



Kolektory słoneczne zamiast węgla

**Grażyna Jaromi-Wolniakowska,
Krzysztof Kochan**

Cele szczegółowe:

- udowodnienie pozytywnych oddziaływań światła słonecznego na organizmy żywe poprzez obserwację wzrostu roślin pod jego wpływem;
- wykazanie, że promieniowanie słoneczne powoduje nagrzewanie się substancji (wody),
- poznanie zasady działania prostego modelu kolektora słonecznego,
- poznanie zastosowania kolektorów słonecznych do zmniejszenia zużycia energii elektrycznej,
- zrozumienie związku przyczynowo-skutkowego między redukcją zużycia energii elektrycznej, a zmniejszeniem emisji CO₂, SO₂ i NO_x wyemitowanych do atmosfery,
- udowodnienie wpływu kolektorów słonecznych na zmniejszenie niekorzystnych zmian klimatycznych,
- zrozumienie, że stosowanie kolektorów słonecznych pozwoli na ograniczenie szkodliwego dla środowiska spalania węgla kamiennego, powodującego zanieczyszczenia atmosfery,
- wykazanie, że pory roku oraz kolor użytych materiałów mają wpływ na sprawność kolektora słonecznego, co jest szczególnie istotne w naszych warunkach klimatycznych.

Formy i metody pracy:

- frontalna praca całej klasy,
- praca w 4-6-osobowych grupach roboczych,
- eksperyment uczniowski,
- obserwacja,
- demonstracja,
- dyskusja z elementami pogadanki.

Czas trwania: sześć tygodni.

Opis przebiegu eksperymentu:

1. Opis sytuacji problemowej.

Słońce jest gwiazdą, która zapoczątkowała większość procesów, jakie zachodziły przez blisko 5 miliardów lat na naszej planecie. Już Arystoteles okre-

ślał żywioły mające wpływ na Ziemię. Nazwał je: ziemia, woda, powietrze i ogień. Wszystkie procesy, jakie zachodzą na Ziemi biorą swój początek od przemian energii słonecznej, która dociera na naszą planetę. Słońce również miało i ma ogromny wpływ na naszą cywilizację.

Energia promieniowania słonecznego jest absorbowana przez rośliny i przetwarzana w procesie fotosyntezy. Pewna część tej energii jest zmagazynowana i może być dalej przekazywana w łańcuchach pokarmowych. Ma to fundamentalne znaczenie dla istnienia życia na Ziemi.

Położenie geograficzne Polski jest specyficzne. Ścierają się tutaj dwa fronty atmosferyczne: atlantycki i kontynentalny. Na jesieni i na wiosnę często występuje duże zachmurzenie i związane z nim opady deszczu. W zimie temperatury powietrza są niskie i wieją silne wiatry. Roczna gęstość strumienia promieniowania słonecznego waha się w granicach 950-1250 kWh/m². Największe wartości promieniowania słonecznego występują nad Bałtykiem. Średnie nasłonecznienie dla nadmorskich rejonów Polski wynosi 1600 godzin. 80% sumy nasłonecznienia przypada na 6 miesięcy wiosenno-letnich, od początku kwietnia do końca września. Latem słońce grzeje 16 godzin dziennie, zimą tylko 8.

Biorąc pod uwagę powyższe dane, można zadać sobie pytanie, na ile sensowne i wydajne w naszych warunkach klimatycznych jest gospodarcze zastosowanie kolektorów słonecznych? W celu uzyskania wymiernej odpowiedzi podjęliśmy działania na rzecz budowy kolektora słonecznego w naszej szkole. W ich efekcie w Zespole Szkół Nr 9 w Gdyni od 1999 roku działa instalacja tego typu. Na jej przykładzie proponujemy wykorzystanie tego rozwiązania jako pilotażowego i nowatorskiego nie tylko w sensie gospodarczo-ekonomicznym, ale również edukacyjno-wychowawczym. W ubiegłym roku szkolnym powstał cykl zajęć dla uczniów klas szóstych, w czasie których mieli oni okazję przyrzec się na własne oczy jakie znaczenie ma dla nas Słońce i jakie jest działanie kolektora słonecznego.

