

*Stanisław Gumuła<sup>1</sup>, Krzysztof Pytel<sup>2</sup>*

## **Analiza opłacalności wykorzystania energii promieniowania słonecznego w aspekcie edukacyjnym, ekonomicznym i ekologicznym**

Od zarania wieków obserwujemy dynamiczny rozwój techniki, technologii i przemysłu. Motorem napędowym tych działań jest globalne dążenie do podniesienia poziomu i standardu życia. Cel ma zostać osiągnięty poprzez masową produkcję urządzeń powszechnego użytku. Do początków XX wieku nie przewidywano skutków, jakie działania te za sobą pociągną. Okazało się bowiem, że urządzenia skonstruowane w celu zapewnienia lepszej jakości życia stały się przyczyną jednego z większych problemów XXI wieku, jakim jest zanieczyszczenie środowiska życia i pracy człowieka, zanieczyszczenie atmosfery, gleby i wody. Problemy te są częstokroć przyczyną zachorowań, obniżenia zdolności absorpcyjnych środowiska i przyczyniają się do raptownego ocieplenia klimatu. Rozwój techniki był jednoznaczny z rozwojem zapotrzebowania na paliwa, szczególnie paliwa kopalne. Rabunkowa ich eksploatacja oraz pojawiające się w jej trakcie zanieczyszczenia wymusiły na ludzkość poszukiwanie mniej uciążliwych dla środowiska naturalnego zasobów i źródeł energii. Za źródło przyjazne środowisku uznano energię promieniowania słonecznego, która będąc w pełni odnawialną, jest powszechnie dostępna. Energia promieniowania słonecznego może być wykorzystywana lokalnie i w sposób zdecentralizowany w miejscach zapotrzebowania. Najskuteczniejszym urządzeniem do jej absorpcji jest kolektor słoneczny dostarczający ciepłej wody użytkowej i podgrzewający wodę do instalacji centralnego ogrzewania. Rozeznanie w technice solarnej, znajomość potrzeb własnych oraz możliwość wyboru dostawcy i typu kolektora umożliwiają dostosowanie instalacji do wymagań użytkownika i norm środowiskowych. Jednocześnie stosowanie przyjaznych środowisku urządzeń energetycznych przyczynia się do wzrostu świadomości ekologicznej społeczeństw oraz stanowi naturalny element edukacji prośrodowiskowej.

### **Zasób energetyczny promieniowania słonecznego**

Energia odgrywa ogromną rolę w życiu ludzkości. Każdy człowiek codziennie wykorzystuje jej różne odmiany, począwszy od energii pozyskiwanej w formie

---

<sup>1</sup> Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków, Katedra maszyn i urządzeń energetycznych.

<sup>2</sup> Uniwersytet Pedagogiczny, Kraków, Instytut Techniki.

