

Światowe rezerwy surowców energetycznych

Autor: Dr Jan Soliński

(„Energetyka” – luty 2008)

Ważnym elementem działalności Światowej Rady Energetycznej (ŚRE) są przeglądy i oceny światowych rezerw surowców energetycznych. Wyniki tych przeglądów są prezentowane na kolejnych kongresach ŚRE. Kompleksowy i bardzo szczegółowy przegląd tych rezerw, liczący ponad 500 stron A4, został opublikowany z okazji ostatniego, 20. Kongresu Energetycznego w Rzymie [1].

Klasyfikacja zasobów i rezerw surowców energetycznych

Zgodnie z przyjętą procedurą ŚRE stosuje dwa podstawowe pojęcia klasyfikując zbadane zasoby surowców energetycznych jako:

- zasoby (Resources - Proved amount in place),
- rezerwy możliwe do wydobycia (Proved recoverable reserves).

Zasoby to całkowita ilość udokumentowanych złóż surowców energetycznych. Natomiast rezerwy to część zasobów nadających się do eksploatacji w obecnych warunkach technicznych i ekonomicznych.

Prezentowany przegląd dotyczy głównie rezerw udokumentowanych i możliwych do pozyskania. Natomiast dane o zasobach są niekompletne - prezentują wybiórczo jedynie wielkości zasobów niektórych krajów. Zatem przegląd nie zawiera danych o globalnych zasobach surowców energetycznych kuli ziemskiej.

Należy mieć na uwadze, że rezerwy możliwe do wydobycia (Proved recoverable reserves), będące częścią rezerw udokumentowanych, są względnie dobrze rozpoznane i stanowią podstawę wyjściową aktualnie opracowywanych prognoz zaopatrzenia świata i poszczególnych krajów w energię. Należy również mieć na uwadze, że rozpoznanie geologiczne zasobów i rezerw kopalnych surowców energetycznych nie jest pełne. Pozwala to przypuszczać, że dalsze badania, zwłaszcza zasobów leżących w trudno dostępnych częściach globu ziemskiego, pozwolą na odkrycia dodatkowych - dotychczas nieznanymi - złóż surowców energetycznych.

W przedstawionym na 20. Kongresie Energetycznym przeglądzie zaprezentowano następujący podział zasobów i rezerw surowców energetycznych.

1. Zasoby i rezerwy nieodnawialne (Finite resources)

- węgiel kamienny i brunatny
- ropa naftowa
- łupki bitumiczne
- naturalne bituminy (smoły i piaski bitumiczne)
- gaz ziemny
- uran

2. Rezerwy pośrednie (Intermediate resources)

- torf
- energia geotermalna

3. Źródła odnawialne (Perpetual resources)
 - energia wodna
 - bioenergia
 - energia słoneczna
 - energia wiatru
4. Inne źródła odnawialne (Other perpetual resources)
 - energia przyływów i odpływów
 - energia fal morskich
 - ciepło oceanów

Rezerwy nieodnawialne - kopalne surowce energetyczne

Rezerwy nieodnawialnych surowców energetycznych przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Światowe rezerwy nieodnawialnych surowców energetycznych - stan na koniec 2005 r. [1]

Wyszczególnienie	Rezerwy (R)	Produkcja w 2005 (P)	Wskaźnik R:P, lata
Węgiel kamienny, mld t	697,7	5,03	139
w tym:			
- bitumiczny	430,9	•	•
- subbitumiczny	266,8	•	•
Węgiel brunatny, mld t	149,8	0,87	172
Ropa naftowa, mld baryłek	1215 ¹⁾	29,6	41
Olej w łupkach bitumicznych, mld baryłek	2826 ¹⁾	0,005	•
Naturalne bituminy, mld baryłek	306 ¹⁾	0,60	510
Gaz ziemny, bil m ³	176	2,8	63

¹⁾1 toe to ok. 7,3 baryłki

Węgiel kamienny

Największe rezerwy tego węgla posiadają: USA, Federacja Rosyjska, Chiny, Indie, Afryka Płd., Australia, Ukraina, Kazachstan i Polska. Znaczne rezerwy węgla kamiennego posiadają również Niemcy, jednak z uwagi na trudności i wysokie koszty jego wydobycia rezerwy te uznano jako nieodpowiadające kryteriom rezerw. Prezentowane w przeglądzie dane dotyczące światowych zasobów węgla są niekompletne, pozwalają jednak na stwierdzenie, że zasoby te są co najmniej 4-krotnie większe od rezerw tego węgla.

Węgiel brunatny

Największe rezerwy węgla brunatnego posiadają: Australia, USA, Chiny, Serbia i Niemcy. Natomiast światowe zasoby tego węgla są - podobnie jak węgla kamiennego - znacznie większe. Znajdują się one w wielu krajach, zwłaszcza w USA, Republice Rosyjskiej, Pakistanie, Indiach, Niemczech i w Polsce.

