

Galina KALDA¹
Alicja FORNAGIEL²

OCHRONA ŚRODOWISKA I RACJONALNE ZUŻYCIE ENERGII

W pracy zaprezentowano regulacje prawne w Polsce i Unii Europejskiej dotyczące ochrony środowiska. Przedstawiono zasoby, strukturę i prognozę zużycia różnych źródeł energii, a także kategorie zasobów surowców energetycznych. Dokonano charakterystyki globalnych rezerw paliw naturalnych, takich jak węgiel kamienny i brunatny, ropa naftowa, gaz ziemny, uran, oraz odnawialnych źródeł energii, takich jak energia słoneczna, wiatrowa, energia wody, energia geotermalna. W pracy zaprezentowano strukturę i prognozy zużycia pierwotnych nośników energii. Czynniki, które przyczyniły się do ogromnego wykorzystania nośników energii pierwotnej, są przede wszystkim rewolucja naukowo-techniczna oraz gwałtowny wzrost liczby ludności na świecie. Energia chemiczna zawarta w paliwach naturalnych jest wykorzystywana do wytworzenia energii cieplnej (kotłownie, ciepłownie), energii elektrycznej (elektrownie), energii mechanicznej (układy napędowe). Istnieje również możliwość jednoczesnej produkcji energii cieplnej i elektrycznej, czyli tzw. kogeneracja w elektrociepłowniach. Polskie prognozy odnośnie wykorzystania nośników energii przewidują spadek wykorzystania węgla, co jest związane ze wzrostem cen uprawnień do emitowania gazów cieplarnianych. Rokowany wzrost zużycia gazu ziemnego będzie wynikiem zwiększenia liczby odbiorców końcowych z instalacjami zasilanymi gazem. W pracy analizowano wybrane techniki racjonalnego zużycia energii w aspekcie ochrony środowiska. Oszczędność energii nie musi być wyłącznie formą udoskonalania technologii energetycznych, budowlanych czy przemysłowych. Istotny potencjał redukcji zużycia energii można osiągnąć w gospodarstwach domowych, gdzie form oszczędzania energii jest znacznie więcej niż w innych sektorach gospodarki. Ochrona środowiska w takich podstawowych jednostkach funkcjonowania społeczeństwa nie musi obniżać stopy życiowej ani też pogarszać warunków pracy obywateli.

Słowa kluczowe: ochrona środowiska, źródła energii, zużycie energii

1. Wprowadzenie

¹ Autor do korespondencji/ corresponding author: Galina Kalda, Politechnika Rzeszowska, 35-959 Rzeszów, al. Powstańców Warszawy 6, tel. 17 8651068, e-mail: kaldagal@prz.edu.pl

² Alicja Fornagiel, Politechnika Rzeszowska

Styl życia i rozwój cywilizacyjny opiera się przede wszystkim na produkcji i wykorzystaniu energii, której zapotrzebowanie nieustannie wzrasta. Dominującymi surowcami energetycznymi są geopaliwa: ropa naftowa, węgiel oraz gaz ziemny. Ich konwersja na energię elektryczną, ciepłą i mechaniczną nie pozostaje obojętna dla środowiska. Powiększające się od kilkunastu lat globalne zanieczyszczenie osiągnęło skalę niepokojącą obecne społeczeństwo. Zmiany klimatu szczególnie ujawniają się we wzroście średniej temperatury na świecie, wywołanej pogłębiającym się efektem cieplarnianym. Niezbędne stało się znalezienie i wprowadzenie odpowiednich działań, które pozwolą na dalszy rozwój ludzkości, oparty na racjonalnej i przyjaznej środowisku naturalnemu polityce energetycznej.

Racjonalizacja zużycia energii, a co za tym idzie poprawa stanu środowiska to oszczędne i efektywne korzystanie z energii we wszystkich dziedzinach gospodarki. Wśród działań optymalizacji oddziaływania energetyki na środowisko należy wymienić technologie redukujące zanieczyszczenia w procesie wytwarzania energii. Na szczególną uwagę zasługują „czyste” technologie węglowe, których idea jest wychwytywanie dwutlenku węgla. Odbywa się to z zastosowaniem odpowiedniego systemu w instalacji energetycznej. Niezmiernie istotne jest zastępowanie konwencjonalnych paliw kopalnych odnawialnymi źródłami, zwłaszcza do produkcji elektryczności. Największe możliwości w wytwarzaniu tego typu energii posiadają instalacje wykorzystujące promieniowanie słoneczne oraz ruch mas powietrza. Przetwarzanie paliw konwencjonalnych w układach napędowych pojazdów to kolejne źródło wprowadzające toksyczne substancje do otoczenia. Dlatego wyjątkowo ważne jest wykorzystanie alternatywnych oraz nowoczesnych napędów samochodowych. Konsumenci nabywający i eksploatujący urządzenia zasilane energią mają także potencjalny wpływ na jej świadome zużycie. Zastosowanie kilku zasad właściwego użytkowania sprzętów w gospodarstwach domowych pozwoli zaoszczędzić energię oraz pieniądze [1, 2]. Oszczędne i efektywne korzystanie z energii niech będzie świadectwem zaangażowania i odpowiedzialności za stan środowiska, w jakim żyjemy.

2. Regulacje prawne dotyczące ochrony środowiska

Ochrona środowiska oznacza zespół takich działań i zachowań jednostek, organów i państw, które zmierzają do zapewnienia obecnym i przyszłym pokoleniom korzystnych warunków życia oraz realizację ich prawa do korzystania z zasobów środowiska i zachowania jego wartości, a zwłaszcza zachowania lub przywrócenia równowagi przyrodniczej.

Międzynarodowe prawo środowiska stanowi gałąź prawa międzynarodowego i zbiór powszechnego prawa w dziedzinie globalnej ochrony środowiska. Jest wynikiem światowej współpracy w celu przeciwdziałania negatywnym skutkom oddziaływania na środowisko, jakie niesie za sobą globalizacja. Ziemia jako planeta posiada ogólny system klimatu i jedną warstwę ozonową,

co wyklucza jednostkową ochronę państw przed skutkami zmian klimatu i degradacji środowiska bez współpracy międzynarodowej [3].

Międzynarodowe prawo ochrony środowiska obejmuje nie tylko normy mające na celu regulację wprowadzania zanieczyszczeń i innych szkodliwych działań wobec środowiska, lecz także wszelkie przepisy, których celem jest zapobieganie, zmniejszanie lub przeciwdziałanie zagrożeniom środowiska. Jest to ogół norm prawa międzynarodowe oraz utworzonych przez nie instytucji, które wprost lub choćby pośrednio służą ochronie środowiska [4].