pokarmu, poprzez energię wykorzystywaną w transporcie, w przemyśle, do celów grzewczych, a skończywszy na oświetleniu. Od wieków była ona niezbędna do życia ludzkości, chociaż jej postać i formy się zmieniały. Energii pierwotnej dostarczało środowisko w postaci zasobów naturalnych, następnie energię przetwarzano w urządzeniach wiatrznych i młynach wodnych. Szybki rozwój techniki, ograniczenia ekologiczne i ekonomiczne spowodowały wzrost zapotrzebowania na energię, a tym samym przyczyniły się do przyspieszenia tempa rozwoju energetyki. Nowoczesne elektrownie wykorzystują paliwa pochodzące z surowców kopalnych, zasobów energii wiatru czy energii promieniowania słonecznego. Nieodnawialne źródła energii wykorzystują surowce, które po zastosowaniu ulegają degradacji. Zapotrzebowanie na energię dynamicznie wzrasta, a szacując na około 50 lat zasoby nieodnawialnych źródeł energię, okaże się, że około 2050 roku surowce te będą na wyczerpaniu, pozostawiając ludzkość z dylematem poszukiwań skutecznych zastępników, czyli energii odnawialnej. Odnawialne źródła energii, wykorzystują zasoby, które praktycznie nigdy się nie wyczerpują, zmieniają jedynie cyklicznie swoją moc. Energia wód, słoneczna, wiatru, pływów, fal morskich, energia ciepła oceanów, biomasy, gejzerów czy energia pochodząca z gorących skał jest tania w eksploatacji i przyjazna zarówno człowiekowi, jak i środowisku. Mówiąc o odnawialnych źródłach energii, duży nacisk kładzie się na wykorzystanie energii promieniowania słonecznego jako najbardziej powszechnej. Pozyskiwanie tego zasobu pod różnymi postaciami jest wygodne i ogólnodostępne. Energia ta umożliwia przebieg procesów życiowych na Ziemi, a jednocześnie prawie wszystkie rodzaje energii na Ziemi biorą swój początek w energii promieniowania słonecznego. Jest ona źródłem energii wykorzystywanej do procesów fotosyntezy determinującej życie na Ziemi. Energia ta, zmagazynowana w pokarmie, podtrzymuje procesy życiowe w organizmach. Dzięki niej powstają łańcuchy pokarmowe, wiążące ze sobą producentów, konsumentów i destruentów występujących w wybranych biocenozach. Łańcuchy troficzne tworzą sieć zależności pokarmowych i dzięki nim możliwy jest obieg materii i przepływ energii przez poziomy troficzne w ekosystemach. Zazwyczaj podstawę piramidy ekologicznej będącej początkiem łańcucha pokarmowego stanowią producenci, na kolejnych poziomach ustawiają się poziomy troficzne konsumentów I, II, III, IV i wyższego rzędu. Kolejne stopnie piramidy przedstawiają ilość energii zebranej w ciałach konsumentów będących kolejnym ogniwem łańcucha pokarmowego, co w konsekwencji powoduje, że najwyższe stopnie piramidy reprezentują ilości energii zgromadzone w ciałach producentów, energii pochodzącej pośrednio od Słońca.

Człowiek, będąc niejednokrotnie sam na szczycie piramidy troficznej, opowiadał również inne metody pozyskiwania energii promieniowania słonecznego. Przetwarzał ją od tysięcy lat w skonstruowanych przez siebie przeróżnych konstrukcyjnie kolektorach słonecznych. Do dzisiaj przetrwały i rozwinęły się szczególnie kolektory wodne i powietrzne. Rola tych urządzeń pozostała niezmienna, zwiększyła się jedynie efektywność pracy i skala zastosowania. Energię promieniowania słonecznego wykorzystuje się nie tylko do ogrzewania mieszkań, ale również pomieszczeń produkcyjnych, obiektów sportowych, szkół, ośrodków kultury. Energia promieniowania słonecznego znajduje zastosowanie do suszenia ziarna zbóż, tytoniu, nasion, owoców, ziół. Jednocześnie jest ona przekształcana w energię

elektryczną w ogniwach fotowoltaicznych, które zasilają kalkulatory, zabawki, radia, telefony awaryjne, latarnie morskie, stacje meteorologiczne czy urządzenia mobilne. Obecnie energia promieniowania słonecznego, która dochodzi do powierzchni Ziemi, jest przetwarzana na prąd i ciepło. Jednakże nie cała ilość promieniowania docierająca do zewnętrznych warstw atmosfery dochodzi do powierzchni Ziemi. W atmosferze jest pochłaniane niebezpieczne dla organizmów promieniowanie krótkofalowe, natomiast przepuszczane jest promieniowanie widzialne i część promieniowania radiowego. Przeciętnie metr kwadratowy powierzchni Ziemi otrzymuje 1380 [W] energii promieniowania Słońca.

