

**Zrównoważona energia jako warunek konieczny dla
realizacji idei zrównoważonego rozwoju**

**Sustainable energy as a *sine qua non* condition for the
achievement of sustainable development**

Artur Pawłowski

*Politechnika Lubelska, Wydział Inżynierii Środowiska, Zakład Podstawowych Problemów
Ekorozwoju, ul. Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin, e-mail: a.pawlowski@pollub.pl*

Pisząc o surowcach w poprzednim artykule (Pawłowski A., Pawłowski L., 2008) zwróciliśmy uwagę na szczególną rolę nośników energii w zapewnieniu warunków do realizacji idei zrównoważonego rozwoju. Składają się na to dwie przyczyny. Wraz z ubożeniem zasobów naturalnych wzrastało będzie zapotrzebowanie na energię, niezbędną do przerobu coraz uboższych surowców, np. wytopienie 1 Mg żelaza z rudy o zawartości żelaza 5% wymaga zużycia znacznie większej ilości energii niż z rudy o zawartości 20% żelaza.

Ponadto, wytworzenie energii z paliw kopalnych wiąże się ze wzrostem zawartości ditlenku węgla w atmosferze. Obecny jego poziom wynosi 380 ppm, podczas gdy na początku ery przemysłowej stężenie ditlenku węgla w atmosferze wynosiło 280 ppm. Oznacza to, że także zachowanie niezmiennego środowiska dla przyszłych pokoleń wymaga zmniejszenia emisji ditlenku węgla.

W konsekwencji zrealizowanie zasady sprawiedliwości międzypokoleniowej zależeć będzie przede wszystkim od odpowiedniej gospodarki nośnikami energii.

Można powiedzieć, że nie da się wprowadzić w życie zasady zrównoważonego rozwoju bez wprowadzenia zrównoważonej gospodarki energią, co wymaga szerokiego stosowania odnawialnych źródeł energii, tj. wykorzystania energii wiatru, słońca, energii geotermalnej, bioodpadów, biomasy i biogazu. Największy postęp w tym zakresie odnotowały kraje Unii Europejskiej, co ilustruje rys. 1. W latach 1990-2003 nastąpił pięciokrotny wzrost energii wytwarzanej ze źródeł odnawialnych, w szczególności z biomasy i energii wiatru.

Writing about raw materials in a previous article (Pawłowski A., Pawłowski L., 2008), we drew attention to the particular role energy carriers play in the securing of conditions that would allow the sustainable development concept to be made a reality. Our contention was built upon two factors. First, with the impoverishment of natural resources, there comes an increase in the demand for energy needed in the processing of the ever-poorer remaining raw materials (as where the energy required to win 1 Mg of iron from ore of 5% iron content is so much greater than that where the iron content is 20%). Second, the rising carbon dioxide content of the atmosphere attendant upon the generation of energy from fossil fuels constitutes a massive drawback, that concentration already having risen from 280 ppm at the start of the Industrial Age to 380 ppm today. The maintenance of the environment in an unchanged state for future generations – as the key tenet of sustainable development – inevitably demands that we reduce CO₂ emissions.

These two factors taken together show clearly that any attempt to make the principle of inter-generational justice a reality will be utterly dependent on the appropriate management and utilization of energy carriers. In other words, the principles of sustainable development will not be put into effect unless sustainable energy use is introduced, and that will require wide application of renewable sources, notably the wind, sun, geothermal resources, bio-wastes, biomass and biogas.

As Fig. 1 makes clear, the greatest progress in this area noted to date has been that of the EU Member States, whose joint achievement in the period 1990-

Rys. 1. Tendencje w produkcji elektryczności ze źródeł odnawialnych w UE25 od 1990 do 2003 r. Źródło: Komisja Europejska (2005). (Nicholas, 2009).

