

## Zrównoważone użytkowanie energii w sektorze komunalnym

*Tomasz Cholewa, Artur Pawłowski*  
*Politechnika Lubelska*

### 1. Wstęp

Współczesna cywilizacja potrzebuje energii. Nie bez znaczenia jest w tym kontekście fakt, że korzystanie z jednych jej źródeł pociąga za sobą więcej problemów ekologicznych, niż korzystanie z innych. Zagadnienia te bardzo mocno akcentowane są w rozwijanej w ostatnich latach koncepcji zrównoważonego rozwoju.

Według definicji ONZ za zrównoważony uznaje się taki typ rozwoju, „który gwarantuje zaspokojenie potrzeb obecnych pokoleń, nie zagrażając zdolności przyszłych pokoleń do zaspokajania własnych potrzeb” [29]. Jest to więc swoisty imperatyw etyczny, odnoszący się do warunków bytowania człowieka, zwykle rozpatrywany w kontekście uwarunkowań ekologicznych, społecznych i ekonomicznych [19]. Niezwykle ważna jest także problematyka szczegółowa [15], a wśród niej zagadnienia techniczne, w tym te odnoszące się do kwestii energetycznych.

Obecnie w skali całego świata dominują technologie oparte na spalaniu paliw kopalnych, co oznacza silną presję na środowisko, jego zanieczyszczenie i degradację. Ponadto zasoby tych nośników są ograniczone, np. światowe zasoby węgla wystarczą na ok. 200 lat, gazu na 60 lat, a ropy na 40 lat [31]. Powyższe uwarunkowania sprzyjają przygotowaniu rozwiązań alternatywnych, opartych na odnawialnych źródłach energii.

W Unii Europejskiej przyjęto „Dyrektywę o promocji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych na wewnętrznym rynku energii”, według której do 2010 r. 12% całej energii (w Polsce 7,5%) i aż 22% energii elektrycznej ma być czerpane ze źródeł odnawialnych [27].

Ponadto Rada Europy założyła następujące cele w sektorze energetycznym:

- UE zredukuje do roku 2020 o 20% emisję gazów cieplarnianych w stosunku do 1990 roku,
- 20% zwiększona zostanie efektywność energetyczna,
- UE zapewni udział biopaliw w ogólnej konsumpcji paliw transportowych na poziomie co najmniej 10% [23].

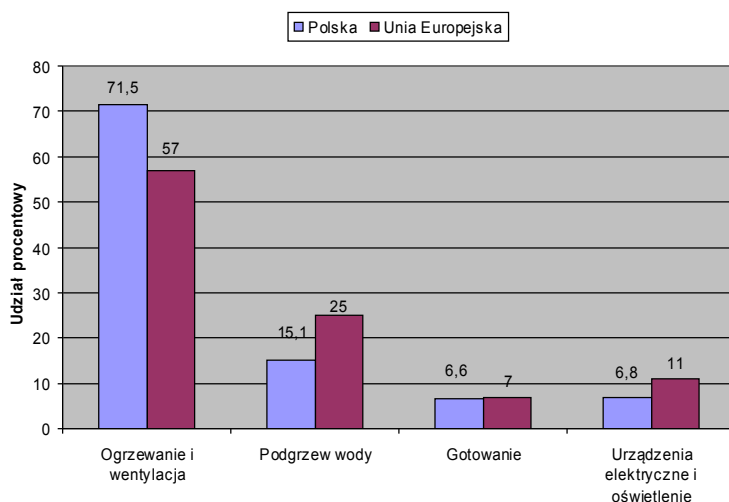
Osiągnięcie tych zamierzeń będzie istotnym krokiem na drodze do wprowadzania rozwoju zrównoważonego. W tej pracy ukażemy praktyczną stronę zagadnienia, koncentrując się na możliwościach ograniczenia zużycia energii i promocji źródeł odnawialnych w istotnym z punktu widzenia każdego człowieka sektorze komunalnym.

## **2. Oszczędności energii**

Szacuje się, że sektor budowlany zużywa 40% wytwarzanej energii, z czego większość podczas eksploatacji budynków [12]. W Polsce, w okresie 1995÷2005 zaobserwowano spadek w zapotrzebowaniu na energię w gospodarstwach domowych, co było związane z coraz powszechniejszymi pracami termomodernizacyjnymi prowadzonymi do poprawy izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych [28]. Nadal jednak zużycie energii na potrzeby ogrzewania w budynkach odbiega od bilansu energetycznego Unii Europejskiej, co można zaobserwować na rys. 1. Sytuacja powinna ulec zmianie, tym bardziej, że istnieją duże potencjalne możliwości oszczędzania energii w tym sektorze [10].