2. Sformułowanie problemu.

Biorąc pod uwagę złożoną naturę procesów przemian energetycznych, jakim podlega promieniowanie słoneczne, wyróżnić można następujące ich rodzaje:

- fotochemiczna przemiana energii promieniowania słonecznego, prowadząca w procesie fotosyntezy do powstawania energii wiązań chemicznych w komórkach roślinnych,
- fototermiczna przemiana energii promieniowania słonecznego w ciepło,
- fotowoltaniczna przemiana energii Słońca w energię elektryczną.

Zużycie energii elektrycznej w przeciętnym gospodarstwie domowym w Polsce wynosi średnio 560 kWh na osobę na rok. Produkcja tej energii w naszym kraju oparta jest na spalaniu węgla (97,5 %), a uzyskiwanie jej ze źródeł odnawialnych innych niż spadek wody jest statystycznie pomijalne (dane

z 1997 r.). Jeśli porównamy strukturę zużycia energii w Polsce ze średnią strukturą zużycia energii na świecie, to widzimy, że energetyka polska charakteryzuje się:

- dominacją paliw stałych,
- niskim udziałem paliw węglowodorowych,
- niskim udziałem energii ze źródeł odnawialnych.

Choć z upływem czasu sytuacja poprawia się, to jest to proces niezwykle powolny, a na dzień dzisiejszy jego efekty są nieznaczne.

Ciekawe i inspirujące w poznawaniu tych problemów jest zaplanowanie takich doświadczeń, które będą obrazowały i wyjaśniały możliwości wykorzystania energii Słońca dla naszych potrzeb, a w szerszym kontekście – jego wpływ na nasze życie i stan środowiska naturalnego.

Liczymy na to, że podniesienie świadomości dzieci i młodzieży w tym zakresie zaowocuje w przyszłości nie tylko lepszym zrozumieniem problematyki energetycznej, lecz również wymiernymi działaniami zmierzającymi ku jej poprawie.

3. Hipotezy:

- energia słoneczna jest absorbowana i przetwarzana przez rośliny w procesie fotosyntezy, co powoduje ich wzrost,
- promieniowanie słoneczne powoduje nagrzewanie się wody,
- zastosowanie kolektora słonecznego pozwoli na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej w szkole (gospodarstwie domowym),
- stosowanie kolektorów słonecznych pozwoli na wyeliminowanie szkodliwego dla środowiska spalania węgla kamiennego powodującego zanieczyszczenia atmosfery,
- użycie kolektora słonecznego pozwoli na zredukowanie ilości emisji CO₂, SO₂ i NO_x wyemitowanych do atmosfery, a co za tym idzie zahamowanie niekorzystnych zmian klimatycznych,
- kolor użytych materiałów ma wpływ na sprawność kolektora słonecznego,
- pory roku wpływają na sprawność kolektora słonecznego.

4. Propozycja działań weryfikujących:

⇒ Zaplanować doświadczenie obrazujące proces pochłaniania i przetwarzania energii słonecznej przez rośliny.

Opis doświadczenia:

Do akwarium nalewamy wodę z kranu, wkładamy do niej okazy rzęsy wodnej i całość wystawiamy na intensywne działanie światła słonecznego. Bliźniaczy zestaw kontrolny ustawiamy na półce szafki, którą szczelnie zamykamy. Obserwacje prowadzimy przez 4 tygodnie. Powinniśmy znać ilość roślin, które znalazły się w wodzie na początku eksperymentu. Można o to zadbać w ten sposób, że w momencie zakładania hodowli uczniowie do-

kładnie policzą ilość listków rzęsy wodnej. Prowadząc obserwacje, uczniowie raz w tygodniu dokonują obliczeń przyrostu rzęsy. Na koniec

obliczają jaki był całkowity przyrost liczby listków roślin hodowanych „na świetle słonecznym” w porównaniu do roślin kontrolnych (trzymanych w ciemności).

- ⇒ Zaprojektować urządzenie, które można wykorzystać do podgrzewania wody przy pomocy promieniowania słonecznego, tzw. „Słoneczny podgrzewacz wody”.