Energetyce odnawialnej w Polsce po wejściu do Unii Europejskiej wyznaczono nowe, ambitne cele. Potencjał techniczny zasobów energii odnawialnej w Polsce szacuje się na poziomie 3 850 PJ rocznie, co stanowi około 90% całkowitego zapotrzebowania na energię. W naszym kraju istnieją odpowiednie warunki do wykorzystania energii promieniowania słonecznego. Chociaż zasoby energii charakteryzują się dużą zmiennością sezonową oraz nieregularnym rozmieszczeniem, na terenie Polski istnieją niewielkie różnice regionalne w zasobach energii słonecznej. Wykorzystanie energii słonecznej ogranicza się do zastosowania instalacji do produkcji ciepłej wody oraz w rolnictwie w procesach suszenia płodów rolnych. Szacunkowy potencjał ekonomiczny kolektorów słonecznych w Polsce do produkcji ciepłej wody użytkowej oraz potencjał kolektorów słonecznych do suszenia płodów rolnych to około 45 PJ. O ilości energii, która ulega zamianie w energię cieplną w kolektorach słonecznych decydują roczne wartości nasłonecznienia definiowane ilością energii słonecznej padającej na jednostkę powierzchni płaszczyzny w określonym czasie. Roczna gęstość promieniowania słonecznego na płaszczyznę poziomą w różnych rejonach Polski waha się w granicach 950–1250 kWh/m<sup>2</sup>, a średnie usłonecznienie wynosi około 1600 godzin na rok. Jednocześnie około 80% całkowitej rocznej sumy nasłonecznienia przypada na miesiące od kwietnia do września a czas operacji słonecznej w miesiącach letnich trwa do 16 godzin, podczas gdy w miesiącach zimowych – do 8 godzin. Rzeczywiste warunki nasłonecznienia mogą odbiegać od standardowych, przyjętych na podstawie analiz, co jest związane z występowaniem lokalnych zanieczyszczeń, względnie przeszkód terenowych. Równocześnie wielkość promieniowania słonecznego wykorzystana przez kolektor jest mniejsza niż całkowite promieniowanie słoneczne docierające do powierzchni Ziemi, gdyż powstają straty energii w wyniku rozproszenia, pochłaniania czy strat na kolektorze.

### **Analiza możliwości wykorzystania systemów solarnych do ogrzewania ciepłej wody użytkowej w zastosowaniach domowych**

Budynek, dla którego zaprojektowano instalację c.o. to wolnostojący domek jednorodzinny zlokalizowany w Krakowie. Dom jest dwupoziomowy, niepodpiwniczony. Na parterze znajduje się pokój dzienny, hall, kuchnia, jadalnia, wiatrołap, spiżarnia i garaż. Na piętrze sypialnie i łazienka. Bryłę stanowi prostopadłościan przykryty płaskim stropodachem. Podstawowe dane techniczne analizowanego budynku to:

powierzchnia użytkowa	127,43 m <sup>2</sup>
kubatura	344 m <sup>3</sup>
liczba mieszkańców	5

Zestawienie przegród budowlanych analizowanego budynku:

Ściana zewnętrzna	$U=0,28$ [W/m <sup>2</sup> K]
Ściana wewnętrzna nośna	$U=1,07$ [W/m <sup>2</sup> K]
Ściana wewnętrzna działowa	$U=2,13$ [W/m <sup>2</sup> K]
Podłoga na gruncie	$U=0,30$ [W/m <sup>2</sup> K]
Strop	$U=0,55$ [W/m <sup>2</sup> K]
Stropodach	$U=0,21$ [W/m <sup>2</sup> K]
Okna	$U=1,8$ [W/m <sup>2</sup> K]
Drzwi wejściowe	$U=2,6$ [W/m <sup>2</sup> K]

Po przeprowadzeniu analiz dotyczących zapotrzebowania na ciepło w budynku uzyskano następujące wyniki:

sumaryczna strata ciepła budynku	9048 [W]
strata ciepła na wentylację	2729 [W]
średnia temperatura pomieszczeń ogrzewanych	19,6 [°C]
powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	127,43 [m <sup>2</sup> ]
kubatura pomieszczeń ogrzewanych	344,059 [m <sup>3</sup> ]
kubatura budynku	344,059 [m <sup>3</sup> ]
kubatura przestrzeni ogrzewanej	344,059 [m <sup>3</sup> ]
wskaźnik cieplny budynku	26,298 [W/m <sup>3</sup> ]

Na podstawie analiz przyjęto kocioł centralnego ogrzewania pracujący w zakresie 8÷24 KW oraz dobrano grzejniki do pomieszczeń ogrzewanych. Wyniki przedstawiono w tabeli 1.

**Tab. 1.** Zestawienie pomieszczeń ogrzewanych i wykaz dobranych grzejników

Lp.	Nazwa pomieszczenia	Q <sub>w</sub> [W]	ΣQ [W]	Grzejniki
1	wiatrołap	32	274	typ 11 300x500
2	hall+schody	160	549	typ 10 600x700
3	pokój dzienny	442	1984	typ 11 500x1100 typ 11 500x1100
4	jadalnia	61		–
5	kuchnia	462	861	typ 11 400x600
6	wc	35	155	–
7	pomieszczenie techniczne	87	443	typ 11 300x700
8	garaż	262	1579	typ 10 600x2000
9	spiżarnia	34	107	–
10	hall	120	227	typ 11 300x600
11	pokój	176	636	typ 11 500x1000
12	pokój	207	707	typ 21 500x700
13	pokój	236	650	typ 11 500x1000
14	łazienka	415	1087	typ 22 500x1000

Następnie przeprowadzono obliczenia instalacji solarnej.