Ropa naftowa

Około 2/3 rezerw ropy naftowej posiadają: kraje Bliskiego Wschodu, Arabia Saudyjska, Iran, Irak, Kuwejt i Zjednoczone Emiraty Arabskie. Znaczące rezerwy tej ropy posiadają: Nigeria, Wenezuela, Federacja Rosyjska, Meksyk, Kazachstan, Libia, USA i Kanada. Światowe zasoby ropy naftowej są znacznie większe od rezerw, świadczą o tym odkrycia nowych złóż, lecz w przeglądzie brak danych dotyczących globalnych zasobów tej ropy.

Łupki bitumiczne i naturalne bituminy

Światowe zasoby łupków bitumicznych i naturalnych bituminów są bardzo duże. Rezerwy oleju zawarte w tych bituminach są ponad 2-krotnie większe niż rezerwy ropy naftowej. Dotychczas pozyskiwanie oleju z bituminów było bardziej kosztowne niż z ropy naftowej. Natomiast obecnie, przy wysokiej cenie ropy, eksploatacja złóż bituminów staje się opłacalna. Zatem rezerwy łupków i piasków bitumicznych to ogromne źródło pozyskania w przyszłości paliw ciekłych. Największe rezerwy łupków bitumicznych znajdują się: w USA i w Federacji Rosyjskiej. Natomiast największe rezerwy naturalnych bituminów, zwłaszcza piasków bitumicznych, posiada Kanada.

Gaz ziemny

Największe rezerwy gazu ziemnego znajdują się w Federacji Rosyjskiej, stanowią one ok. 1/3 światowych rezerw tego paliwa. 17% tych rezerw posiada Iran. Pozostałe 50% to głównie rezerwy gazu w krajach Półwyspu Arabskiego, USA, Algierii, Wenezueli, Nigerii, Iraku, a w Europie w Norwegii i Holandii.

Dodać należy, że w wielu krajach oprócz rezerw występują duże zasoby gazu ziemnego w kategorii Resources, zwłaszcza w Federacji Rosyjskiej, Iranie, Kanadzie, Wenezueli, Meksyku, Indonezji, Brazylii, Holandii i Norwegii. Z wstępnych ocen wynika, że zasoby tego gazu są ok. 3-krotnie większe niż jego rezerwy.

Uran

Rezerwy i zasoby uranu są znaczne. Są one klasyfikowane wg kosztu pozyskania uranu. Ich wielkość obrazuje tabela 2.

Tabela 2

Rezerwy i zasoby uranu w 2005 r. (tys.t.U) [1]

Koszt uranu, USD kg U	Rezerwy udokumentowane	Rezerwy szacunkowe	Zasoby prognostyczne ¹⁾
<80	2643	1161	1700
80-130	654	285	819
Koszt nieokreślony	-	-	7536
Razem	3297	1446	10055

¹⁾ oszacowane na podstawie ekstrapolacji geologicznych

Szacuje się, że zasoby perspektywiczne są ok. trzykrotnie większe od rezerw udokumentowanych. Największe rezerwy i zasoby uranu posiadają: Australia, Kanada, USA,

Południowa Afryka, Namibia, Brazylia, Federacja Rosyjska, Kazachstan, Ukraina, Rep. Czech, Wenezuela.

Rezerwy odnawialnych źródeł energii

Energia wody

Światowe zasoby energii wody określane są ilością energii, jaka możliwa jest do pozyskania z cieków wodnych w ciągu roku. Światowe zasoby energii wody oceniane są w wysokości: zasoby teoretyczne - 41 202 TWh; zasoby technicznie możliwe - 16 494 TWh.

Osiągnięta produkcja energii elektrycznej w 2005 r. wyniosła 2837 TWh, co wskazuje, że zasoby technicznie możliwe były wykorzystane w 17,2%. W światowym zużyciu energii pierwotnej energia wody stanowiła ok. 5%, a w produkcji energii elektrycznej ok. 18%. Największe zasoby energii wodnej posiadają: Chiny, Federacja Rosyjska, Brazylia, Kanada, Kongo, Indie, USA, Indonezja. Natomiast stosunkowo wysokie procentowo wykorzystanie zasobów technicznie możliwych osiągnęły głównie kraje Europy Zachodniej i Ameryki Północnej. W pozostałych krajach, zwłaszcza Azji, Afryki i Ameryki Południowej zasoby energii wodnej są dotychczas wykorzystywane w niewielkim stopniu. Największą produkcję energii elektrycznej z cieków wodnych osiągnęły: Brazylia, Kanada, Chiny, Republika Rosyjska i USA.