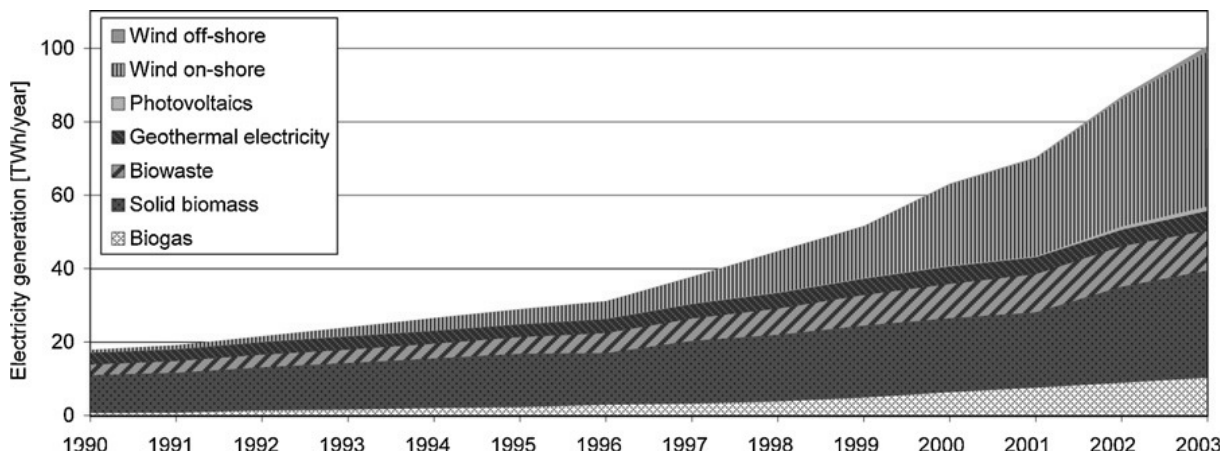


Fig. 1. Trends in electricity generation from renewable energy sources in the EU25 from 1990 to 2003. Source: European Commission (2005). (Nicholas, 2009).

Jednym z ważnych elementów geoeosystemów są lasy, szczególnie lasy tropikalne i subtropikalne, dzięki którym wiązane jest około 25% emitowanego dwutlenku węgla. Ponadto, przy odpowiedniej gospodarce można dodatkowo zwiększyć do roku 2050 wiązanie ditlenku węgla przez odpowiednią gospodarkę roślinnością o dalsze około 10-20 % (Nabuurs, Mohren, Dolman, 2000).

Rosnące rośliny, w tym także drzewa, stanowią istotną część źródeł odnawialnej energii. Z danych opublikowanych przez Parikka (Parikka, 2004) wynika, że w 2004 roku w skali globalnej 14% użytkowej energii było wytwarzane z biomasy, a potencjalne możliwości wskazują, że możliwe będzie zwiększenie tej wartości do 30%. Można więc powiedzieć, że biomasa stanowi ważne potencjalne źródło energii odnawialnej – rzecz w tym, że w dalszym ciągu energia z biomasy jest znacznie bardziej droga niż ze źródeł kopalnych. W krajach takich jak Finlandia (Nicholls, Monserud, Dykstra, 2009) szersze wykorzystanie biomasy jako źródła energii uzyskano wprowadzając odpowiedni podatek na paliwa kopalne, podczas gdy w Austrii podobny efekt uzyskano poprzez dopłaty do inwestycji wykorzystujących biomasę.

W przypadku Holandii zastosowano 3 instrumenty fiskalne: zielone fundusze, podatek od energii i ulgi podatkowe (Kwant, 2003). Należy oczekiwać, że wprowadzane w EU limity na emisję ditlenku węgla sprzyjać będą rozwojowi wykorzystania odnawialnych źródeł energii w tym energii uzyskiwanej z biomasy.

Szersze wykorzystanie biomasy do produkcji energii ma jeszcze jeden pozytywny aspekt, a mianowicie prowadzi do wzrostu zatrudnienia. Według Hillring'a (Hillring, 2002) każdy PJ wyprodukowanej energii z biomasy generuje od 1,5 miejsca pracy przy wykorzystaniu odpadów drzewnych do 113

2003 inclusive) was to quintuple the amount of energy generated from renewable sources, most especially biomass and the wind.

Among the Earth's key geoeosystems are the forests, most especially those in tropical and subtropical areas, which act as sinks for c. 25% of all the carbon dioxide emitted. With appropriate management of vegetation, it would be possible to increase this natural sequestration by a further 10-20% by 2050 (Nabuurs, Mohren and Dolman, 2000).

Growing plants – trees included – represent an important element among sources of renewable energy. Data published by Parikka (2004) show that 14% of the energy consumed worldwide in 2004 came from biomass, while that value could potentially be increased to 30%. Biomass thus represents an important potential source of renewable energy, if one that unfortunately continues to cost much more than the fossil-fuel alternative. In countries like Finland (Nicholls, Monserud and Dykstra, 2009), this impediment to the wider use of biomass energy sources has been in part overcome through the imposition of appropriate taxes on fossil fuels, while in Austria a similar effect was obtained by grant-aiding new developments making use of biomass. In the Dutch case, no fewer than three fiscal instruments are being applied to the above end: green funds, an energy tax and tax breaks (Kwant, 2003).

Overall, we may further anticipate that limits on CO₂ emissions imposed cross the EU will favour the further development and use of renewables, including biomass.

The wider use of biomass in the generation of energy has another plus, in that it sustains higher levels of employment. According to Hillring (2002), each PJ of energy produced from biomass creates between 1.5 job opportunities where wood

miejsc pracy przy słabo zmechanizowanych szybko rosnących plantacjach.