Kluczowy element stanowi właściwa izolacja cieplna ścian zewnętrznych. Najczęściej stosowanymi materiałami izolacyjnymi w Polsce są styropian i wełna mineralna [2]. Mniej doceniana na rynku jest wełna celulozowa tzw. Ekofiber, która powstaje prawie w całości z recyklingu gazet i przez to jest materiałem o niskim oddziaływaniu na środowisko przyrodnicze [8].

Ważnym zagadnieniem jest dobranie odpowiedniej grubości izolacji przegród w nowoprojektowanym czy też przebudowywanym obiekcie, która musi spełniać wymagania prawne [30]. Ze względów ekonomicznych inwestor zwykle dokonuje bilansu pomiędzy kosztami związanymi z wykonaniem termoizolacji oraz zyskami otrzymanymi dzięki zmniejszeniu kosztów ogrzewania. Podczas analiz [9], zauważono, że im gorszy opór cieplny ma nieocieplona przegroda, tym bardziej opłaca się przeprowadzić termoizolację. Ponadto, dla przegród o mniejszym oporze cieplnym otrzymuje się szybszy zwrot inwestycji. Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że ze względów ekonomicznych grubość izolacji przegród zewnętrznych powinna być zwiększona do wartości 0,2 m, przy obecnie stosowanej 0,1 m [26].



**Rys. 1.** Udział poszczególnych składników w bilansie energetycznym Polski i UE [28]  
**Fig. 1.** Share of particular elements in energy balance of Poland and EU

Przy sporządzaniu projektu architektonicznego, a następnie wznoszeniu budynków, należy także pamiętać o likwidacji i nie dopuszczeniu do powstania liniowych mostków cieplnych, które są spowodowane nieciągłościami lub zmniejszeniem grubości warstwy izolacji cieplnej. Mostki liniowe mogą być przyczyną dużych strat ciepła do otoczenia, a także kondensacji i rozwoju pleśni na wewnętrznej powierzchni przegród.

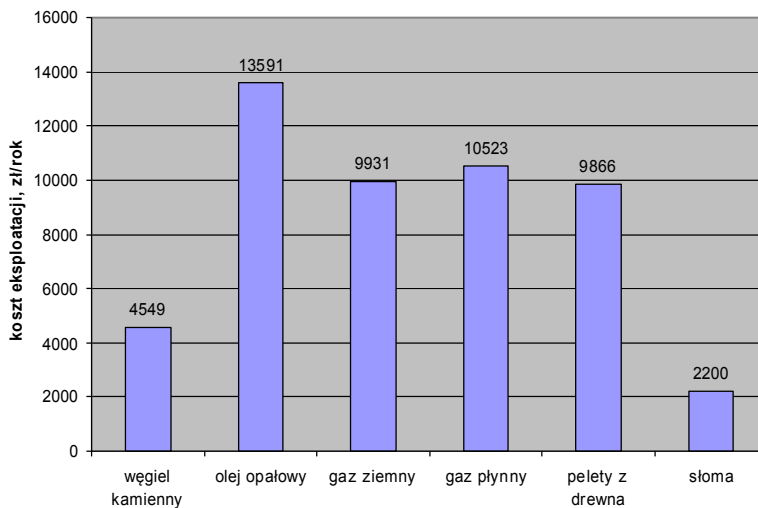
Prawidłowo przeprowadzone ocieplenie (obiekty wznoszone) jak i kompleksowa termomodernizacja (obiekty istniejące), pozwala obniżyć koszty ogrzewania o 50%, przy czasie zwrotu nakładów do 7 lat [6].

Ponadto, z uwagi na zwiększenie izolacyjności cieplnej przegród budowlanych, otrzymuje się znaczne ograniczenie strat ciepła przez przenikanie, co doprowadza do sytuacji, w której udział ciepła do ogrzania powietrza wentylacyjnego wynosi od 20 do 50% całkowitego zapotrzebowania na ciepło budynku. Dlatego też ważnym staje się odzysk ciepła z powietrza wentylacyjnego, który może być zrealizowany, w przypadku instalacji mechanicznej, dzięki zastosowaniu agregatów nawiewno-wywiewnych. Agregaty te wyposażone są w płytowy wymiennik ciepła, który pozwala na odzysk do 60% ciepła. Można ten agregat wyposażyć w wymiennik obrotowy, co pozwoli na uzyskanie sprawności odzysku ciepła nawet do 80% [25].