Charakter międzynarodowego prawa środowiska pozwala na ujęcie tego działu w podwójnym znaczeniu. W znaczeniu wąskim międzynarodowe prawo środowiska to tzw. *hard law* (prawo twarde), na które składają się umowy, zwyczaj oraz uchwały prawotwórcze organizacji międzynarodowych, rodzące bezpośrednio zobowiązania dla państw. Szersze znaczenie prawa środowiska pozwoliłoby objąć tym mianem (oprócz umów i zwyczaju) także *soft law* (prawo miękkie), czyli wszystkie uchwały organizacji międzynarodowych dotyczące środowiska, a więc takie uchwały (rezolucje, deklaracje, programy), które są wyrazem woli politycznej państw i które, mimo że nie mają prawotwórczego charakteru, mogą stymulować przyszłe rozwiązania prawne [3].

Do podstawowych narzędzi tworzenia prawa międzynarodowego, w tym także międzynarodowego prawa ochrony środowiska, należą umowy międzynarodowe. Umowy te mają charakter autonomiczny. Państwo czy organizacje międzynarodowe są ich twórcami, gwarantami, a zarazem adresatami, a więc występują w podwójnej roli: twórcy i podporządkowanego. Nazwa umowy pozostaje bez wpływu na ważność zawartych w niej zobowiązań. Istnieje wiele nazw umów międzynarodowych: traktat, umowa, konwencja, protokół, pakt, karta, statut, akt, konkordat, wymiana not, uzgodniony protokół, memorandum, porozumienie. Decydujący charakter nie ma jednak nazwa, lecz treść praw i obowiązków państw ustalana w procesie interpretacji umowy [4].

Prawo wspólnotowe Unii Europejskiej

W Unii Europejskiej funkcjonuje pojęcie *acquis communautaire*, czyli dorobek prawny Wspólnoty Europejskiej. W jego skład wchodzi prawo pisane (traktaty oraz prawo tworzone przez organy Unii) oraz prawo niepisane (wytworzone w sposób zwyczajowy ogólne zasady i prawa podstawowe). Do *acquis* zalicza się także wyroki Europejskiego Trybunału Sprawiedliwości (ETS), umowy międzynarodowe zawierane przez Wspólnotę i państwa członkowskie z państwami nieczłonkowskimi, a także polityki wspólnotowe [5].

Cele polityki UE w dziedzinie środowiska naturalnego zostały określone w art. 191 ust. 1 Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej (TFUE). Są to [6]:

- zachowanie, ochrona i poprawa jakości środowiska naturalnego,
- ochrona zdrowia człowieka,
- ostrożne i racjonalne wykorzystanie zasobów naturalnych,

- promowanie na płaszczyźnie międzynarodowej środków zmierzających do rozwiązywania regionalnych lub światowych problemów środowiska naturalnego, w szczególności zwalczania zmian klimatu.

Prawo ochrony środowiska w UE zawiera regulacje sektorowe (dotyczące jakości i ochrony powietrza, wody, przyrody i bioróżnorodności, substancji chemicznych, odpadów, emisji przemysłowych, hałasu, GMO, ochrony lasów i ludności). Realizacja polityki środowiskowej odbywa się również w ramach innych polityk UE, takich jak polityka energetyczna czy polityka transportowa [7].

Regulacje prawne w Polsce

Zasadniczym aktem prawa w Polsce jest Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r. (Dz.U. z 2006 r. Nr 78 poz. 483 zm. Dz.U. z 2006 r. Nr 200/2006 poz.1471), zgodnie z którą jedną z głównych funkcji państwa jest zapewnienie ochrony środowiska (art. 5). Podstawą jej realizacji jest zasada zrównoważonego rozwoju, tj. rozwoju społeczno-gospodarczego, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych w celu zapewnienia możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego, jak i przyszłych pokoleń [8].

Konstytucja w art. 74 zobowiązuje władze publiczne do [9]:

- prowadzenia polityki zapewniającej bezpieczeństwo ekologiczne współczesnemu i przyszłym pokoleniom,
- ochrony środowiska,
- wspierania działania obywateli na rzecz ochrony i poprawy stanu środowiska.

Kierunek działań ekologicznych zapewniających odpowiednią ochronę środowiska naturalnego określono w uchwalonych przez Sejm RP dokumentach strategicznych, takich jak:

- II Polityka Ekologiczna Państwa,
- Polityka Ekologiczna Państwa w latach 2009-2012 z perspektywą do roku 2016.

Podstawową ustawą w dziedzinie ochrony środowiska jest ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (tekst jednolity Dz.U. z 2008 r. Nr 25, poz.150), która zastąpiła ustawę z dnia 31 stycznia 1980 r. o ochronie i kształtowaniu środowiska (uchylona). Obowiązująca ustawa ukształtowała podstawy ochrony wszystkich elementów środowiska oraz środowiska jako całości. Pełni rolę ustawy ramowej dla całego ustawodawstwa ochrony środowiska oraz stanowi punkt wyjścia do uchwalania przepisów dotyczących kwestii środowiskowych [8].

Ustawa określa zasady ochrony środowiska oraz warunki korzystania z jego zasobów z uwzględnieniem wymagań zrównoważonego rozwoju. Dodatkowo

ustawa zawiera regulacje uzupełniające problematykę unormowaną innymi ustawami (np. w dziedzinie ochrony wód) oraz wraz z wydanymi na jej podstawie aktami wykonawczymi reguluje wyczerpująco niektóre kwestie.

3. Źródła energii – zasoby, struktura i prognoza zużycia

Zasoby pierwotnych źródeł energii

Rozwój światowej gospodarki i wzrost populacji ludzi powoduje zwiększony popyt na energię, a więc również na surowce energetyczne. Podstawą bilansu energetycznego nadal są nieodnawialne źródła energii, więc naturalne jest zainteresowanie ich rezerwami.

Zasoby surowców energetycznych dzieli się na dwie kategorie:

- zasoby ogólne (*resources*) – złoża rozpoznane, których wydobywanie jest nieopłacalne przy zastosowaniu aktualnie znanych technologii oraz złoża niewystarczająco rozpoznane lub domniemane; zasoby te określa się także jako potencjalne, ukryte, przypuszczalne, pozabilansowe,
- rezerwy udokumentowane (*proved reserves in place*) – zasoby rozpoznane nadające się do eksploatacji z zastosowaniem dostępnych, opłacalnych ekonomicznie, technologii; rezerwy dzieli się również na udowodnione, potencjalne i prawdopodobne.