1. Bilans ciepła, zapotrzebowanie ciepła dla potrzeb c.w.u

Średnie dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę:

$$q_{d\acute{s}r} = U \cdot q_u = 5 \cdot 60 = 300 \text{ [l/d]}$$

gdzie:  $U$  – liczba użytkowników, założono  $U=5$  osób,  $q_u$  – dzienne zużycie c.w.u. na osobę, przyjęto  $q_u=60$  [l/d].

Średnie godzinowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę:

$$q_{h\acute{s}r} = q_{d\acute{s}r} / \tau = 300 / 18 = 16,7 \text{ [l/h]}$$

gdzie:  $q_{d\acute{s}r}$  – średnie dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę,  $\tau$  – liczba godzin użytkowania instalacji w ciągu doby, [h/d].

Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę:

$$q_{h\text{max}} = q_{h\acute{s}r} \cdot N_h = 16,7 \times 6,28 = 105 \text{ [l/h]} = 0,000029 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

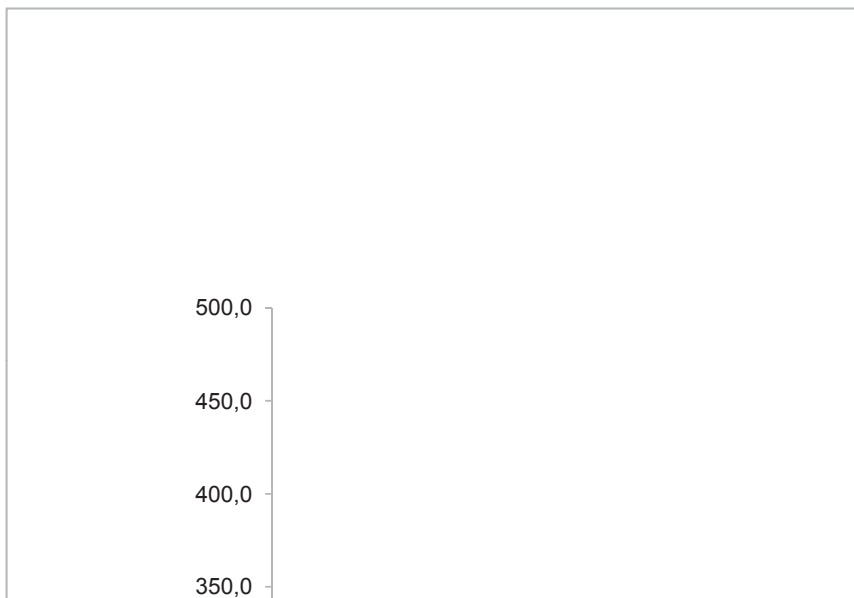
gdzie:  $q_{h\acute{s}r}$  – średnie godzinowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę.

$$N_h = 9,32 * U^{-0,244} = 9,32 * 5^{-0,244} = 6,28$$

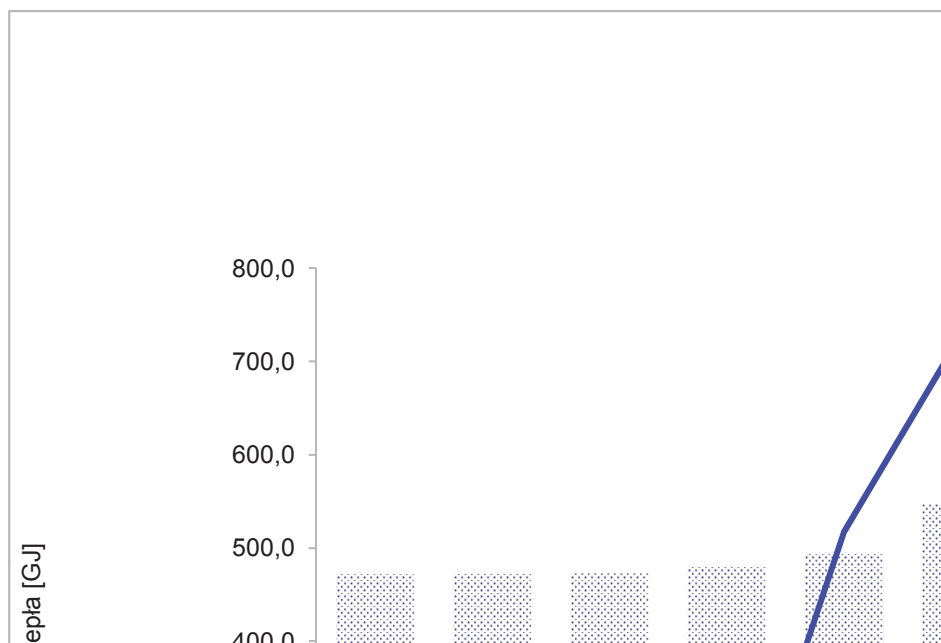
Zapotrzebowanie ciepła dla przygotowania c.w.u.