Biomasa

Głównymi składnikami biomasy są drewno i jego odpady, odpady rolnicze i zwierzęce oraz energetyczne odpady komunalne. Teoretyczny potencjał energetyczny biomasy szacowany jest na ok. 2900 EJ/rok (69 mld toe) [2], z tego ocenia się, że ze względów ekonomicznych tylko ok. 270 EJ (6,4 mld toe) może być wykorzystywana dla celów energetycznych. Obecnie zużycie biomasy wynosi ok. 48 EJ (1,2 mld toe). Najważniejszym składnikiem biomasy używanej dla celów energetycznych jest drewno, którego zużycie w 2005 r. wynosiło ok. 22 EJ, stanowiąc ok. 46% ogólnego zużycia biomasy. Drewno i jego odpady są wykorzystywane głównie przez ludność krajów gospodarczo nierozwiniętych, stanowiąc w niektórych krajach, zwłaszcza Afryki i Południowej Azji, podstawowe źródło energii. Pozostałe elementy biomasy to odpady rolnicze (stoma, trzcina cukrowa, łodygi różnych roślin), odpady przemysłowe oraz odpady komunalne. Przewiduje się, że w najbliższych dekadach wystąpi znaczny wzrost zużycia biomasy jako źródła energii przetwarzanej, m.in. na węgiel drzewny, biogaz, alkohol itp.

Energia wiatru

Ocenia się, że teoretyczny potencjał energii wiatru na globie ziemskim jest ogromny - szacowany na ok. 480 000 TWh/rok [3]. Dotychczasowe wykorzystanie do produkcji energii elektrycznej jest niewielkie, chociaż w ostatnich latach gwałtownie wzrastało. W 2006 r. moc siłowni wiatrowych osiągnęła 72 GW, a roczna produkcja 160 TWh. Stanowiło to ok. 0,9% światowej produkcji energii elektrycznej. Najbardziej rozwiniętą energetyką wiatrową mają: Niemcy (18,4 GW), Hiszpania (10,0 GW), USA (9,2), Indie (4,4 GW), Dania (3,1 GW), Włochy (1,6 GW), Holandia (1,2 GW), Portugalia (1,1 GW) (dane za 2005 r.).

Energia geotermalna

Teoretyczny potencjał energii geotermalnej jest ogromny. Jednak dotychczasowe wykorzystanie do produkcji energii elektrycznej jest bardzo małe. W 2005 r. światowa moc zainstalowana elektrowni geotermalnych wynosiła 16 GW, a produkcja energii elektrycznej 65 TWh. Największą produkcję energii elektrycznej z elektrowni geotermalnych uzyskały: USA (17,9 TWh), Filipiny (9,3 TWh), Meksyk (6,2 TWh), Włochy (5,3 TWh) i Japonia (3,5 TWh). Oprócz produkcji energii elektrycznej energia wód geotermalnych jest wykorzystywana do ogrzewania i klimatyzacji pomieszczeń.

Energia słońca

Słońce jest największym i stałym źródłem energii dla globu ziemskiego. Ciepło słońca docierające do ziemi jest ponad 7,5 tys. razy większe od całego światowego zużycia energii pierwotnej. Do produkcji energii elektrycznej jest w coraz większym stopniu wykorzystywana w kolektorach fotowoltaicznych oraz w kolektorach słonecznych. Jednak dotychczas uzyskiwana energia elektryczna z tych kolektorów jest znikoma.

Pozostałe źródła

Są to energia fal, energia pływów morskich oraz energia cieplna oceanów. Potencjał energetyczny tych źródeł jest ogromny, lecz jego wykorzystanie znikome. Praktyczne wykorzystanie energetyczne energii fal ma miejsce w elektrowni La Rance 340 MW we Francji. Główną barierą rozwoju takich elektrowni są bardzo wysokie m.in. koszty kapitałowe. Barierą wykorzystywania dla celów energetycznych energii pływów morskich oraz energii cieplnej oceanów również są koszty. Stąd te źródła energii są praktycznie wykorzystywane w mało znaczącym zakresie.

Z dokonanego przeglądu światowych rezerw energetycznych paliw kopalnych, jak również istnienia dużych zasobów nieudokumentowanych i perspektywicznych wynika, że w bieżącym stuleciu światu nie grozi niedobór tych paliw. Jednak podstawowym warunkiem dostępności do tych paliw będzie konieczność podejmowania ogromnych i bardzo kapitałochłonnych przedsięwzięć inwestycyjnych i eksploatacyjnych. Dodatkowym warunkiem będzie konieczność szerokiej współpracy międzynarodowej i zapobieganie konfliktom i różnym zawirowaniom politycznym. Z przeglądu tego wynika również, że świat posiada znaczne zasoby odnawialnych źródeł energii stanowiących ogromną rezerwę energii i których wykorzystywanie w przyszłości będzie kluczowym elementem pokrywania wzrastających potrzeb energetycznych.

LITERATURA

[1] 2007 Survey of Energy Resources. WEC 2007

[2] World Energy Resources Map. Petroleum Economist Geographic, WEC and Fostis, London, June 2001

[3] World Energy Assesment - Energy and the challenge of sustainability, UNPD, UN, WEC, New York 2000