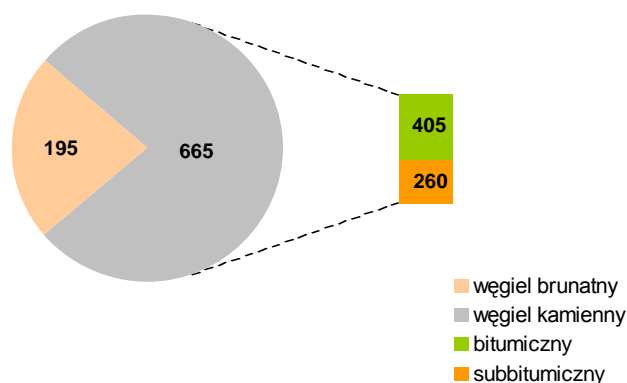
Do oszacowania wystarczalności rezerw surowców stosuje się wskaźnik *R/P* – stosunek rezerwy do produkcji z danego roku (*reserves to production*). Uwzględniając zmienny poziom wydobywania i rezerw, wskaźnik *R/P* ma charakter dynamiczny. Podczas eksploatacji złóż surowców mineralnych najważniejsze są: wielkość zasobów, warunki zalegania surowców, jakość, sposoby pozyskiwania, koszty wydobywania i cena końcowa [10].

Nieodnawialne surowce stosowane w energetyce konwencjonalnej można podzielić na paliwa naturalne:

- stałe – węgiel kamienny i brunatny, torf, łupki bitumiczne,
- płynne – ropa naftowa i inne oleje,
- gazowe – gaz ziemny,
- nuklearne – uran i tor.

Węgiel kamienny i brunatny. Światowe zasoby węgla (rys. 1.) kamiennego i brunatnego szacuje się na ok. 860 mld ton. Jak widać na rys. 1., zasoby węgla kamiennego wynoszą 665 mld ton, co stanowi 77% ogólnych zasobów, w tym 405 mld ton to węgiel bitumiczny i 260 mld ton węgiel subbitumiczny. Resztę stanowi 195 mld ton węgla brunatnego (23%).

Do państw o największych zasobach węgla należą przede wszystkim USA, a także Rosja i Chiny, które zaliczają się do światowych eksporterów. Znaczne rezerwy posiadają także Indie, Australia, południowa Afryka, Indonezja, Kazachstan, Niemcy i Polska.



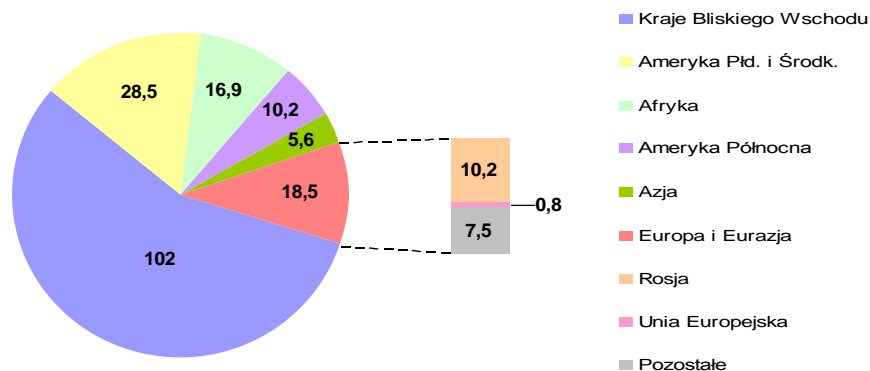
Rys. 1. Światowe zasoby węgla w mld ton (koniec 2012 r.)

Fig. 1. World coal reserves in billions of tons (the end of 2012)

Polskie zasoby węgla kamiennego są skoncentrowane głównie na terenie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) – ok. 79% ogólnych zasobów. Blisko połowa to złoża niezagospodarowane, a ok. 2% zasobów nie podlega wydobyciu ze względu na wysokie koszty technologiczne. Reszta udokumentowanych złóż jest ulokowana w okolicach Lublina, z czego tylko ok. 9% ogólnych zasobów podlega eksploatacji.

Jakość węgla z GZW jest ogólnie dość wysoka z względnie niską zawartością siarki i popiołów. Polska posiada również znaczne pokłady węgla brunatnego znajdujące się w centralnej i zachodniej Polsce. Udokumentowano 78 złóż o zasobach bilansowych 14,8 mld ton. Polska jest jednym z głównych producentów węgla na świecie. W 2011 roku wydobycie węgla kamiennego wyniosło ok. 70,9 mln ton, a węgla brunatnego 50 mln ton. Poza Rosją Polska jest jedynym światowej klasy eksporterem węgla w Unii Europejskiej. Głównymi odbiorcami polskiego węgla są Niemcy, Czechy i Austria [11].

Ropa naftowa. Globalne rezerwy ropy naftowej szacuje się na ok. 181,7 mld ton. Na rysunku 2. zobrazowano rezerwy tego surowca w poszczególnych regionach świata. Ponad 1/2 rezerw ropy naftowej posiadają kraje Bliskiego Wschodu: Arabia Saudyjska, Iran, Irak, Kuwejt i Zjednoczone Emiraty Arabskie. Tworzą one OPEC, czyli Organizację Krajów Eksportujących Ropę Naftową (ang. *Organization of the Petroleum Exporting Countries*), która kontroluje światowe wydobycie ropy naftowej, poziom cen i opłat eksploatacyjnych. Znaczące rezerwy występują również w Wenezueli, Rosji, Libii, Nigerii, Kazachstanie, USA i Kanadzie. W Unii Europejskiej jest ulokowane 0,5% ogólnych zasobów tego surowca.

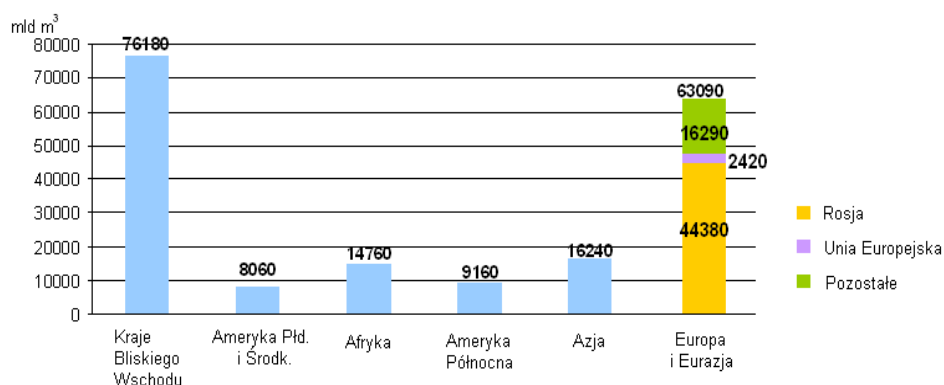


Rys. 2. Światowe rezerwy ropy naftowej w mld ton (2012 r.)

