

## ŹRÓDŁA ENERGII PIERWOTNEJ – DYWERSYFIKACJA W WARUNKACH POLSKICH

### → AKTUALNA SYTUACJA ENERGETYCZNA ŚWIATA

Przez tysiące lat ludzkość rozwijała się względnie powoli, zaspokajając aż do XVII wieku niewielkie potrzeby energetyczne głównie poprzez spalanie biomasy. Później lawinowemu wzrostowi liczebności populacji ludzkiej towarzyszyło wejście do eksploatacji na nieznaną dotychczas skalę paliw kopalnych (kolejno: węgla, ropy, gazu i uranu), zwanych dalej **geopaliwami**. Są to **nieodnawialne** źródła energii pierwotnej o bardzo wysokiej koncentracji. Konsekwencją nieodnawialności jest ich skończona **wystarczalność**<sup>1</sup>. Obecną cywilizację techniczną, powoli dryfującą wskutek procesów globalizacyjnych i rewolucji informacyjnej ku globalnej technokracji, rozwijamy od ponad 320 lat, wykorzystując coraz intensywniej skończone zasoby geopaliw.

**Na przełomie stuleci, w roku 2000**, 86,2% energii pierwotnej zużywanej przez ludzkość pochodziło ze źródeł **nieodnawialnych**, a pozostała część ze źródeł **odnawialnych** (biomasa – 11%, w tym biogaz; woda – 2,3%; inne razem – 0,5%). Roczne zużycie energii pierwotnej wyniosło wówczas ok. **420 EJ**, roczny wzrost potrzeb ok. **2%**<sup>2</sup>, a łączna moc generowana przez cywilizację ok. **13 TW**<sup>3</sup>.

Horyzont czasowy prognoz energetycznych, dokonywanych przez międzynarodowe instytucje, to przeważnie rok 2030. Jest to okres zbyt krótki dla prognoz strategicznych o charakterze globalnym. Rozwiązania podejmowane dla zaspokojenia potrzeb energetycznych w tak krótkim okresie i nieprzewidujące dalszych działań, nie są racjonalne dla bezpieczeństwa energetycznego świata. Zazwyczaj odrębnie i regionalnie są analizowane problemy wystarczalności poszczególnych źródeł i nośników energii pierwotnej, a lokalne ich niedostatki uważa się za możliwe do uzupełniania z nieokreślonych zasobów zewnętrznych.

Glob ziemski jest układem zamkniętym o skończonych rozmiarach. Ma dwa wielkie źródła energii: zewnętrzne – słońce i wewnętrzne – jądro ziemi. Ma skończone zasoby nieodnawialnych geopaliw. Nasza cywilizacja nie ma skutecznych technologii potrzebnych do wykorzystania wielkich źródeł energii. Ma skuteczne technologie energetyczne potrzebne do wykorzystania geopaliw. Eksploatacja geopaliw wyczerpuje ich rezerwy, proporcjonalne do szybkości zużywania.

Problem wystarczalności geopaliw najwcześniej dostrzeżono w USA (1956 – teoria Hubberta – model **peak oil**<sup>4</sup>) w odniesieniu do ropy naftowej. Dotyczy on w takim samym stopniu wszystkich zasobów nieodnawialnych na ziemi, tzn. w stosunku do geopaliw można stosować, odpowiednio, analogiczne modele **peak gas**, **peak coal** oraz **peak uranium**.

Oszacowania końcowe podano przy możliwie realnych założeniach, tj. dla zasobów (rezerw) poszczególnych geopaliw udokumentowanych z prawdopodobieństwem >95% oraz średniorocznemu przyrostowi produkcji z minionych 20 – 30 lat (rzędu: 2%/r dla ropy; 2,1÷2,4%/r dla gazu; 3,5÷5,6%/r dla węgla; częściowo brak danych dla uranu).

Prognozy są utrudnione wskutek możliwości zawyżania zasobów geopaliw przez ich producentów. Wśród wykorzystywanych danych źródłowych, zarówno pochodzenia krajowego jak i zagranicznego, występują dość znaczne rozbieżności, wskazujące na istotny brak precyzji w tworzeniu, przetwarzaniu, aktualizacji i przekazywaniu informacji przez odpowiedzialne za to instytucje.

<sup>1</sup> Wystarczalność danych zasobów jest zazwyczaj określana w latach, jako iloraz r/p lub R/P (rezerw do produkcji rocznej), przy pomijaniu wpływu średniorocznego wzrostu produkcji – co znacznie zawyża wyniki (błąd metody); alternatywnym wskaźnikiem jest R/Z (rezerw do rocznego zużycia), z błędem jw.