Opis doświadczenia:

Uczniowie wykonują zestaw, składający się z dwóch sześciennych kartonów, wstawionych jeden w drugi. Między ściankami obu sześcienników znajduje się powietrze jako warstwa izolacyjna. Na wewnętrznej stronie przykrywki większego kartonu przyklejamy zwierciadło, najlepiej przycięte na wymiar lustro. Można je zastąpić folią aluminiową, uważając, żeby nie była ona pognieciona. Wewnętrzne ścianki mniejszego pudełka wyklejamy czarnym papierem i wkładamy do niego czarny pojemnik z zimną wodą. Następnie dokonujemy pomiaru jej temperatury i zapisujemy wynik. Wewnętrzne pudełko przykrywamy kawałkiem szyby lub przezroczystą płytką z pleksiglasu. W pogodny dzień ustawiamy cały zestaw tak, aby promienie słoneczne odbijały się od warstwy zwierciadlanej uchylonej przykrywki i przez szybkę padały wprost na pojemnik z wodą. Przez kolejne dwie godziny dokonujemy korekty ustawienia zestawu, dostosowując je do aktualnego położenia Słońca, następnie ponownie mierzymy temperaturę wody i obliczamy jej przyrost.

- ⇒ Uczniowie w grupach mają za zadanie wykonanie prostego kolektora słonecznego.

Opis doświadczenia:

Z dwóch pudełek po filmach fotograficznych – jednego białego, drugiego czarnego wykonujemy modele kolektorów. Aby skupić promienie słoneczne w jednym miejscu można wykorzystać folię aluminiową do wykonania czaszy kolektora. Do pojemników wlewamy wodę o określonej temperaturze. Przygotowany zestaw badawczy wystawiamy na działanie promieni słonecznych. Po 2 godzinach mierzymy temperaturę wody w obu pojemnikach. Notujemy przyrosty temperatury wody, zarówno w białym, jak i czarnym pojemniku, a następnie porównujemy je.

- ⇒ Uczniowie wiedzą, że do podgrzania 1m^3 wody od temperatury 5°C do 35°C trzeba zużyć około 30 kWh energii elektrycznej. Na tej podstawie dokonują prostego obliczenia, ile można zaoszczędzić energii elektrycznej w ciągu roku, stosując kolektor słoneczny. W tym celu uczniowie samodzielnie dokonują szacunku ilości ciepłej wody, zużywanej w skali roku w ich gospodarstwie domowym, wykorzystując do tego celu bieżące rachunki za jej dostawę.

Uwaga:

Obliczenia poszczególnych uczniów mogą się znacznie różnić między sobą. Nie chodzi jednak o uzyskanie wielkości bezwzględnych, tylko o ogólne przedstawienie skali zjawiska.

Żeby obliczenia były bardziej wymowne, prosimy uczniów o przeliczenie uzyskanych wyników na wartość rachunku za energię elektryczną w złotych (licząc po aktualnej cenie rynkowej za 1 kWh).

- ⇒ Aby uzyskać 1 kWh energii elektrycznej należy spalić 0,3 kg węgla. Uczniowie dokonują obliczeń, w jakim stopniu ilość spalane go węgla ulegnie redukcji, gdy kolektor słoneczny, podobnie jak w powyższym zadaniu, podgrzeje 1m^3 wody. Konsekwentnie: o ile mniej węgla zużyłoby ich własne gospodarstwo domowe w ciągu roku?
- ⇒ Spalanie węgla ma uciążliwy skutek uboczny w postaci powstawania zanieczyszczeń powietrza. Zakładamy, że instalując kolektor słoneczny o powierzchni 8m^2 na dachu domku jednorodzinny można obniżyć emisję CO_2 , SO_2 i NO_x o 1 tonę na każdy rok pracy instalacji. Uczniowie obliczają, o ile zmniejszy się emisja tych gazów do atmosfery, jeżeli tylko jeden domek będzie korzystał z kolektora przez 7 kolejnych lat (czas, jaki uczniowie spędzają w szkole podstawowej, z „zerówką” włącznie). O ile ton szkodliwych gazów będzie mniej, jeśli takich domków będzie w Polsce tysiąc, dwa tysiące...