Fig. 2. World oil reserves in billions of tons (2012)

Polskie zasoby geologiczne ropy naftowej są określane na poziomie ponad 25 mln ton (2012 r.) w 84 złożach, z czego 68 jest zagospodarowanych. Wydobycie w 2012 r. wyniosło 0,66 mln ton [11].

Gaz ziemny. Rezerwy gazu ziemnego na świecie (rys. 3.) szacuje się na 187 490 mld m³. Największe rezerwy gazu ziemnego znajdują się w Federacji Rosyjskiej, stanowiąc ok. 1/4 światowych zapasów tego paliwa. Znaczne zasoby posiadają także kraje Bliskiego Wschodu: Iran (16%) i Katar (14%). Kraje Unii Europejskiej posiadają ok. 2420 mld m³ rezerw gazu ziemnego.



Rys. 3. Światowe rezerwy gazu ziemnego (2012 r.)

Fig. 3. World reserves of natural gas (2012)

Polska posiada 279 złóż gazu ziemnego o łącznym, udokumentowanym zasobie wynoszącym prawie 147 mld m³ gazu ziemnego [11].

Uran. To surowiec o stosunkowo niewielkim okresie wykorzystania jako paliwo energetyczne w porównaniu z pozostałymi kopalinami. Światowe rezerwy szacowane są na 2,44 mln ton uranu [12]. Największymi producentami uranu są Kazachstan, Kanada, Australia. Udział tych państw w światowym wydobyciu przekroczył 50%. Ponadto kraje te posiadają znaczne zasoby surowca. Do krajów o produkcji powyżej 1 000 ton należy zaliczyć Namibię, Niger, Rosję, Uzbekistan, USA. Dodatkowo państwa Południowej Afryki, Ukraina oraz Brazylia stanowią tereny o wysokich rezerwach uranu.

Odnawialne źródła energii

Odnawialne źródła energii w porównaniu z naturalnymi surowcami energetycznymi, takimi jak węgiel, ropa, gaz czy uran, utrzymują się na stałym poziomie. Nie ulegną wyczerpaniu dopóki będzie istnieć Układ Słoneczny i Ziemia. Są to źródła proekologiczne, ponieważ są wynikiem naturalnej aktywności Słońca, Księżycy i Ziemi, a ich wykorzystanie nie generuje zanieczyszczeń.

Energia słoneczna. Generowany przez Słońce strumień energii docierający do atmosfery ziemskiej wynosi 173-178 PW i jest to zaledwie jedna półmiliardowa część ogólnej energii promieniowania słonecznego [13]. Skład strumieni przenikających przez atmosferę kształtuje się następująco:

- około 30% to promieniowanie widzialne i ultrafioletowe (UV) odbijane od powierzchni Ziemi,
- około 47% stanowi promieniowanie podczerwone, które jest pochłaniane i ponownie emitowane do kosmosu,
- pozostałe 23% dociera do powierzchni ziemskiej i powoduje parowanie oceanów, ruch mas powietrza, przeprowadzanie fotosyntezy, rozwój życia na Ziemi, wartość tego promieniowania wynosi 39,66 PW.

Energia promieniowania słonecznego może być wykorzystywana bezpośrednio (z zastosowaniem kolektorów słonecznych, helioelektrowni) lub pośrednio (z zastosowaniem turbin wiatrowych i wodnych, biomasy). Średnia dzienna suma promieniowania globalnego jest zależna od pory roku i waha się od 0,47 kWh/m² w grudniu do 5,4 kWh/m² w czerwcu. Roczna suma napromienienia wynosi 974,1 kWh/m². W Polsce wartość ta zawiera się w przedziale 930-1050 (1250) kWh/m². Na terenie kraju wyodrębnia się 9 regionów helioenergetycznych, a najkorzystniejsze warunki słoneczne istnieją na Wybrzeżu Szczecińskim i Środkowym oraz na krańcach wschodnich (Polesie, Lubelszczyzna i Zamojszczyzna) [14].

Energia biomasy. Biomase można podzielić na następujące kategorie [14]:

- biomase roślinną i drzewną – uprawną,
- odpady z produkcji roślinnej i spożywczej,

- odpady leśne i przemysłu drzewnego oraz jego produkty,
- odpady w produkcji i użytkowaniu biopaliw i biomateriałów,
- odpady w procesie hodowli zwierząt,
- odpady organiczne, w tym komunalne i osady ściekowe.

Potencjał biomasy na świecie mieści się w przedziale 594-1756 EJ/rok. W Polsce potencjał techniczny biomasy szacuje się na ok. 684 PJ/rok, z czego 407,5 PJ przypada na biopaliwa stałe [15].

Energia wiatrowa. Energia wiatrowa jest wykorzystywana przez człowieka od tysięcy lat, najpierw jako napęd w maszynach roboczych, obecnie coraz częściej do generowania prądu elektrycznego. Ogólne światowe zasoby tej energii są ogromne, szacowane na 1 mln GW.

Najlepsze warunki na lokalizację turbin wiatrowych na całym świecie to wybrzeża lub tereny przybrzeżne. Możliwa jest także budowa farm wiatrowych w głębi lądu. Optymalna prędkość wiatru w przypadku aktualnie instalowanych turbin wynosi 3-25 m/s. Określenie potencjału wiatrowego konkretnego regionu wymaga wieloletnich obserwacji jego prędkości i kierunku. Energia wiatrowa jest przekształcana w turbinach wiatrowych na moc mechaniczną, wykorzystywaną w generatorach elektrycznych lub maszynach roboczych [16].

W Polsce potencjał generacji energii elektrycznej z wiatru zmienia się w przedziale 500-2500 kWh/m²·rok. W Polsce najkorzystniejsze prędkości wiatrów występują w pasie przybrzeżnym, północnej i środkowej Wielkopolsce, na Mazowszu i częściowo na Nizinie Lubelskiej [14].

Energia wody. Podział źródeł energii wody i potencjał energetyczny możliwy do technicznego wykorzystania przedstawia się następująco:

- energia rzek – 2,875 TW,
- energia fal morskich – 2,5 PW,
- energia pływów – 1,57 PW,
- energia termiczna mórz i oceanów – 1 TW.

Zasoby rzek na świecie określa się na 9800 TWh/rok i występują głównie w Azji, Ameryce Północnej i Południowej oraz Afryce. W Polsce rozkład energii rzek kształtuje się następująco: Wisła (6,2 TWh/rok), Odra (1,27 TWh/rok), dorzecze Wisły i Odry (5,97 TWh/rok), rzeki Przymorza (0,26 TWh/rok). Moc źródeł w polskiej energetyce wodnej przekracza 200 MW [14].