<sup>2</sup> Globalny wzrost średniorocznego zapotrzebowania energii pierwotnej, prognozowany wg średniej 30-letniej 1970 ÷ 2000.

<sup>3</sup> 1 EJ (eksadżul) = 10<sup>18</sup> J (trylion J); 1 TW (terawat) = 10<sup>12</sup> W (bilion W); 1 Mb (megabaryłka) = 10<sup>6</sup> (milion b.); 1 Mt (megatona) jw. 1 Mtoe = 1 megatona ekwiwalentu ropy; 1Gb (gigabaryłka) = 10<sup>9</sup> (miliard b.).

<sup>4</sup> Peak oil (szczyt wydobywania ropy naftowej) – moment zużycia ok. 50% zasobów ropy w danym złożu, kiedy wydobywanie osiąga maksimum i rozpoczyna się jego nieodwracalny spadek. Suma cząstkowych krzywych Hubberta określonych dla poszczególnych złóż ropy tworzy krzywą globalną. Analogiczne definicje dotyczą każdego z zasobów nieodnawialnych.

**ROPA ► W roku 2014** <sup>5</sup> świat zużywał dziennie ponad 12,1 Mt ropy naftowej, a udokumentowane rezerwy ropy wynosiły bez mała 240 Gt. Wystarczalność ropy R/P oszacowano na 52,5 roku. Efekt *peak oil* jest prognozowany w latach 2025 – 2035. Od 1962 roku nowe odkrycia złóż ropy nie nadążają za wzrostem produkcji, tj. światowe zasoby coraz szybciej maleją, deficyt wzrasta.

**GAZ ►** W tymże roku 2014 świat zużywał bez mała 3461 Tm<sup>3</sup> gazu, a udokumentowane rezerwy gazu wynosiły ponad 187 Em<sup>3</sup>. Wystarczalność gazu R/P oszacowano na 54,1 roku. Efekt *peak gas* jest prognozowany z ok. 10 – letnim opóźnieniem w stosunku do *peak oil*, tj. w latach 2035 – 2045.

**WĘGIEL ►** Rezerwy węgla w 2014 r. oszacowano na 891531 Mt, produkcję roczną na 3933,5 Mtoe, a jego wystarczalność R/P na 110 lat. Efekt *peak coal* jest prognozowany w latach 2020 – 2030. Wartość energetyczna szczytowej produkcji węgla jest szacowana na ok. 160 EJ rocznie.

**URAN ►** Dane dotyczące uranu są trudne do oszacowania i uzależnione od wielu czynników. Do 1990 r. miało miejsce wydobycie uranu znacznie przekraczające potrzeby energetyki jądrowej. Obecnie jest odwrotnie, tzn. zapotrzebowanie reaktorów energetycznych na uran nie jest pokrywane w pełni przez uran ze źródeł pierwotnych (naturalnych). Nadwyżki wojskowe służące uprzednio wyścigowi zbrojeń atomowych są obecnie wtórnym źródłem materiałów jądrowych. Innym źródłem wtórnym są wcześniej tworzone składowiska uranu zubożonego w wyniku procesów wzbogacania izotopowego, w których pozostało na tyle dużo U-235, że ponowne jego wzbogacenie w nowoczesnych instalacjach może być opłacalne. Nie wiadomo ile uranu jest w zapasach wojskowych lub cywilnych, bo w wielu krajach dane o zapasach należących do producentów, konsumentów lub rządów są poufne. i brak odpowiednich informacji. Niektóre kraje w ogóle nie udostępniały informacji o ilościach uranu zawartych we wszystkich rodzajach zasobów konwencjonalnych i niekonwencjonalnych, albo dane nie były dotychczas podawane w sposób systematyczny. Informacje są bardzo rozbieżne.

Uran na świecie występuje powszechnie i jest go dużo, ale jest bardzo rozproszony. Do rzadkości należą złoża o koncentracji większej od 500 g czystego uranu na tonę skały (tj. > 500 ppm <sup>6</sup>). W uranonośnych złożach skalnych różnych typów koncentracja uranu jest rzędu od 200 000 ppm (tj. 200 kg/t) w złożach bardzo bogatych, do 100 ppm (tj. 0,1 kg/t) w złożach bardzo ubogich. Eksploatowane są obecnie złoża powyżej ok. 200 ppm. Postęp techniczny powinien pozwolić na obniżenie tej wartości do bariery mineralogicznej <sup>7</sup>, determinującej technologię i koszty ekstrakcji uranu ze skały. Poniżej tej bariery konieczne nakłady materiałowe i energetyczne wzrosną ok. 10÷100 razy.