Uwaga:

Możemy zlecić uczniom określenie liczby domków jednorodzinnych w okolicy szkoły i obliczenia odnieść do tej ilości. Decyzja w tym zakresie zależy od wielkości miejscowości lub dzielnicy, w której znajduje się szkoła oraz charakteru okolicznej zabudowy.

Jaki wpływ mogłyby mieć takie rozwiązania na ograniczenie globalnych skutków zanieczyszczenia atmosfery, takich jak efekt cieplarniany i dziura ozonowa?

- ⇒ Uczniowie próbują ustalić, jak oświetlony jest teren Polski w cyklu dobowym oraz w czasie rocznego obiegu Ziemi wokół Słońca.

Opis doświadczenia:

W zaciemnionym pomieszczeniu ustawiamy na podłodze duży globus, stojący w odległości 1-1,5 m od lampy symbolizującej Słońce, która go oświetla. Najpierw, obracając globusem uzmysławiamy uczniom zmienną wartość natężenia światła podczas całego obrotu Ziemi wokół własnej osi. Potem jeden z uczniów przesuwa powoli globus po narysowanym wcześniej okręgu, wyznaczającym orbitę Ziemi. Pamiętając o zachowaniu stałego nachylenia osi obrotu globusa prosimy uczniów o wyjaśnienie różnic w oświetleniu naszego kraju w różnych położeniach globusa w jego symulowanej wędrówce po orbicie. W ten sposób uczniowie ugruntowują swoją wiedzę na temat zmiennej ilości energii słonecznej, docierającej do nas w zależności od pory roku. W aspekcie dokonanych obserwacji porównują szerokość

geograficzną naszego kraju ze strefą równikową. Na zakończenie dokonują analogicznego porównania w stosunku do strefy podbiegunowej.

5. Interpretacja wyników.

⇒ Liczba listków rzęsy wodnej hodowanej w słońcu wzrasta wraz z upływem czasu. Listki tej samej rośliny, przetrzymywanej bez dopływu światła nie tylko nie rozwijają się, lecz żółkną i zamierają.

Wniosek:

Światło słoneczne ma pozytywny wpływ na wzrost i rozwój roślin zielonych.

⇒ Temperatura wody poddanej intensywnemu promieniowaniu słonecznemu znacznie wzrasta, pod warunkiem względnej jej izolacji od otoczenia.

Wniosek:

Promieniowanie słoneczne „niesie” ze sobą znaczne ilości energii cieplnej, którą można byłoby jakoś wykorzystać. Można stwierdzić, że dobrym „odbiornikiem” tej energii jest woda.

⇒ Przy użyciu ogólnodostępnych materiałów można zbudować działający model kolektora słonecznego, przy czym ważny jest sposób ekspozycji na światło i kolor użytych pojemniczków.

Wniosek:

Zasada działania kolektora słonecznego jest dość prosta i na pewno można takie rozwiązanie wykorzystać na skalę gospodarczą. Kolor użytych materiałów ma wpływ na skuteczność urządzenia: im barwa ciemniejsza, tym sprawność instalacji większa.

⇒ Co prawda ilości energii elektrycznej, zużywanej w przeciętnym gospodarstwie domowym i związane z tym koszty nie wydają się duże, jednak w skali dłuższego czasu stają się znaczne.

Wniosek:

Poprzez zainstalowanie kolektora słonecznego można uzyskać wymierne korzyści w postaci oszczędności energii elektrycznej, a co za tym idzie – pieniędzy.

⇒ Woda w większości gospodarstw domowych w Polsce podgrzewana jest bezpośrednio lub pośrednio poprzez spalanie węgla. Jednak wcale nie musi tak być.

Wniosek:

Można uzyskać znaczne oszczędności w zużyciu węgla jako źródła energii, jeśli kotły c.o. zastąpi się kolektorami słonecznymi.

⇒ Każdy kilogram spalonego w kotłowni węgla powoduje powstawanie określonych ilości szkodliwych gazów i pyłów, które ulatniają się do atmosfery. Wynikiem ich obecności w powietrzu jest zaistnienie takich niekorzystnych zjawisk o zasięgu globalnym jak efekt cieplarniany lub dziura ozonowa.