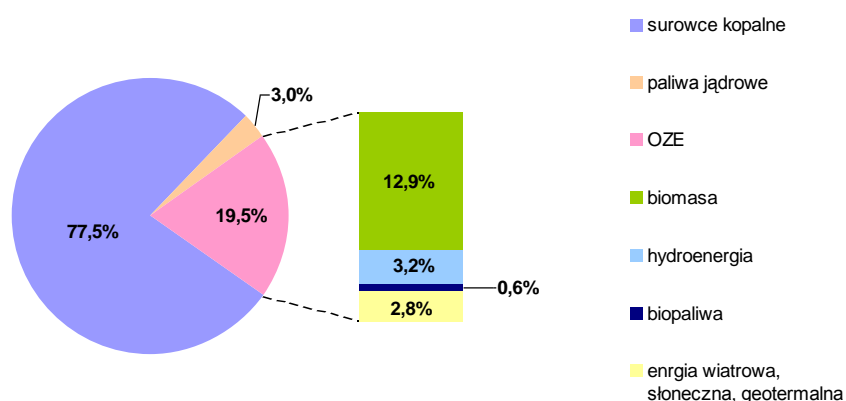
Energia geotermalna. Strumień energii zgromadzonej w skorupie ziemskiej szacuje się na poziomie 42 TW. Pojemność cieplna globu wynosi ok. 1027 kJ/K. W Europie geotermalne zasoby eksploatacyjne ocenia się na ok. 1,43 mld ton ekwiwalentu ropy/rok [13, 14]. Polska jest krajem o pokaźnych zasobach energii geotermalnej o temperaturze wód 30-130°C zalegających na głębokości 1-4 km, o potencjale technicznym 302 000 PJ [16].

Ponad połowa obszaru Polski posiada zasoby wód geotermalnych o ogólnej objętości przekraczającej 6 tys. km³ zaklasyfikowanych do 9 okręgów. Największe zasoby energii cieplnej posiadają okręgi szczecińsko-lódzki i grudziądzko-warszawski, obejmujące północną i środkową część kraju, oraz przedkarpaccy w południowej Polsce. Za region o największym wykorzystaniu zasobów geotermalnych należy uznać Podhale, gdzie funkcjonuje najstarsza w Polsce instalacja wykorzystująca ciepło wód podziemnych.

Struktura i prognozy zużycia pierwotnych nośników energii

Czynnikami, które przyczyniły się do ogromnego zastosowania nośników energii pierwotnej są przede wszystkim rewolucja naukowo-techniczna oraz gwałtowny wzrost liczby ludności na świecie. Energia chemiczna zawarta w paliwach naturalnych jest wykorzystywana do wytworzenia energii cieplnej (kociołownie, ciepłownie), energii elektrycznej (elektrownie), energii mechanicznej (układy napędowe). Istnieje również możliwość jednoczesnej produkcji energii cieplnej i elektrycznej, czyli tzw. kogeneracja w elektrociepłowniach.

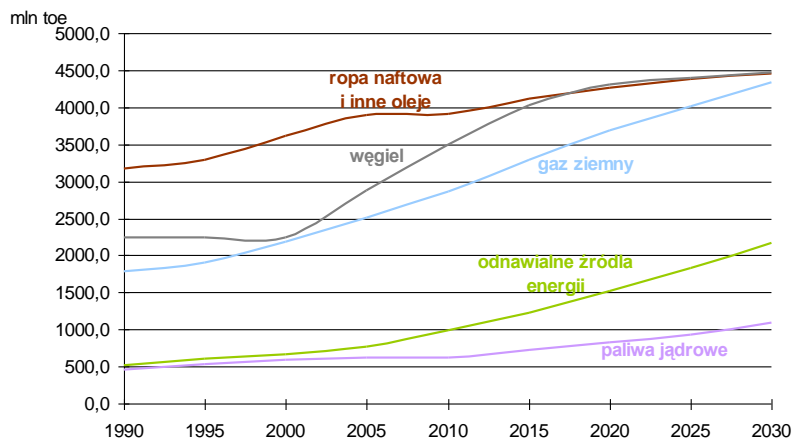
Uznaje się, że cywilizacja zużyła energię dopowiadającą ok. 500 mld tpu, z czego blisko 2/3 przypada na ostatnie stulecie [13]. Zużycie poszczególnych nośników w produkcji energii na świecie pokazano na rys. 4.



Rys. 4. Światowa produkcja energii według wykorzystania paliw

Fig. 4. World energy production by fuel use

Dominującymi surowcami w produkcji energii były naturalne surowce kopalne, tj. węgiel, ropa naftowa i gaz ziemny, a ich udział wyniósł 77,5% [17]. Prawie 20% osiągnęły odnawialne źródła energii z przewagą wykorzystania tradycyjnej biomasy oraz energii wód. Tylko 3% energii pochodziło z elektrowni jądrowych. Udział pierwotnych nośników w dotychczasowej produkcji energii i prognozę ich użycia przedstawia rys. 5.

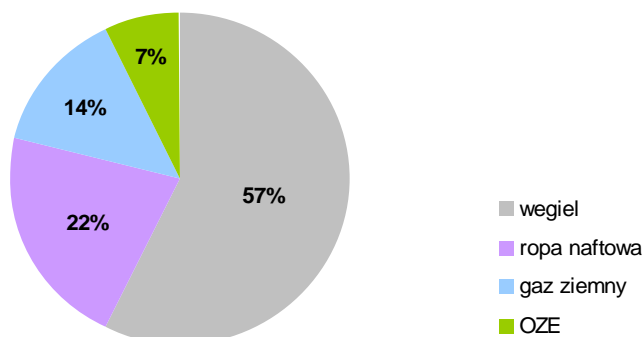


Rys. 5. Udział podstawowych surowców w produkcji energii na świecie – stan aktualny i prognoza

Fig. 5. The share of basic sources in the production of energy in the world – current status and outlook

Zużycie poszczególnych pierwotnych surowców energetycznych w produkcji energii światowej wzrasta i trend ten będzie się utrzymywał. Największy udział w wytworzeniu energii przypada ropie naftowej i jej pochodnym. Wykorzystanie węgla w latach 2000-2015 zwiększyło się gwałtownie, prawie dwukrotnie, dorównując zużyciu ropy naftowej i innym olejom. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest oparcie światowej energetyki na tym surowcu. Prognozuje się również coraz większy udział gazu ziemnego w produkcji energii, który osiągnie poziom ropy i węgla. W przypadku OZE ich wykorzystanie w produkcji energii pierwotnej na świecie wynosi ok. 1000 mln toe, a do 2030 r. wzrośnie ponaddwukrotnie. Spowodowane jest to globalną polityką przeciw zmianom klimatycznym, promującą alternatywne źródła energii. Paliwa jądrowe mają najmniejszy udział w rynku energetycznym. Przewiduje się, że ich wykorzystanie również wzrośnie, ale nie będzie to tak gwałtowny proces, jak w przypadku pozostałych źródeł ze względu na sprzeciwy i protesty lokalnych społeczności przekonanych o niebezpieczeństwie eksploatacji takich elektrowni. Należy jednak przyznać, że siłownie wykorzystujące uran są znacznie bardziej ekologiczne od konwencjonalnych zakładów energetycznych. Znacznym problemem pozostają jednak odpady radioaktywne, ich utylizacja i szkodliwość dla środowiska [18].