$$Q_{h\text{max}} = q_{h\text{max}} \cdot c_w \cdot \rho \cdot (t_c - t_z) = 0,000029 \cdot 4,2 \cdot 1000 \cdot (55 - 10) = 5,5 \text{ kW}$$

gdzie:  $q_{h\text{max}}$  – maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę [m<sup>3</sup>/s],  $c_w$  – ciepło właściwe wody,  $c_w=4,2$  [kJ/(kgK)],  $\rho$  – gęstość wody,  $\rho=1000$  [kg/m<sup>3</sup>],  $t_c$  – obliczeniowa temperatura ciepłej wody,  $t_z$  – obliczeniowa temperatura zimnej wody.



Ryc. 1. Obliczenia wstępne (zapotrzebowanie na C.W.U., lokalizacja, dane ustawienia kolektora)



Ryc. 2. Zysk energetyczny instalacji kolektorów słonecznych

Na rycinie 1 przedstawiono zapotrzebowanie na c.w.u., lokalizację, dane ustawienia kolektora. W kolejnych etapach analiz policzono zasobnik i straty ciepłe, obliczono powierzchnię kolektora, obliczono naczynie zbiorcze, system połączenia i strat ciśnienia. Efektem końcowym analiz był zysk energetyczny, który przedstawiono na rycinie 2.

W kolejnym etapie analiz wykorzystania systemów solarnych do ogrzewania ciepłej wody użytkowej w zastosowaniach domowych przeprowadzono analizę ekonomiczną instalacji kolektorów słonecznych. Powszechnie wiadomo, że istnieją czynniki mające wpływ na opłacalność ekonomiczną zastosowania instalacji kolektorów słonecznych do celów c.w.u. Istotnym czynnikiem jest dobór obiektu budowlanego pod kątem zastąpienia konwencjonalnego nośnika energii przez energię słoneczną, gdyż nośniki energii konwencjonalnej różnią się ceną, dostępnością, wartością opałową, obciążeniem dla środowiska naturalnego oraz technologią spalania. Inwestycja w instalację słoneczną jest opłacalna w obiektach wykorzystujących najdroższe nośniki energii. Do takich można zaliczyć gaz płynny (propan) oraz energię elektryczną, gdzie koszt wytworzenia 1 GJ energii wynosi około 100 zł. Cena dla oleju opałowego to około 75 zł, dla gazu ziemnego to blisko 45 zł, dla ciepła sieciowego to blisko 40 zł natomiast dla węgla kamiennego to 27 zł. Kolejnym czynnikiem wpływającym na opłacalność inwestycji jest wielkość zasobów energii słonecznej występujących w miejscu zainstalowania kolektorów słonecznych oraz zorientowanie powierzchni kolektorów względem padających promieni słonecznych.

Do analizy ekonomicznej przyjęto, że w ciągu rocznego okresu wykorzystując instalację słoneczną można zaoszczędzić 20 GJ energii cieplnej, która to energia posłużyła do podgrzania wody użytkowej.