Średnia koncentracja uranu w skorupie ziemskiej jest oceniana na 2,8 ppm (ok. 0,003 kg/t), w wodach oceanicznych poniżej 0,0003 ppm (ok. 0,000003 kg/t), natomiast toru w skorupie ziemskiej na 7,2 ppm. W 2011 r. światowe rezerwy uranu (udokumentowane) oraz jego zasoby (nieudokumentowane) (przy cenach do 260 USD/kg U) oceniano odpowiednio na ok. 7 Mt oraz ponad 10 Mt, a przy hipotetycznym dojściu do bariery mineralogicznej (przy wyższych cenach) na ok. 110 Mt.

Dla dotychczas stosowanych reaktorów jądrowych wykorzystujących energię rozszczepienia atomów <sup>235</sup>U w cyklu paliwowym otwartym CPO, umożliwiającym wykorzystanie bardzo małej części energii paliwa jądrowego (ok. 0,7 ÷ 2%), wystarczalności zasobów uranu w powyższych przypadkach są szacowane w granicach 80 ÷ 300 lat. Rezultatem zwiększania obecnej mocy elektrowni jądrowych musi być proporcjonalne zmniejszanie okresu wystarczalności uranu. Obecnie najskuteczniejszą metodą jego zwiększenia wydaje się rozwój i upowszechnienie technologii prędkich reaktorów powielających o cyklu paliwowym zamkniętym CPZ z wielokrotnym recyklingiem paliwa, umożliwiającym wykorzystanie realnie w ok. 60 ÷ 70% energii światowych zasobów uranu oraz toru. Obecny stan wiedzy jeszcze nie gwarantuje właściwego zaprojektowanie reaktora o cyklu U – Th.

<sup>5</sup> Dane wg BP Statistical Review of World Energy, June 2015.

<sup>6</sup> ppm (*parts per million*) – jednostka stężenia roztworu, tj. liczba cząsteczek związku chemicznego przypadająca na 1 milion cząsteczek roztworu; 1 ppm = 10<sup>-6</sup> → 10<sup>-4</sup>% → wagowo 1g/t (np. 1g uranu na tonę rudy uranowej)

<sup>7</sup> Bariera mineralogiczna – graniczna koncentracja uranu (ok. 100 ppm – 0,01%) determinująca strukturę złoża. Powyżej tej bariery uran występuje w postaci ziarnistej, poniżej jest rozproszony w całej masie skały, zazwyczaj twardej.

Zasoby toru są oceniane na 4,5 Mt, ale są zaniżone, bo brak danych z wielu krajów. Toru jest dostatecznie dużo. Jego wykorzystanie zależy jednak od wystarczalności uranu. Bez uranu nie ma cyklu U – Th. Tyle toru da się wykorzystać, na ile pozwolą wyczerpujące się zasoby uranu. W praktyce dla oszacowania orientacyjnej wystarczalności łącznych zasobów U oraz Th można przyjąć podwojenie zasobów uranu. Ta technologia umożliwi ok. stukrotne zwiększenie wystarczalności zasobów uranu, ale obecnie jest w stadium eksperymentalnym i nie wykorzystuje się toru w reaktorach energetycznych.

**HYDRATY METANU** ► Niebawem hydraty metanu mogą stać się nowym źródłem energii pierwotnej, alternatywnym do ww. geopaliw. Jest to dotychczas nieeksploatowane, ogromne i wydajne źródło metanu (1 m<sup>3</sup> hydratu zawiera ok. 165 Nm<sup>3</sup> metanu). Światowe zasoby, zlokalizowane głównie na oceanicznych szelfach kontynentalnych (nieliczne na lądzie), oceniano w końcu XX w. na ponad 18000 Gtoe (tj. prawie dwa razy tyle, co pozostałych geopaliw łącznie, co później korygowano). Nie są zbadane i oszacowane zasoby antarktyczne. Hydraty metanu zawierają ponad 53% węgla organicznego na ziemi. Prowadzone są intensywne badania w tym zakresie. Wiedza o zasobach, ich dostępności eksploatacyjnej, technologii produkcji oraz transportu metanu jest jeszcze w powijakach.

O racjonalności eksploatacji poszczególnych złóż geopaliw decydują dwie bariery: ekonomiczna i energetyczna. Bariera ekonomiczną jest rentowność produkcji, determinująca wzrost ceny geopaliwa zależnie od stopnia trudności warunków jego wydobycia i przetwarzania. Do ekonomicznie opłacalnego wydobycia nadają się tzw. zasoby operacyjne, ale ich realne wyodrębnienie spośród ww. zasobów jest praktycznie niemożliwe wobec braku wielu danych i zmiennych uwarunkowań rynkowych i politycznych.

Jest to problematyka poza zakresem niniejszego raportu, którego celem jest oszacowanie **uwarunkowań materialnych** determinujących granice wystarczalności geopaliw.