W polityce gospodarczej Unii Europejskiej wyraziste są działania zdążające do powiązania zrównoważonego rozwoju ze zrównoważoną gospodarką energią, czego wyrazem jest ogłoszony konkurs na utworzenie 3 pierwszych konsorcjów tzw. centrów wiedzy i innowacji (Knowledge, Innovation Communities), które w dłuższej perspektywie czasu, co najmniej 10-cio letniej, będą prowadzić kształcenie, badania i wdrożenia w trzech priorytetowych obszarach: zrównoważona energia, zmiany klimatu i społeczeństwo informacyjne.

Innym, nie w pełni uświadomianym obszarem pozyskiwania energii są odpady komunalne, czy też osady z oczyszczania ścieków miejskich.

Składowanie śmieci miejskich na wysypiskach nie tylko bezpowrotnie niszczy wciąż nowe obszary powierzchni ziemi, ale dodatkowo zanieczyszcza zarówno środowisko wodno-glebowe jak i atmosferę poprzez emisję odorów oraz dużych ilości gazów cieplarnianych takich jak ditlenek węgla i metan.

Tymczasem przetworzenie śmieci na energię poprzez spalanie, czy związane ze spalaniem inne procesy termiczne (takie jak termiczne zgazowanie), pozwala na znaczący odzysk energii, a tym samym ograniczenie zużycia wyczerpywanych paliw kopalnych np. spalarnie śmieci w Wiedniu pozwalają na wyprodukowanie energii dla 220 tys. mieszkańców i 4400 zakładów przemysłowych. Zastosowane odpowiednie systemy oczyszczania spalin są tak sprawne, że cała emisja z zakładu termicznej przeróbki śmieci z miasta Wiednia jest porównywalna z emisją 2 autobusów miejskich (Grübler, 2007)

Z powyższego wynika, że energia pozyskiwana z biomasy odgrywać może ważną rolę w zapewnieniu energii dla naszej cywilizacji, a jej szersze wykorzystanie ma także społeczny wymiar bo może generować nowe miejsca pracy.

Pozostaje jednak otwarte pytanie, czy w sytuacji kiedy duża część współcześnie żyjących ludzi głoduje z braku żywności, można uznać za moralnie uzasadnione przeznaczanie dużych obszarów ziemi uprawnej pod uprawy energetyczne? Jest to jeden z realnie istniejących dylematów rozwoju współczesnej cywilizacji.

Kończąc pierwszą część artykułu (Pawłowski A., Pawłowski L., 2008) wyraziliśmy przekonanie, że będąca do dyspozycji wiedza, w szczególności z zakresu inżynierii środowiska, pozwoliła już przy dzisiejszym stanie, na eliminację zanieczyszczeń w stopniu uniemożliwiającym przetrwanie życia, w tym także populacji ludzkiej.

Możliwości te ograniczone są jednak, z jednej strony przez wolę kierowania coraz to większych nakładów na utrzymanie jakości środowiska, co zależy od podejmowanych przez społeczność ludzką decyzji oraz z drugiej strony przez dostępne

waste is used and 113 where low-mechanisation management of fast-growing plantations is involved.

EU policy is clearly centring around actions whereby sustainable development and the sustainable use of energy can be linked. One manifestation of this is a competition to establish 3 consortia dubbed Knowledge and Innovation Communities. Over the longer term (of at least 10 years), the Communities are to engage in training, research and implementation work as regards sustainable energy, climate change and the information society.

A further, fully-documented and implemented domain of energy generation involves municipal waste, or else sewage sludges from urban wastewater treatment plants. The dumping of refuse in landfills not only leads to the irrevocable destruction of ever-greater areas of land, but it also threatens pollution of both the ground and groundwater environment below and the atmosphere above (the latter through the emission of odours, plus large amounts of greenhouse gases like CO₂ and methane).

Meanwhile, the transformation of garbage into energy through incineration or such other thermal processes as thermal gasification allows for considerable energy gain, while limiting further use of fossil fuels. The waste incinerator in Vienna, for example, supplies enough energy for 220,000 of the city's inhabitants and 4400 of its industrial plants. Properly applied, the flue-gas treatment systems in place are now so efficient that Vienna's entire incinerator emissions are comparable with those of just 2 city buses (Grübler, 2007).

All of this makes it clear that biomass-derived energy could play a key role in ensuring energy supplies for our civilisation, with its wider utilisation also having a social dimension since it creates jobs.

The open question remaining after all this is of a moral nature. In a world in which a large part of the population goes hungry, can we justify setting aside large areas of the Earth to grow energy crops? This is obviously a genuine dilemma as regards the further development of contemporary human civilisation.