Polska energetyka wykorzystuje przede wszystkim stałe paliwa kopalne, głównie krajowe zasoby węgla. Strukturę zużycia nośników energii pokazano na rys. 6.



Rys. 6. Struktura zużycia nośników energii w Polsce (2012 r.)

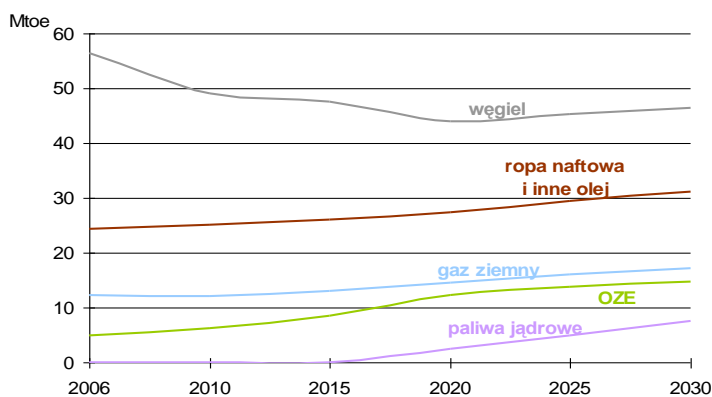
Fig. 6. The structure of energy consumption in Poland (2012)

Podstawowym paliwem wykorzystywanym w gospodarce narodowej jest węgiel, zarówno kamienny, jak i brunatny. Wraz z ropą naftową i gazem ziemnym są dominującymi surowcami energetycznymi, a ich łączne zużycie w 2012 r. osiągnęło 93%. Pozostała część to OZE, których wykorzystanie wyniosło 7%. W Polsce elektrownia atomowa jeszcze nie powstała, a etap realizacji zatrzymał się na wyborze miejsca jej lokalizacji. Prognozowane wykorzystanie nośników energii w produkcji energii pierwotnej w Polsce ilustruje rys. 7.

Polskie prognozy odnośnie zastosowania nośników energii przewidują spadek wykorzystania węgla, co będzie związane ze wzrostem cen uprawnień do emitowania gazów cieplarnianych. Rokowany wzrost zużycia gazu ziemnego będzie wynikiem zwiększenia liczby odbiorców końcowych z instalacjami zasilanymi gazem. Od 2015 roku wśród konwencjonalnych surowców pojawią się dodatkowo paliwa nuklearne. Pomimo zniszczenia japońskich reaktorów jądrowych w marcu 2011 r. w wyniku niespodziewanego, katastrofalnego w skutkach trzęsienia ziemi rząd Polski nie wycofał się z planów budowy siłowni atomowej w kraju.

Udział energii odnawialnej w całkowitym zużyciu energii pierwotnej wzrośnie z ok. 5% w 2006 r. do 12% w 2020 i 12,4% w 2030 r. W związku z przewidywanym rozwojem energetyki jądrowej w 2020 r. w strukturze energii pierwotnej pojawi się energia jądrowa, której udział w całości energii pierwotnej osiągnie w 2030 r. ok. 6,5% [19].

Gwałtowny wzrost populacji ludzi na świecie spowodował, że w drugiej połowie XX w. zużycie energii osiągnęło nieznana w dotychczasowej historii skalę. Ziemia jako zamknięty układ o skończonych rozmiarach posiada określone ilości poszczególnych nieodnawialnych geopaliw. Wystarczalność podstawowych kopalin na świecie zestawiono w tab. 1.



Rys. 7. Wykorzystanie nośników energii do produkcji energii pierwotnej w Polsce – stan aktualny i prognoza

Fig. 7. The use of energy for primary energy production in Poland – current status and outlook

Tabela 1. Wystarczalność kopalnych paliw pierwotnych na świecie

Table 1. Sufficiency of fossil primary energy in the world

Kopalina	Zasoby udokumentowane	Wystarczalność [lata]
Węgiel kamienny i brunatny [mld ton]	860	128
Ropa naftowa [mld ton]	181,7	48
Gaz ziemny [mld m ³]	187,49	63
Uran (<80 \$/kg) [mld ton]	2,44	48

Istniejące zasoby podstawowych kopalnych surowców pierwotnych ulegną wyczerpaniu w okresie ok. 50-130 lat. Wyczerpywanie się jednego źródła będzie powodowało wzrost zużycia pozostałych, skutkując ich całkowitym zużyciem. Żadna z obecnie wykorzystywanych metod pozyskiwania energii pierwotnej nie zaspokoi potrzeb energetycznych cywilizacji. Dotyczy to również energetyki jądrowej, która nie rozwiąże całkowicie problemu wyczerpywalności kopalni ze względu na ograniczone zasoby surowców uranu i toru. Wystarczalność polskich zasobów paliw kopalnych przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2. Wystarczalność polskich zasobów surowców kopalnych

Table 2. Sufficiency of Polish fossil resources

Kopalina	Zasoby udokumentowane	Wystarczalność [lata]
Węgiel kamienny [mld ton]	44,2	642
Węgiel brunatny [mld ton]	14,9	248
Ropa naftowa [mld ton]	25,9	39
Gaz ziemny [mld m ³]	146,8	25

Wystarczalność węgla kamiennego określa się na ok. 642 lat, a węgla brunatnego na blisko 250 lat. Taka długa wystarczalność wynika z rozpatrzenia całości udokumentowanych zasobów geologicznych, a ich realna eksploatacja będzie zależeć od rozwoju technik wydobywczych. Polska dysponuje jeszcze niewielkimi ilościami gazu i ropy, o wystarczalności szacowanej odpowiednio na 25 i 39 lat. Obecnie uran nie podlega wydobyciu w Polsce.