Należy jednak pamiętać, że kompleksowa termomodernizacja obejmuje zarówno docieplenie przegród zewnętrznych i wymianę stolarki okiennej, jak także pełną modernizację instalacji centralnego ogrzewania. W tym ostatnim

przypadku oszczędności mogą wynikać z zastosowania wysokowydajnego źródła ciepła, dostosowanego do aktualnych potrzeb cieplnych obiektu. Na podstawie analizy [1] (rys. 2), można stwierdzić, że kotły opalane biomasą przynoszą najlepsze efekty ekonomiczne, jednak są one uzależnione od dostępności paliwa i wymagają częstej kontroli pracy. Kocioł węglowy jest natomiast najmniej ekologiczny, a sterowanie procesem spalania sprawia najwięcej kłopotów.

Natomiast energia elektryczna jest niezbyt korzystnym źródłem ciepła dla systemów grzewczych z uwagi na koszty [20] oraz obciążenie miejskiej sieci elektroenergetycznej. Korzystanie z tej energii jako źródła ciepła do ogrzewania jest zasadne w budynkach o małym zapotrzebowaniu na ciepło, gdzie zastosowanie innego źródła ciepła wiązałoby się z niską sprawnością.



**Rys. 2.** Porównanie kosztów eksploatacji kotłów na wybrane paliwo dla domu jednorodzinne o zapotrzebowaniu 13 kW [1]

**Fig. 2.** Comparison of operating costs of boilers running on chosen fuel for single-family home with request for 13 kW [1]

Z kolei kotły gazowe są łatwiejsze w eksploatacji ze względu na automatykę i sterowanie procesem spalania, a ich cena jest niższa niż kotłów na biomasę. Jeszcze lepsze efekty dla paliw gazowych można otrzymać, dzięki zastosowaniu kotłów gazowych kondensacyjnych, które charakteryzują się wysoką sprawnością. W porównaniu do kotłów tradycyjnych, kotły kondensacyjne wykorzystują ciepło skraplania pary wodnej zawartej w spalinach, co pozwala na odzyskanie około 11% ciepła w odniesieniu do ogólnej jego wartości zawartej w paliwie. Oznacza to oszczędności, które dla typowego domku jednorod-

dzinnego mogą wynieść do 500 zł/rok, przy czasie zwrotu poniesionych nakładów na poziomie 7 lat [24].

Należy przy tym pamiętać, że system ogrzewania to nie tylko źródło ciepła, lecz także zespół przewodów, które również mogą generować niepożądane straty ciepła.

Jednym ze sposobów na zniwelowanie tych strat jest izolacja przewodów instalacji centralnego ogrzewania, ciepłej wody oraz cyrkulacji. Zastosowanie odpowiedniej grubości izolacji pozwala ograniczyć straty ciepła o około 80% [7].

Innym sposobem uniknięcia strat na przesyle w budynkach wielorodzinnych jest zmniejszenie długości tych przewodów. Można to osiągnąć poprzez zastosowanie indywidualnych źródeł ciepła dla każdego z mieszkań budynku, które będą dostarczały potrzebną ilość ciepła na cele c.o. oraz przygotowania ciepłej wody. Indywidualnym źródłem ciepła dla mieszkania może być dwufunkcyjny kocioł gazowy, który przyczynia się do znacznego zmniejszenia kosztów ogrzewania (w porównaniu do kosztów ogrzewania ciepłem z sieci ciepłowniczej, gdzie same straty na przesyle stanowią 25% ceny ciepła). Innym indywidualnym źródłem ciepła jest mieszkaniowy węzeł cieplny, który może zostać umieszczony na klatce schodowej przy każdym z mieszkań [3].

Mieszkaniowy węzeł cieplny jest urządzeniem, w którym woda bieżąca (z zapewnieniem jej priorytetu nad instalacją c.o.) jest podgrzewana lokalnie w wymienniku płytowym. Jest on zasilany ciepłem z lokalnej kotłowni lub jednofunkcyjnego węzła cieplnego. To rozwiązanie – oprócz znacznego komfortu użytkowania oraz braku konieczności wykonywania dodatkowych instalacji doprowadzających powietrze do spalania – daje możliwość pomiaru ilości ciepła dostarczanego do poszczególnych mieszkań. Sprzyja to energooszczędnym zachowaniom mieszkańców, którzy płacą tylko za tą ilość ciepła, które faktycznie zużyli w danym okresie rozliczeniowym.

Jeszcze innym sposobem oszczędności energii jest zastosowanie rozwiązań, które pozwalają obniżyć średnią temperaturę w pomieszczeniu. Ważne jest tu zachowanie uczucia „komfortu cieplnego”, który powinien być zapewniony przez każdy system grzewczy, poprzez utrzymywanie w ogrzewanym pomieszczeniu stałej temperatury powietrza (z niewielkimi odchyleniami). Należy zaznaczyć, że warunki najbardziej zbliżone do idealnego rozkładu temperatur dla organizmu człowieka występują, gdy powietrze jest ciepłe przy podłodze i wraz z wysokością powoli obniża się.