**Tab. 2.** Szacunkowe wartości opałow i sprawności konwencjonalnych surowców energetycznych

Nośnik energii	Jednostka obliczeniowa	Wartość opałow [MJ/jedn.]	Sprawność urządzenia [%]
węgiel kamienny	1000 kg	25000	80
ciepło sieciowe	1 GJ	1000	90
gaz ziemny GZ 50	1000 m <sup>3</sup>	35586	94
olej opałow	1000 kg	42700	94
gaz płynny (propan)	1000 kg	46350	94
energia elektryczna (stała taryfa)	1000 kWh	3600	98

Cena zakupu instalacji słonecznej jest jednym z głównych czynników decydujących o opłacalności zastosowania układu solarne. Im niższa cena kolektorów o jednakowej lub zbliżonej sprawności, tym szybszy czas zwrotu kosztów zakupu instalacji słonecznej. Na polskim rynku wiele polskich i zagranicznych firm sprzedaje swoje instalacje solarne. Różnią się one jakością wykonania, poziomem technicznym, ceną i długością bezawaryjnej eksploatacji. Do prowadzonych badań wykorzystano instalację słoneczną z dwoma panelami kolektorów płaskich, wykonanych z wysokosprawnych materiałów. Cenę kompletnego zestawu o powierzchni kolektorów 5 m<sup>2</sup> z montażem przyjęto  $C_K = 12\ 000$  zł. Cena uwzględnia podgrzewacz pojemnościowy. W trakcie eksploatacji układu kolektorowego występują koszty związane z eksploatacją systemu, które przyjęto na 150 zł. Uwzględniając koszty inwestycji, koszty eksploatacyjne i zysk dla różnych nośników energii konwencjonalnej, obliczono czas zwrotu nakładów przy zastąpieniu różnych nośników energii konwencjonalnej. Wyniki przedstawiono w tabeli 3.

**Tab. 3.** Zysk otrzymany w wyniku zaoszczędzenia różnych nośników energii konwencjonalnej dla okresu rocznego oraz czas zwrotu inwestycji przy zastąpieniu różnych nośników energii konwencjonalnej

Nośnik energii	Zysk [zł]	Prosty czas zwrotu inwestycji, [lat]
węgiel kamienny	550	30
ciepło sieciowe	750	20
gaz ziemny GZ 50	900	16
olej opałow	1 500	9
gaz płynny (propan)	2 000	6,5
energia elektryczna (stała taryfa)	2 150	6

Żywotność instalacji słonecznych założono na 25 lat. Z ekonomicznego punktu widzenia nie opłaca się montaż instalacji kolektorów słonecznych w budynkach, gdzie do uzyskania ciepłej wody użytkowej wykorzystywany jest węgiel kamienny. Koszty zwrotu inwestycji nastąpią dopiero po ponad 25 latach, czyli po czasie żywotności eksploatacyjnej układu. Niektóre kraje Unii Europejskiej dofinansowują tego typu inwestycje. W takim przypadku cena zakupu instalacji słonecznej dla potencjalnego inwestora jest niższa, a okres zwrotu kosztów maleje proporcjonalnie do wielkości dofinansowania. Wykorzystując instalację słoneczną w typowym budynku jednorodinnym, przy 100-procentowym pokryciu kosztów zakupu instalacji słonecznej przez inwestora, inwestycja jest opłacalna, gdy do podgrzewania wody użytkowej wykorzystywane są energia elektryczna, gaz płynny (propan), olej opałowy, ciepło sieciowe oraz gaz ziemny GZ 50. Jako dodatkowy atut takiej instalacji można wymienić przyczynienie się do ochrony naturalnych zasobów paliw kopalnych i ochrony środowiska.