Jak wskazują wszystkie przedstawione dane, cywilizacja nieuchronnie zbliża się do wykorzystania dostępnych zasobów konwencjonalnych surowców energetycznych. Mimo że istnieje jeszcze wiele rezerw o niewykorzystanym potencjale, w obecnej fazie rozwoju człowiek nie opracował korzystnych technologii ich wydobycia. Przyszłość energetyki upatruje w paliwach jądrowych oraz alternatywnych surowcach energetycznych. Należy jednak zauważyć, że uran to również surowiec o ograniczonej ilości, ulegający wyczerpaniu. Energetyka oparta na promieniotwórczości pierwiastków być może pozwoli na wynalezienie bardziej efektywniejszych technologii. Analizując obecne wykorzystania odnawialnych źródeł energii, nasuwa się następujący wniosek: zainstalowana moc systemów alternatywnych nie jest w stanie zaspokoić aktualnego zapotrzebowania energetycznego cywilizacji.

4. Racjonalizacja zużycia energii w gospodarstwach domowych

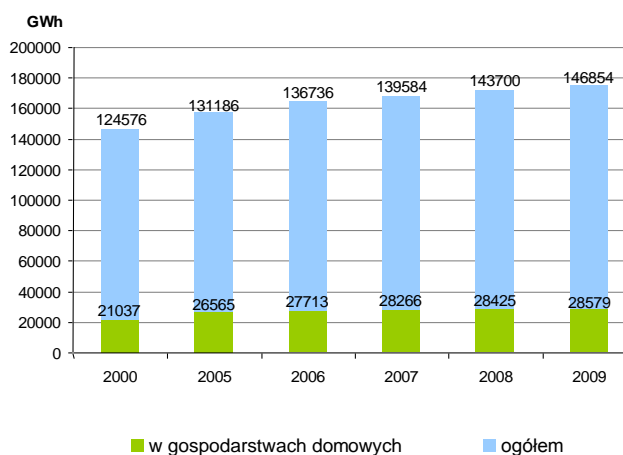
Oszczędność energii nie musi się odbywać wyłącznie jako udoskonalanie technologii energetycznych, budowlanych czy przemysłowych. Istotny potencjał redukcji zużycia energii można osiągnąć w gospodarstwach domowych, gdzie form oszczędzania energii jest znacznie więcej niż w innych sektorach gospodarki. Ochrona środowiska w takich podstawowych jednostkach funkcjonowania społeczeństwa nie musi obniżać stopy życiowej, ani pogarszać warunków pracy obywateli. Energię elektryczną i ciepłą można zaoszczędzić poprzez wprowadzanie nowoczesnych energooszczędnych technologii i urządzeń o powszechnej dostępności. Wiąże się to z odpowiednią polityką państwa, która stawia na promocję akcji oszczędzania energii, ale też zapewnia wystarczająco skuteczne impulsy motywujące odbiorców do odpowiednich działań. Największą skutecznością cechują się te o charakterze ekonomicznym [13].

Energooszczędne użytkowanie sprzętów domowych

Zużycie energii elektrycznej w Polsce w 2008 r. wynosiło 14685 GWh, z tego w gospodarstwach domowych 28579 GWh, tj. 19,5% (rys. 8.). W latach 2000-2009 wykorzystanie energii elektrycznej w kraju wzrosło o 18%, a w gospodarstwach domowych o 36% [20].

Według Narodowego Spisu Powszechnego obecnie w kraju istnieje 13337 tysięcy gospodarstw domowych. Większość z nich posiada podstawowy sprzęt elektryczny AGD i RTV (tab. 3.). Analizując dane zawarte w tab. 3., należy stwierdzić, że praktycznie we wszystkich mieszkaniach znajduje się telewizor,

chłodziarka, odkurzacz i pralka. Porównując lata 2009 i 2011, zauważa się wzrost wyposażenia gospodarstw domowych w urządzenia elektryczne, głównie w zmywarki do naczyń, kuchenki mikrofalowe czy komputery.



Rys. 8. Wzrost zużycia energii elektrycznej w gospodarstwach domowych i ogółem w Polsce w latach 2000-2009

Fig. 8. The increase in electricity consumption in households and total in Poland in 2000-2009

Zużycie energii elektrycznej w gospodarstwie domowym jest uzależnione od dostępności sieciowych mediów, tj. centralnego ogrzewania sieciowego, ciepłej wody użytkowej, gazu i energii elektrycznej. Roczne zużycie energii elektrycznej w mieszkaniach wynosi od ok. 1200 do ok. 2113 kWh [21].

Największy udział w poborze energii należy do chłodziarko-zamrażarki (blisko 26%), po ok. 18% dla oświetlenia wraz z drobnym sprzętem AGD oraz kuchni elektrycznej, co jest wynikiem codziennego użytkowania tych podstawowych sprzętów w każdym gospodarstwie. Zaskakujące jest zużycie energii przez czajnik elektryczny (ok. 5%), które jest porównywalne z zapotrzebowaniem pieców akumulacyjnych. Łączne wykorzystanie energii na cele ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej wynosi ponad 8%. Najmniej energii zużywa zmywarka do naczyń, tj. ~0,4% ogólnego zapotrzebowania na energię elektryczną.

Wiek urządzeń znajdujących się w gospodarstwach domowych jest zróżnicowany. Na przykładzie pralek oraz chłodziarek i zamrażarek można stwierdzić, że blisko połowa sprzętu używanego w gospodarstwach domowych ma więcej niż 10 lat. Oczekuje się, że urządzenia starsze będą stopniowo wymieniane na nowsze.

Tabela 3. Wyposażenie gospodarstw domowych w sprzęt elektryczny

Table 3. Features household electrical equipment

Sprzęt	% gospodarstw domowych ogółem	
	2009 r.	2011 r.
Telewizor	98,2	98,5
Chłodziarka	97,3	97,9
Automat pralniczy	79,8	89,0
Pralka i wirówka	28,1	17,9
Zmywarka do naczyń	4,9	12,3
Kuchenka mikrofalowa	33,3	50,1
Robot kuchenny	54,9	61,3
Odkurzacz	93,0	95,1
Komputer	38,6	60,8
Drukarka	25,8	40,1
Telefon komórkowy	65,2	86,5
Odtwarzacz DVD	22,9	51,7
Zestaw Hi-fi (wieża)	43,8	42,3

Wybierając nowe urządzenia użytku domowego, należy zwrócić uwagę na etykietę, która informuje w zwięzły sposób o danych technicznych i efektywności energetycznej konkretnego urządzenia. Umożliwia to porównanie parametrów z innymi urządzeniami z tej samej grupy. Efektywność energetyczna jest to wielkość zużycia energii odniesionej do uzyskiwanej wielkości efektu użytkowego, a w przypadku urządzeń elektrycznych gospodarstwa – jest związana z ich energochłonnością [22].