Takim rozwiązaniem jest ogrzewanie płaszczyznowe, a w szczególności ogrzewanie podłogowe, które pozwala obniżyć średnią temperaturę powietrza w pomieszczeniu o  $1\div 2^{\circ}\text{C}$ , co oznacza zmniejszenie zużycia energii o około 10%. Ponadto jest to rozwiązanie projektowe, które współpracuje z niskotemperaturo-

wymi źródłami energii (np. pompą ciepła), ponieważ maksymalna temperatura na zasileniu wynosi 55°C. Modyfikacją tego rozwiązania jest system ogrzewania płaszczyznowego, sufitowo-podłogowego z nawiewem powietrza do pomieszczenia, który pozwala obniżyć średnią temperaturę w pomieszczeniu o 2÷3°C, przy zapewnieniu takich samych warunków komfortu cieplnego [18], przy czym obniżenie temperatury powietrza o 1°C daje oszczędności ok. 5% [13].

Innym sposobem zmniejszenia energochłonności obiektów podczas eksploatacji jest zastosowanie ogrzewania z przerwami, gdy obniża się temperaturę wewnętrzną poniżej wartości obliczeniowej w ustalonych przedziałach czasowych. Można tego dokonać poprzez: wyłączenie instalacji ogrzewczej (tryb wyłączenia), obniżenie mocy instalacji w zależności od temperatury zewnętrznej (tryb osłabienia) oraz przez regulowanie mocy cieplnej (tryb obniżenia temperatury). W budynkach mieszkalnych wielorodzinnych obniżenie temperatury wewnętrznej realizowane jest w nocy, ponieważ nie powoduje wtedy pogorszenia poczucia komfortu cieplnego. Natomiast w budynkach jednorodzinnych można zastosować je dodatkowo w godzinach dziennych, kiedy to mieszkańcy przebywają poza domem. Należy zauważyć, że największe przerwy w ogrzewaniu możliwe są w budynkach użyteczności publicznej (biura, szkoły, przedszkola) oraz przemysłowych, w których ludzie przebywają tylko przez pewną część doby. Na podstawie badań przeprowadzonych dla budynku wolnostojącego w Białymstoku [25], przy obniżeniu temperatury wewnętrznej z 20 do 12°C przez okres 14 h (od godziny 16.00 do 6.00), otrzymano oszczędności w zużyciu ciepła i paliwa na poziomie 18,6÷22%. Zauważono, że wartość oszczędności zależy od długości trwania przerw w ogrzewaniu oraz przyjętej temperatury wewnętrznej w czasie obniżenia.

### **3. Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii**

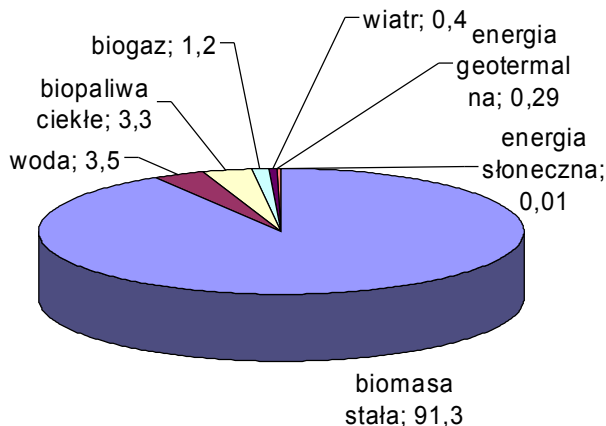
Odnawialne źródła energii to:

- energia promieniowania słonecznego (promieniowanie bezpośrednie i rozproszone),
- energia wiatru,
- energia zasobów wodnych (w tym geotermalnych),
- energia stałej biomasy, biogazu i biopaliw ciekłych.

W 2006 roku w Polsce ze źródeł odnawialnych pozyskano 6,5% ogólnej ilości energii pierwotnej (rys. 3).

W bilansie energetycznym odnawialnych źródeł energii dominującą pozycję (91,3%) zajmuje biomasa. Jest to substancja organiczna (roślinna lub zwierzęca) oraz wszelkie substancje uzyskane z jej przetworzenia. Może ona występować pod postacią nośników pierwotnych (drewno, słoma, czy rośliny

energetyczne takie jak *Salix Viminalis*), wtórnych (obornik, gnojowica, odpady ściekowe) jak także przetworzonych (biogaz, bioetanol, biometanol, estry) [5].