Wniosek:

Można uzyskać znaczne oszczędności w zużyciu węgla jako źródła energii, jeśli kotły c.o. zastąpi się kolektorami słonecznymi.

⇒ Każdy kilogram spalonego w kotłowni węgla powoduje powstawanie określonych ilości szkodliwych gazów i pyłów, które ulatniają się do atmosfery. Wynikiem ich obecności w powietrzu jest zaistnienie takich niekorzystnych zjawisk o zasięgu globalnym jak efekt cieplarniany lub dziura ozonowa.

Wniosek:

Poprzez coraz powszechniejsze stosowanie takich rozwiązań jak kolektory słoneczne przyczyniamy się w pośredni sposób do obniżenia emisji szkodliwych gazów. Zgodnie z zasadą „myśl globalnie, działaj lokalnie”, może to przynieść zbawienny efekt w postaci zahamowania bardzo niebezpiecznych zagrożeń ekologicznych współczesnego świata.

⇒ W naszych warunkach klimatycznych kolektory słoneczne mają pewne wady, których nie da się uniknąć. Należą do nich zmienna koncentracja i niezbyt wysokie natężenie nasłonecznienia, osłabiane dodatkowo przez rozpraszanie promieniowania na warstwach chmur.

Wniosek:

Konstruując i budując instalacje do pozyskiwania energii cieplnej pochodzącej ze Słońca, trzeba uwzględniać te niedogodności, stosując odpowiednie środki, materiały i instalacje wspomagające.

6. Prezentacja wyników.

⇒ Na początku realizacji całego cyklu eksperymentów uczniowie umieszczają w holu szkolnym własnoręcznie wykonany duży plakat, na którym znajduje się temat przedsięwzięcia, a pod nim postawione hipotezy.

⇒ Po zakończeniu badań obok plakatu pojawia się duży poster, który przedstawia wizerunek Słońca z wychodzącymi z niego promieniami. Poszczególne promienie łączą się z odpowiednimi rubrykami, w których zamieszczane są wyniki eksperymentów, obserwacji i wyliczeń. Ponadto każda rubryka zawiera wnioski i ewentualnie – komentarz. Poster ozdobiony jest zdjęciami wykonanymi podczas realizacji przedsięwzięcia.

⇒ Pod posterem uczniowie ustawiają gablotę, w której zamieszczają:

- obydwa naczynia z hodowlą rzęsy wodnej,
- słoneczne podgrzewacze wody,
- modele kolektorów słonecznych, wykonane z pudełek po kliszach fotograficznych.

Wszystkie eksponaty wyposażone są w podpisy: co to jest, kto wykonał, do czego to służy.

7. Uwagi:

Kolektor słoneczny nie jest konieczny do wykonania naszych badań.

Literatura:

Bedi E. – *W kierunku odnawialnych źródeł energii*, Polski Klub Ekologiczny 1996.

Foulds K. – *Fizyka dla gimnazjum*, Prószyński i S-ka 2000.

- Gerhart A. – *Energia*, Austriackie Towarzystwo Ochrony Przyrody 1994.
- Lewandowski W.M., Bilicki Z., Kowalik P. – *Konwencjonalne i odnawialne źródła energii*, Polski Klub Ekologiczny Okręg Wschodnio-Pomorski, Gdańsk 1996.
- Szpil Z. – *Wykorzystanie energii słonecznej*, „Aura” 7/2000.
- Tyralska-Wojtycza E. – *Energia w Twoim domu*, Regionalne Centrum Edukacji Ekologicznej, Kraków 1999.
- Energia i jej związki ze środowiskiem*, broszura dla nauczycieli, wydanie specjalne, grudzień 1998.
- „Biuletyn Technologiczny 002”, Centrum Energii Odnawialnej, grudzień 1998.
- Rezolucja Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej w sprawie wzrostu wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych 8 lipca 1999.*
- „Zielony Region” – czasopismo wydane przez Fundację Karkonoską, 1998.