Wysoka energochłonność cechuje również sprzęty RTV, głównie te, które są sterowane pilotami i panelami. W czasie pozornego wyłączenia nadal pobierają energię elektryczną – znajdują się w stanie gotowości, oczekiwania do działania (*stand-by*). Pobór mocy urządzeń w tym stanie ogranicza się tylko do poziomu pojedynczych wattów, trwa w całym czasie, kiedy odbiornik jest podłączony do sieci. Pomimo jednostkowo niewielkich mocy pobór energii jest wysoki ze względu na dużą liczbę sprzętów tego typu w każdym gospodarstwie. Moc pobierana w stanie gotowości zawiera się w granicach od 0,5 do nawet 35 W [23].

5. Podsumowanie

Analiza wybranych technik racjonalnego zużycia energii o aspekcie ochrony środowiska pozwoliła na postawienie następujących wniosków:

1. Ograniczona ilość konwencjonalnych surowców energetycznych oraz negatywne oddziaływanie ich konwersji na stan środowiska wymusza na ludzkości energooszczędność oraz poszukiwanie alternatywnych źródeł energii.

2. Odpowiedzialność społeczeństw za stan środowiska ma odzwierciedlenie w obowiązujących globalnie i lokalnie przepisach prawnych traktujących o ochronie przyrody.

3. Potrzeba obniżenia nadmiernej emisji gazów cieplarnianych, w tym szczególnie CO₂ pochodzącego z energetycznego wykorzystania paliw konwencjonalnych, przyczyniła się do rozwoju „czystych” technologii węglowych.

4. Wstępne doświadczenia z zastosowania badawczych metod wychwytywania zanieczyszczeń z procesu spalania geopaliw pozwalają stwierdzić, że osiągnięcie znacznej redukcji substancji toksycznych powoduje wzrost ostatecznych kosztów uzyskanej energii.

5. Konsumenci jako ostateczni odbiorcy mają najwięcej możliwości efektywnego użytkowania energii poprzez wprowadzenie i stosowanie kilku zasad poprawnej eksploatacji urządzeń domowych i wyboru nowych sprzętów czy źródeł światła.

6. Ogólnodostępna energia wiatru i promieniowania słonecznego wśród wszystkich odnawialnych źródeł energii posiada największe możliwości do wykorzystania ich mocy w instalacjach wytwarzających prąd elektryczny. Pomimo ekologicznego oddziaływania na środowisko oraz wysokiego potencjału energetycznego udział odnawialnych źródeł w produkcji energii jest nadal minimalny.

Literatura

- [1] Kalda G., Pietrucha-Urbanik K., Studziński A.: Możliwości zastosowania ogniw fotowoltaicznych w budownictwie, t. 2. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej. Budownictwo i Inżynieria Środowiska, z. 59, 2012, s. 361-364.
- [2] Kalda G., Pietrucha-Urbanik K., Studziński A.: Możliwości zastosowania powietrznych kolektorów słonecznych w gospodarce polskiej, t. 2. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej. Budownictwo i Inżynieria Środowiska, z. 59, 2012, s. 365-372.
- [3] Kenig-Witkowska M.: Międzynarodowe prawo ochrony środowiska. Wydaw. Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2011.
- [4] Ciechanowicz-McLean J.: Międzynarodowe prawo ochrony środowiska, wyd. II. Wydaw. LexisNexis, Warszawa 2001.
- [5] Ochrona środowiska – przedsiębiorcy. Urząd Komitetu Integracji Europejskiej, Warszawa 2007.
- [6] <http://www.ekoportal.gov.pl>.
- [7] Garbowska G.: Europejskie prawo środowiska. Wydawnictwa Prawnicze PWN, Warszawa 2001.
- [8] Stelmasiak J.: Prawo ochrony środowiska. Wydaw. LexisNexis, Warszawa 2009.
- [9] Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r.
- [10] Kuchciński K.: Energia w czasach kryzysu. Wydaw. Difin, Warszawa 2006.
- [11] Ochrona Środowiska 2010. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2010.
- [12] Uranium – from mine to mill. World Nuclear Association Pocket Guide, 2010.

- [13] Lewandowski W.M.: Proekologiczne odnawialne źródła energii, wyd. 4. WNT, Warszawa 2007.
- [14] Chmielniak T.: Technologie energetyczne. WNT, Warszawa 2008.
- [15] <http://www.biomasa.org>.
- [16] Survey of Energy Resource 2010. World Energy Council.
- [17] Renewables 2010 Global Status Report. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 2010.
- [18] BP Energy Outlook 2030, January 2011.
- [19] Bartosik M.: Ziemia w pułapce energetycznej. Energetyka, nr 9/2010.
- [20] Mały rocznik statystyczny Polski 2010. Główny Urząd Statystyczny. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2010.
- [21] Wojtulewicz J., Osicki A., Pasierb S.: Oszacowanie potencjału zmniejszenia energii elektrycznej w gospodarstwach domowych w Polsce. Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii, Katowice 2006.
- [22] <http://www.mg.gov.pl>.
- [23] Bućko P.: Racjonalizacja zużycia energii w gospodarstwach domowych. Czysta Energia, nr 6/2008.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AND RATIONAL ENERGY USAGE

Summary

The article presents law regulations in Poland and European Union related to environmental protection. There are various categories of renewable energy resources, its structure and forecast consumption of their use. The article shows global reserves of natural fossil fuels such as coal, lignite, petroleum, natural gas, uranium. This publication presents the characteristics of renewable energy sources such as solar energy, wind energy, water energy, geothermal energy. There are also structures and forecast consumption of primary energy sources.

The factors that contributed to the massive use of primary energy sources are first of all scientific and technological revolution and the rapid population growth in the world. The chemical energy contained in natural fuels is used to generate heat (boilers, district heating), electricity (power plant), mechanical energy (power systems). There is also the possibility of simultaneous production of heat and electricity, i.e. cogeneration in heat and power station. At present, Polish forecasts of energy use is expected to decline the use of coal, which is associated with an increase in the price of allowances to emit greenhouse gases. The projected increase in the consumption of natural gas is the result of increasing number of end-users of the systems, supplied with gas. The article analyses the selected energy efficiency techniques in terms of environmental protection. Saving energy does not have to be only as improvement of energy, construction and industrial technologies. Significant potential to reduce energy consumption can be achieved in household where saving forms of energy is more than in other sectors of the economy. Protection of the environment in such basic units of society does not have to lower the standard of living or deterioration of working conditions of the citizens.

Keywords: environmental protection, various types of energy, using energy

Przesłano do redakcji: 20.11.2013 r.

Przyjęto do druku: 2.06.2014 r.

DOI:10.7862/rb.2014.5