**Rys. 3.** Procentowy udział źródeł energii w bilansie wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce w roku 2006 [17]

**Fig. 3.** Share of different energy sources in total renewable sources of energy use in Poland in 2006

W porównaniu (tabela 1) z paliwami konwencjonalnymi, takimi jak węgiel kamienny, biomasa jest paliwem bardziej ekologicznym, ponieważ w wyniku jej spalania uzyskuje się znacząco mniejszą emisję CO i SO<sub>2</sub>. Natomiast emisja NO<sub>x</sub> i CO<sub>2</sub> jest wprawdzie wyższa (także w odniesieniu do oleju opałowego i gazu ziemnego), jednak w ogólnym bilansie uznaje się ją za zerową. Zakłada się bowiem, że biomasa w trakcie swojego wzrostu asymiluje taką samą ilość CO<sub>2</sub>, jaka później zostaje wyemitowana podczas spalania.

Przewaga biomasy nad źródłami konwencjonalnymi odnosi się także do jednostkowych kosztów paliwa (tabela 2) oraz kosztów eksploatacji systemów grzewczych (rys. 2). Ponadto kotły na biomasę charakteryzują się wysoką sprawnością spalania paliwa, co uwarunkowane jest zwiększeniem powierzchni wymiany ciepła i lepszemu wymieszaniu spalin przy wysokim współczynniku nadmiaru powietrza. Przy spalaniu słomy (wartość opałowa 16÷18 MJ/kg) w kotłach przystosowanych do tego rodzaju paliwa można uzyskać sprawność na poziomie 80÷90%.

**Tabela 1.** Wskaźniki emisji składników zanieczyszczających atmosferę, powstających w trakcie wytwarzania ciepła z wybranych nośników energii [14]

**Table 1.** Indicators of emissions of pollutants emitted during generating of heat from chosen energy carriers

Polutant	Słoma żółta	Słoma szara	Drewno	Węgiel kamienny	Olej opa- łowy	Gaz ziemny	Sieć ener- gii elek- tryczne
	kg/GJ	kg/GJ					kg/GJ
Pył	0,148	0,147	0,143	2,057	0,053	0,000	0,106
CO <sub>2</sub>	128,079	119,816	123,81	105,714	48,954	60,475	290,851
CO	2,463	0,249	0,295	5,714	0,018	0,011	0,661
NO <sub>2</sub>	0,591	0,599	0,524	0,057	0,148	0,039	0,529
SO <sub>2</sub>	0,128	0,129	0,095	0,731	0,113	0,000	1,798
WWAlif.				0,286	0,007	0,003	0,033
WWA- rom.	0,128	0,120	0,142	0,286	0,003	0,001	0,033

**Tabela 2.** Jednostkowe koszty paliwa i ciepła z nich wytworzonego [16]

**Table 2.** Unit costs of fuel and heat produced

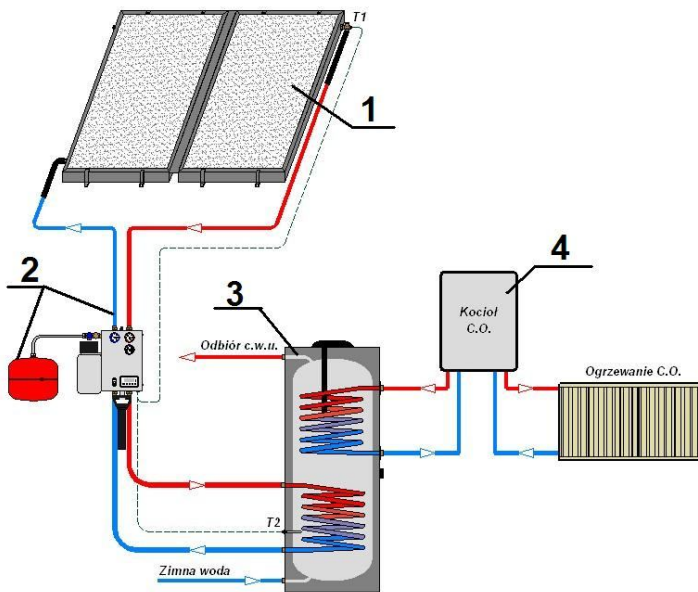
Paliwo	Wartość opałowa	Jednostkowy koszt paliwa	Jednostkowy koszt ciepła
	GJ/t	zł/GJ	zł/GJ
Zrębki wierzby energetycznej (o 30% wilgotności)	12,0	160	16,66
Miał węglowy	19,0	340	29,82
Węgiel kamienny	29,0	430	29,87
Gaz ziemny	38,0	1003	30,33
Olej opałowy	43,0	1600	42,76