In bringing the first part of our article (Pawłowski A. and Pawłowski L., 2008) to a close, we expressed our conviction that the knowledge already at our disposal – in particular as regards environmental engineering – was sufficient to allow pollution to be eliminated to the extent that it prevented survival of the biosphere, including of the human population. The possibilities are nevertheless constrained – on the one hand by limited public will to have ever greater outlays designated for maintaining the quality of the environment (hence something that society as a whole will have to decide upon), and on the other by the availability of resources, notably the energy sources that would appear to be limited.

zasoby, w tym szczególnie źródła energii, której podaż zdaje się być ograniczona.

Dostępne zasoby najogólniej można podzielić na niewyczerpywalne (których eksploatacja nie zmniejsza ich zasobów, np. energia słoneczna, czy wiatr) oraz wyczerpywane, które z kolei dzieli się na odnawialne (cały czas są wytwarzane na Ziemi) i nieodnawialne (których tworzenie się na Ziemi zostało zakończone, lub też proces ten trwa bardzo długo).

Do zasobów odnawialnych należy biomasa, która tworzona jest poprzez absorpcję energii słonecznej w biosferze. Do drugiej grupy należy zaliczyć wszystkie materiały, które cywilizacja ludzka pobiera z Ziemi. Należą do nich wszystkie minerały oraz nośniki energii: torf, węgiel brunatny, węgiel kamienny, ropa naftowa, gaz ziemny, materiały rozszczepialne.

Możliwość trwania cywilizacji ludzkiej, a tym samym zachowanie zrównoważoności wymaga nieprzerwanego dopływu zasobów w niezbędnych ilościach. Część zasobów ulega nieodwracalnemu zużyciu, część zaś rozproszeniu w stopniu uniemożliwiającym ich ponowne użycie. Zrównoważoność funkcjonowanie cywilizacji ludzkiej oznaczająca „zapewnienie niezbędnych warunków dla rozwoju przyszłych pokoleń”, wymaga zachowania dostępności zasobów, tak dzisiaj jak i w przyszłości.

W związku z tym warto zadać pytanie: jaki sposób należy gospodarować zasobami, aby zachować zrównoważoność? Czy w ogóle możliwe jest zrównoważone gospodarowanie zasobami? W kolejnych numerach „Problemy Ekorozwoju” postaramy się odnaleźć pozytywną odpowiedź na to pytanie.

Literatura/References

1. GRUBLER A., 2007, Nicholas D. Personal communication, in: *Energy Specialistst*, International Institute of Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.
2. HILLRING B., 2002, Rural Development and Bioenergy Experiences from 20 Years of Development in Sweden, in: *Biomass and Bioenergy* 23, 443-451.
3. KWANT K., 2003, Renewable Energy in the Netherlands: Policy and Instruments, in: *Biomass and Bioenergy* 24, 265-267.
4. NABUURS G., MOHREN F., DOLMAN H., 2000, Monitoring and Reporting Carbon Stocks and Fluxes in Dutch Forests, in: *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 4, 308-310.
5. NICHOLLS D., MONSERUD R. A., DYKSTRA D. P., 2009, International bioenergy synthesis-Lessons learned and opportunities for the western United States, in: *Forest Ecol. Manage.*, doi: 10.1016/j.foreco.2008.11.035.
6. PARRIKA M., 2004. Global Biomass Fuel Resources, in: *Biomass and Bioenergy* 27, 613-620.
7. PAWŁOWSKI A., PAWŁOWSKI L., 2008, Zrównoważony rozwój we współczesnej cywilizacji cz. I, Środowisko a zrównoważony rozwój, w: *Problemy Ekorozwoju* vol. 3 no 2, p. 53-63.

The available resources may generally be divided into those that cannot effectively be exhausted (like solar energy and the wind, whose exploitation does not diminish the resource) and those that can. The latter are in turn sub-divided into the renewable (potentially and/or actually being regenerated all the time on Earth) and the actually or effectively non-renewable, in that production on Earth has ceased, or else is so vastly time-consuming as to be considered unavailable for all practical purposes.

The renewables include biomass, as created through the biosphere's interception and absorption of solar energy, while the non-renewables comprise all those materials won from the Earth by civilisation, not least all the minerals, and such energy carriers as peat, brown coal, hard coal, crude oil, natural gas and fissile materials.

If human civilisation is to persist on the one hand, but also to be sustainable on the other, there will have to be uninterrupted inputs of resources in the required amounts. Some of these are used up irrevocably, while more become spread so thinly in the course of use that re-use ceases to be an option. Yet maintenance of resources in an available state, today and in the future, is a key tenet of the sustainable functioning of human civilisation as defined by the need to not impinge upon the conditions necessary for future generations to themselves develop.

The question that thus arises concerns the way in which we might manage resources to ensure sustainability. Indeed, is the sustainable utilisation of resources possible at all? We shall be seeking a positive answer to this question in future editions of our journal.