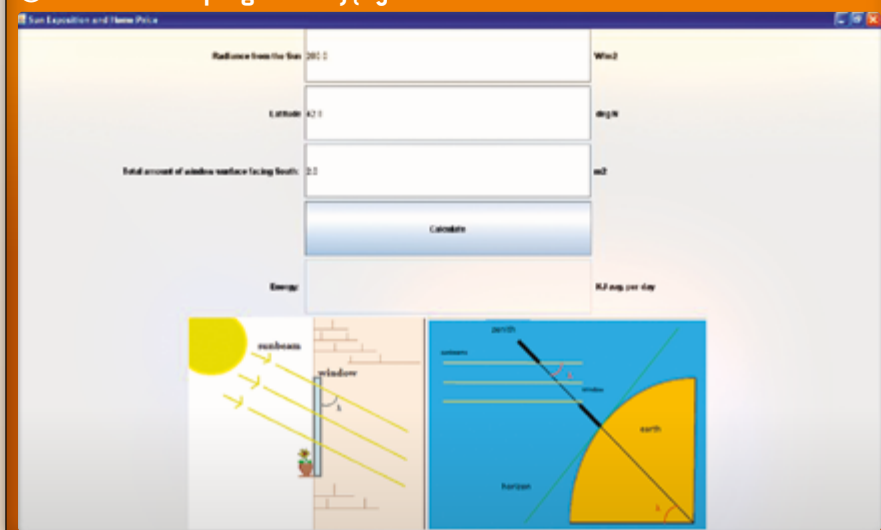
### WNIOSKI

W projekcie pilotażowym lekcji różne grupy uczniów w różnych krajach zbierały w mieszkaniach i sklepach dane dotyczące dzielnicy, powierzchni mieszkalnej, cen, usytuowania pomieszczeń, zgodnie z instrukcjami podanymi w „Przewodniku dla uczniów” na stronie [www.science-on-stage.de](http://www.science-on-stage.de). Różnorodne informacje przekazane podczas lekcji bardzo zainteresowały uczniów i sprawiły, że chcieli znać ceny mieszkań w różnych dzielnicach miasta.

Interesującym podsumowaniem lekcji może okazać się napisanie krótkiego komentarza, czy uczniowie napotykali trudności związane z uzyskaniem informacji o cenach mieszkań, a jeżeli tak, to jakie. W wielu przypadkach sprzedawcy byli świadomi, że uczniowie nie mają zamiaru kupować danego obiektu. Sprzedawca (w projekcie pilotażowym) nie miał osobistego kontaktu z uczniami, co może być jedną z przyczyn nie zawsze dokładnych danych.

Powyższe zadanie przynosi największe korzyści, jeżeli zostanie wykonane w ramach projektu międzynarodowego lub jeżeli będzie obejmować co najmniej kilka różnych miast i regionów w jednym kraju. W ten sposób uczniowie mogą porównać całkowicie różne warunki w kategoriach klimatu, szerokości geograficznej oraz sytuacji gospodarczej i geograficznej.

### ③ Zrzut ekranu programu w języku Java



Można uzyskać interesujące dane dotyczące szerokości geograficznej, uwarunkowań społecznych, polityki mieszkaniowej w danym państwie, a także faktycznego oddziaływania i aktywności Słońca w ciągu dnia.

Parametr wejściowy „Promieniowanie słoneczne” można wykorzystać w celu „modulowania” warunków geograficznych, orograficznych i meteorologicznych. Poczynając od średniej wartości  $200 \text{ W/m}^2$ , promieniowanie słoneczne może rosnąć wraz ze spadkiem szerokości geograficznej, sprzyjającymi warunkami klimatycznymi, warunkami meteorologicznymi w ciągu roku oraz średnią pokrywą chmur.

#### Zadanie domowe:

Zebranie danych, wypełnienie formularzy, wymiana danych ze szkołami partnerskimi, wprowadzenie danych do arkusza kalkulacyjnego i/lub programu w języku Java, sporządzenie wykresów, omówienie wyników.

Uczniowie mogą również wykonać drobne zadania z zakresu programowania, przynajmniej dla arkuszy kalkulacyjnych.

Uczniowie mogą również zastanowić się, dlaczego wykresy w programie wyglądają tak, jak wyglądają, oraz postarać się powiązać takie wykresy z uwarunkowaniami geograficznymi, społecznymi i ekonomicznymi.

Aby urozmaicić całe zadanie, uzyskane rezultaty można opublikować w lokalnych gazetach we wszystkich miastach uczestniczących w projekcie, a szkoły mogą nawet nawiązać współpracę partnerską pomiędzy miastami.

Inne warte rozważenia podejście może polegać na wprowadzeniu kąta nachylenia okien jako nowego parametru wejściowego. Poprzez zmianę kąta nachylenia okien w stosunku do poziomu można zwiększyć strumień promieniowania przez okna skierowane na południe oraz osiągnąć jego maksymalną wartość. Okna Velux stanowią przykład tego, w jaki sposób można zwiększyć energię uzyskiwaną ze Słońca poprzez ustawienie okien pod kątem ( $\lambda$ ) około 90 stopni. Wprowadzenie tego nowego parametru

umożliwi nowe wnioski oraz dyskusję na temat optymalizacji kosztów energii zużywanej w mieszkaniu/domu.

Ze względu na swój międzynarodowy charakter projekt może przyczynić się do stworzenia skutecznego i przyjaznego kanału komunikacji pomiędzy szkołami z różnych krajów, uczestniczącymi w jego realizacji. Wśród różnych dostępnych platform system wiki stanowi cenne i skuteczne narzędzie umożliwiające wymianę informacji oraz współpracę pomiędzy szkołami. Dzięki różnym punktom dostępowym dla nauczycieli i uczniów, takie platformy wymiany informacji i współpracy są doskonałe w środowisku szkolnym oraz umożliwiają uczniom globalny rozwój realizowanych zadań.