Niestety, pomimo wielu zalet, rynek towarowy biomasy w Polsce znajduje się w początkowej fazie kształtowania. Często spala się biopaliwo w konwencjonalnych kotłach, co prowadzi do uzyskania sprawności procesu spalania jedynie na poziomie 35÷70% [4]. Dodatkowo należy zauważyć, że wykorzystanie biomasy do celów ogrzewczych wymaga (szczególnie w przypadku słomy) dużych powierzchni magazynowych, jak także bliskości źródła pozyskiwania surowca energetycznego (ekonomicznie uzasadniony jest dystans do 50 km).

Innym z ekologicznie czystych źródeł jest energia promieniowania słonecznego, która pozyskiwana jest na potrzeby ciepłne (metoda heliologiczna) dzięki kolektorom słonecznym. Jest to realizowane za pomocą zamkniętego obiegu czynnika roboczego, który cyrkuluje pomiędzy kolektorem słonecznym a wymiennikiem ciepła (węzownica) umieszczonym wewnątrz zbiornika maga-



zynującego, ogrzewa zimną wodę do wymaganej temperatury. Szacuje się, że obecnie aż 99% instalacji kolektorów słonecznych przygotowuje ciepłą wodę dla potrzeb domów jednorodzinnych. Zazwyczaj jest przy tym wykorzystany system hybrydowy (rys. 4), który składa się z kolektorów słonecznych dostarczających część ciepła na potrzeby ogrzewania wody oraz z instalacji konwencjonalnej. Ta druga powinna umożliwić pokrycie 100% zapotrzebowania na ciepło i ciepłą wodę użytkową, ponieważ jej zadaniem jest dostarczenie wystarczającej ilości ciepła w czasie, gdy warunki atmosferyczne nie pozwalają na efektywne korzystanie z urządzeń wykorzystujących energię promieniowania słonecznego.



Rys. 4. Hybrydowy system przygotowania ciepłej wody (wg: [www.hewalex.pl](http://www.hewalex.pl)).

1 – kolektor słoneczny; 2 – zamknięty obieg solarny; 3 – biwalentny podgrzewacz ciepłej wody; 4 – konwencjonalne źródło ciepła

Fig. 4. Hybrid system of warm water preparation

1 – solar collector; 2 – closed solar circuit; 3 – bivalent water heating;  
4 – conventional heat source

Praktyczne wykorzystanie energii promieniowania słonecznego wymaga określenia potencjalnych i rzeczywistych zasobów energii słonecznej w danym rejonie i dostosowania do tych warunków wyposażenia instalacji solarnej. Średnie roczne napromieniowanie w Polsce padające na powierzchnię poziomą mieści się w zakresie  $950\div 1150 \text{ kWh/m}^2$ , przy największych wartościach

w czerwcu ( $160 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{miesiąc}$ ) oraz najniższej w grudniu ( $11 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{miesiąc}$ ) [11]. Dzięki takim wartościom napromieniowania instalacja solarna umożliwia zapewnienie pokrycia potrzeb na wodę ciepłą w skali roku na poziomie 60%. Oznacza to istotne korzyści ekonomiczne, a zarazem znaczne oszczędności w zużyciu paliw konwencjonalnych, co pociąga za sobą także zmniejszenie emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych do atmosfery.

Energię odnawialną można także pozyskać za pomocą pomp ciepła, które pozyskują ciepło z gruntu, otaczającego powietrza oraz z wód podziemnych znajdujących się na niewielkich głębokościach. Umożliwiają one transport ciepła ze źródła dolnego o niższej temperaturze do źródła górnego o temperaturze wyższej. Zgodnie z podstawowymi prawami termodynamiki proces ten wymaga dostarczenia do układu dodatkowej energii z zewnątrz (ciepło lub praca). Najczęściej jest to energia elektryczna zasilająca popularne sprężarkowe pompy ciepła.

Ważne jest, aby dolne źródło ciepła charakteryzowało się, znaczną pojemnością cieplną, stałą w skali roku i wysoką temperaturą oraz łatwą dostępnością. Gdy inwestor dysponuje dużą działką przy domu to można zastosować system poziomy, poprzez zakopanie wymiennika rurowego na odpowiedniej głębokości ( $1,2 \div 2,0 \text{ m}$ ). Przy braku odpowiednio dużej działki można wykorzystać system z pionowymi wymiennikami ciepła, w ramach którego z jednego otworu o głębokości około  $50 \div 55 \text{ m}$  z umieszczoną w nim pętlą rurową o średnicy zewnętrznej  $25 \text{ mm}$  uzyskuje się  $3,0 \div 4,5 \text{ kWh}$  ciepła w czasie  $1 \text{ h}$  (w zależności od wilgotności gruntu) [21].