Istnieje wiele korzyści wynikających z zastosowania energii promieniowania słonecznego. Spośród korzyści ekonomiczno-społecznych można wymienić wprowadzenie niewyczerpalnego źródła energii w miejsce trudniej dostępnych i coraz droższych paliw kopalnych czy zmniejszenie uzależnienia od obcych źródeł energii. Przy wykorzystaniu lokalnym odpadają straty energii podczas transportu, a także zmniejsza się zależność od dużych przedsięwzięć energetycznych. Wśród korzyści ekologicznych można wymienić znaczne zredukowanie emisji zanieczyszczeń powietrza związanych z przetwarzaniem paliw kopalnych, redukcję efektu cieplarnianego, zmniejszenie ilości odpadów. Do korzyści zdrowotnych można zaliczyć ograniczenie zachorowań wynikających z zanieczyszczeń środowiska, natomiast do edukacyjnych – wzrost świadomości ekologicznej młodego pokolenia wychowywanego w duchu szacunku dla środowiska i w poszanowaniu proekologicznych źródeł energii. Jednocześnie świadoma edukacja proekologiczna młodego człowieka, kształtując jego pogląd na środowisko, stanowi doskonały element wzbogacający krąg zainteresowań o świat i zjawiska na nim zachodzących. Młody człowiek zaczyna sobie zdawać sprawę, że wszystko, co dzieje się na Słońcu, odbija się na zjawiskach biologicznych i geofizycznych zachodzących na Ziemi. Edukacja wspomagana propagowaniem odnawialnych źródeł energii może spowodować wiele korzyści wynikających z wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych. W warunkach Polski szczególną przydatność wykazują kolektory słoneczne instalowane dla celów podgrzewania wody użytkowej, a także wody basenowej. Zwiększenie wśród młodego, otwartego na zmiany pokolenia zainteresowania odnawialnymi źródłami energii powoduje w konsekwencji powstanie firm produkujących, importujących i montujących instalacje grzewcze z kolektorami słonecznymi. W związku z tym rynek instalacji kolektorów słonecznych może rozwijać się dwutorowo, gdzie systematycznemu zwiększeniu sprzedaży zaawansowanych technologicznie importowanych instalacji będzie towarzyszyło zwiększenie ilości instalacji wytworzonych z komponentów instalacyjnych zakupionych na rynku krajowym. Skuteczna akcja edukacyjna może spowodować, że w najbliższych latach staje się prawdopodobnym wzrost znaczenia kolektorów słonecznych i prostych instalacji budowanych



sposobem gospodarczym w małych warsztatach. Jednakże do realizacji tych planów potrzebne są subwencje państwowe i zastosowanie dostępnych technologii spełniających wymagania jakościowe.

Bezpośrednie wykorzystanie energii słonecznej jako źródła energii posiada kilka zalet i wad w stosunku do konwencjonalnych źródeł energii. Wadą jest to, że zależy od promieniowania, pogody, pory dnia, miesiąca i roku. Ponadto energia jest bardziej poszukiwana w chłodniejszych rejonach świata i zimnych porach roku, podczas gdy pozyskiwanie energii za pomocą kolektorów słonecznych jest najskuteczniejsze w tropikalnych obszarach o wysokim promieniowaniu słonecznym oraz na pozostałym terenie w okresie lata. Rozwiązaniem byłoby tu skumulowanie energii na czas słońca. Trwają więc poszukiwania skutecznych metod magazynowania energii promieniowania słonecznego, ale jednocześnie proponuje się rozwiązanie alternatywne, którym jest stosowanie hybrydowych układów pozyskiwania energii.

## Bibliografia

- [1] Bogdańska B., *Energia Słoneczna*, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa 2002
- [2] Depešová J., Vargová M., *Možnosti využitia tradičných materiálov v technickej výchove*, [in:] Zborník *Modernizace výuky v technicky orientovaných oborech a předmětech*, Olomouc 1999, s. 152–154
- [3] Noga H., *Rola wartości humanistycznych w kształceniu informatycznym. V Konferencja Naukowa*. Kajdosz-Aouil M., Michalski A., Podolska Filipowicz E. (red.), *Edukacja Techniczno-Informatyczna – Kreowanie Nowoczesnego Modelu Kształcenia*, Bydgoszcz 2004, s. 267–273
- [4] Noga H., *Przydatność do pracy absolwentów szkół zawodowych – doniesienia z badań, XVII DIDMATTECH 2004*, Technika – Informatyka – Edukacja, Furmanek W., Walat W. (red.), Rzeszów 2004, s. 368–377
- [5] Noga H., *Ekologia stanowiska komputerowego*, Wych. Tech. w szkole 1998, nr 5, s. 296–298
- [6] Noga H., Dudek E., *Czy technika nam zagraża?*, Wychowanie Techniczne w Szkole 1999, nr 1, s. 38–42
- [7] Noga H., Sobczyk W., Kozaczyński W., *Edukacja ekologiczna dzieci i młodzieży*, RND Prace techniczne, s. 57–64

## The analysis of providing operation for solar energy on educational, economical and ecological area

### Abstract

The growth of demand on fuel, which is not burdensome for natural biotopeware, introduced in this article. The source of such energy is solar radiation. Solar collectors are device servant to it practical unfair advantage. The most effective way is to use this locally for decentralized installations protecting demand on central heating and warm water preparation for house purposes. The way of the selection of installation of solar collectors in article was introduced was.

Key words: ecology, conservation of environment, solar energy