Jako dolne źródło można także zastosować powietrze, które zasysane jest przez wentylator. To rozwiązanie powoduje wprawdzie zmniejszenie nakładów inwestycyjnych, jednak biorąc pod uwagę sprawność wykorzystania energii jest mniej korzystne niż pozyskiwanie ciepła z gruntu.

Ważne są także oszczędności energii związane z wykorzystaniem pomp ciepła. W takich systemach więcej energii pozyskiwane jest ze środowiska (jest to więc energia odnawialna) niż dostarczane do napędu pompy ciepła (energia konwencjonalna). Iloraz tych energii wynosi zazwyczaj 3:1 i zależy między innymi od rodzaju źródła dolnego oraz temperatury na zasileniu instalacji c.o. i przygotowania c.w.u. Przy zastosowaniu pompy ciepła w domku jednorodzinnym zdecydowanie ogranicza się emisję zanieczyszczeń pochodzących ze spalania, z uwagi na zmniejszenie zużycia energii chemicznej zawartej w paliwach pierwotnych. Ponadto we współczesnych pompach ciepła znacząco ograniczono możliwość przecieku do atmosfery czynników roboczych, dzięki nowym rozwiązaniom konstrukcyjnym sprężarek (bezdławicowych), niezawodnym zabezpieczeniom przed przekroczeniem dopuszczalnych wartości ciśnień oraz nowoczesnym materiałem konstrukcyjnym i uszczelniającym [22].

#### **4. Podsumowanie**

Istnieje wiele sposobów zmniejszenia zużycia ciepła w budownictwie komunalnym. Cel ten można osiągnąć m.in. poprzez:

- termoizolację przegród zewnętrznych budynków,
- zastosowanie wysokosprawnego źródła ciepła,
- obniżenie temperatury w ogrzewanym pomieszczeniu
- czy też izolowanie przewodów rozprowadzających.

Te zabiegi mogą być przeprowadzone zarówno w budynkach istniejących jak i nowopowstających, a ich głównym celem jest obniżenie poziomu wykorzystywania konwencjonalnych źródeł energii. Pilnego rozwiązania wymaga jednak szereg istotnych problemów:

- Energia odnawialna ma status ekologicznej, zarazem w większości przypadków jest bardziej kosztowna w porównaniu do źródeł konwencjonalnych. Dzieje się tak, bowiem w rachunku nie uwzględnia się tu pełnych kosztów środowiskowych (w szczególności tych odnoszących się do degradacji środowiska), które w większym czy mniejszym stopniu nie są płacone, są więc eksternalizowane. Dlatego szczególnego znaczenia nabiera wprowadzanie szeregu udogodnień (takich, jak m.in. dotacje), mających promować źródła odnawialne i przyczynić się do zwiększenia ich opłacalności.
- Ponadto obiekty wykorzystujące odnawialne źródła energii są małe i zdecentralizowane, co powoduje utrudnienia przy ich administrowaniu, zwiększa także koszty.
- Istotny jest również aspekt społeczny. Nadal poziom świadomości społeczeństwa w odniesieniu do zagrożeń środowiskowych (w tym także tych związanych ze spalaniem paliw kopalnych) jest niski. Brak jest też wiedzy o możliwościach wykorzystywania odnawialnych źródeł energii na poziomie własnego domu oraz o dostępnych mechanizmach ekonomicznych umożliwiających dofinansowanie takiego projektu.

Przezwyciężenie tych barier jest ważnym zadaniem na drodze wprowadzania rozwoju zrównoważonego i to nie tylko w omawianym w tej pracy sektorze komunalnym.

## Literatura

1. **Boryca J.:** *Ekonomiczne aspekty ogrzewania domu jednorodzinnego*. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 6/2008.
2. **Chładyński S.:** *Jak ocieplić budynki?*. Warstwy, Dachy i Ściany 1/2007.
3. **Cholewa T., Siuta-Olcha A.:** *Badania eksploatacyjne systemu grzewczego wykorzystującego mieszkaniowe węzły cieplne*. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 2/2009.
4. **Choromański P.:** *Budownictwo a odnawialne źródła energii*. Materiały Budowlane 1/2009.
5. **Dreszer K.A., Michalek R., Roszkowski A.:** *Energia odnawialna- możliwości jej pozyskania i wykorzystania w rolnictwie*. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Kraków-Lublin-Warszawa 2003.
6. **Duda L., Panek A.:** *Rynek ciepła a system wspomagania inwestycji termomodernizacyjnych*. V Krajowa Konferencja „Modernizacja Miejskich Systemów Ciepłowniczych w Polsce”, Międzyzdroje, wrzesień 1996.
7. **Dudkiewicz E., Englart S., Ludwińska A.:** *Izolowanie przewodów wody ciepłej, zimnej i cyrkulacji*. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 9/2008.
8. **Dylewski R., Adamczyk J.:** *Ocena materiałów termoizolacyjnych przy wycenie energetycznej budynków i mieszkań*. Przegląd Budowlany 10/2007.
9. **Dylewski R., Adamczyk J.:** *Wpływ kosztów ogrzewania na dobór termoizolacji*. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 6/2008.
10. **Kasperkiewicz K.:** *Zużycie energii w sektorze budowlanym- terażniejszość i przyszłość*. Izolacje 3(114)/2007.
11. **Kozieradzki J.:** *Kolektory słoneczne w polskich warunkach*. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 6/2008.
12. **Mikoś J.:** *Budownictwo ekologiczne*. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000.
13. **Nowicki J.:** *Jak i czym ogrzewać domy jednorodzinne i inne budynki*. Instalator Polski, Warszawa 2000.
14. **Pająk L.:** *Wybrane zagadnienia dotyczące pozyskiwania ciepła z pierwotnych nośników biomasy*. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 3/2007.
15. **Pawłowski A.:** *Rozwój zrównoważony – idea, filozofia, praktyka*, Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, vol. 51, Komitet IŚ, Lublin 2008.
16. **Pieńkowski C.A.:** *Biomasa jako źródło energii odnawialnej*. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 12/2007.
17. **Pieńkowski C.A.:** *Wzrost zapotrzebowania na odnawialne źródła energii*. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 4/2008.
18. **Rdzak M., Budzisz M., Besler G.J.:** *Mikroklimat pomieszczeń kształtowany drogą płaszczynowego ogrzewania pośredniego*. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 11/2007.
19. **Reed D.:** *Structural Adjustment, The Environment and Sustainable Development*, Earthscan, London 1997.
20. **Rosiński M., Spik Z.:** *Analiza kosztów zużycia ciepła na ogrzewanie i wentylację budynków jednorodzinnych w zależności od zastosowanego źródła ciepła i rodzaju paliwa*. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 3/2005.

21. **Rubik M., Nowicki J., Chmielowski A., Pykacz S., Furtak L.:** *Centralne ogrzewanie, wentylacja, ciepła i zimna woda oraz instalacje gazowe w budynkach jednorodzinnych*. Poradnik, Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie”, Warszawa 2000.
22. **Rubik M.:** *Sprężarkowe pompy ciepła w systemach ogrzewania i przygotowania ciepłej wody. Pompy ciepła cz.7*. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 11/2008.
23. **Sadowski M.:** *Pakiet Energetyczno-Klimatyczny*. AURA 6/2008.
24. **Szpil Z.:** *Ciepło z otoczenia. Cz. 1*. AURA 2/2008.
25. **Szpil Z.:** *Ciepło z otoczenia. Cz.3*. AURA 4/2008.
26. **Wichowski R.:** *Zużycie energii w budynkach mieszkalnych w wybranych krajach europejskich*. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 11/2007.
27. *Dyrektywa o promocji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych na wewnętrznym rynku energii*, WE/77/2001.
28. *Efektywność wykorzystania energii w latach 1995-2005*. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa- [www.stsat.gov.pl](http://www.stsat.gov.pl)
29. *Our Common Future, The Report of the World Commission on Environment and Development*, Oxford University Press, New York 1987.
30. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 201 poz. 1238).
31. *World Crude Oil and Natural Gas Reserves*, <http://www.eia.doe.gov/emeu/international/reserves.html> (30 VI 2008).

## Sustainable Use of Energy in the Communal Sector

### Abstract

Energy issues are important challenge for introducing sustainable development. Key factors are diversity of energy sources and their influence on the environment. Now technologies using fossil fuels are dominant, but also perspectives of using renewable sources of energy are rising. Among them we may distinguish: sun energy, wind energy, hydropower (including geothermal energy), biomass energy, biogas energy, and solid fuels. In Poland – as for now – biomass burning is the most popular one (91.3% in total energy supply from renewable sources).

In this paper practical side of the problem was discussed, showing possibilities of reformation old ones and using new technologies in communal building sector, in line with the sustainable development principle. Technological conditions of chosen solutions (biomass boilers, sun collectors, and heat pumps) were presented.