**Nieprzekraczalną barierą energetyczną**, determinującą racjonalność pozyskiwania geopaliw za pomocą niezbędnych technologii ich wydobycia i przetwarzania, jest **energetyczna stopa zwrotu EROEI = Er/Ei**<sup>8</sup>. Granicą energetycznej opłacalności jest **EROEI > 1**, tj. energia zawarta w wyprodukowanym geopaliwie musi być większa od energii potrzebnej do jego wyprodukowania.

**Poniżej tej wartości cena jest bez znaczenia**, bo zawsze jest strata energii zamiast jej zysku.

Malenie EROEI z upływem czasu to efekt wyczerpywania się złóż łatwo dostępnych i wzrostu energii i kosztów wydobycia. Pozyskiwanie geopaliw staje się coraz droższe. Gdy stanie się ono nieopłacalne energetycznie, nasza cywilizacja straci swój ekonomiczno – energetyczny napęd i jej rozwój może się gwałtownie załamać.

Zagrożenie kryzysem energetycznym ma charakter globalny, na co składają się zróżnicowane zagrożenia lokalne rozłożone w czasie. Wyczerpywanie się jednego geopaliwa spowoduje przenoszenie ciężaru podtrzymania energetycznego cywilizacji ludzkiej kolejno na pozostałe, aż do ich wyczerpania. Najpierw należy oczekiwać nasilania się kryzysu naftowego, a kolejno gazowego, węglowego i uranowego. Obecnie nie mamy alternatywy dla naszego modelu „cywilizacji geopaliwowej”.

**Konieczne jest szybkie znalezienie nowego rozwiązanie problemu.**

Obecnie znane OZE nie są w stanie zastąpić geopaliw, zarówno ze względów techniczno – technologicznych, jak i ekonomicznych. Jednak rozwijanie tych technologii wytwarzania i przetwarzania energii elektrycznej, w połączeniu z rozwojem energooszczędnych technologii użytkowania wszystkich rodzajów energii, jest racjonalnym kierunkiem rozwojowym pozwalającym na zmniejszanie intensywności eksploatacji geopaliw, wydłużenie okresu ich wystarczalności i danie ludzkości więcej bezcennego czasu na nowe rozwiązanie problemu pułapki energetycznej, w której się znalazła.

**Dla kompleksowej oceny zagrożenia globalnym kryzysem energetycznym niezbędne jest łączne oszacowanie wystarczalności wszystkich geopaliw.**

---

<sup>8</sup> EROEI = Er / Ei – Energy Returned On Energy Invested - energia zwrócona Er do zainwestowanej Ei.

Wielowariantowe symulacje tego problemu umożliwiły określenie granic okresu wystarczalności geopaliw, liczonego od bazowego roku 2000, za pomocą metod uwzględniających średnioroczną stopę procentową wzrostu zużycia energii pierwotnej (jako % składany albo % liniowy), a porównawczo R/P. Uwzględniono trzy kategorie zasobów: rezerwy, zasoby niekonwencjonalne oraz domniemane (wg USGS odpowiednio: *reserves*, *resources*, *prognostic resources*). Wg jednakowej procedury oszacowano trzy warianty **łącznej wystarczalności energii pierwotnej**  $E_p$ :  $E_{p1}$  – dla zasobów uranu w przypadku CPO, gazu, ropy i węgla (kamiennego z brunatnym);  $E_{p2}$  – jak  $E_{p1}$  oraz hydratów metanu;  $E_{p3}$  – jak  $E_{p2}$ , ale dla zasobów uranu + toru w przypadku CPZ w reaktorach powielających. Spośród uzyskanych wyników, kierując się zasadą przezorności, należy przyjmować wartości najmniejsze, uzyskane dla rocznej stopy wzrostu energii wg danych z minionego 30 – lecia, jako % składanego.

Wówczas wystarczalność łączna:  $E_{p1} - 76 \div 155$  lat,  $E_{p2} - 139 \div 205$  lat,  $E_{p3} - 176 \div 362$  lata.

Wobec rozbieżności danych do obliczeń należy podkreślić, że powyższe warianty są zgrubnym oszacowaniem, dokładność roczna granic wynika tylko ze sposobu obliczeń, brak danych do określenia strefy ich rozrzutu. Metodę obliczeń podano w [2.2] i ZG[2/1].

Dolne granice przedziałów wystarczalności dotyczą udokumentowanych rezerw istniejących z wysokim prawdopodobieństwem  $p \geq 95\%$ , górne zasobów całkowitych, w tym domniemanych, tj. istniejących z małym prawdopodobieństwem  $p \leq 5\%$ , **w znacznym stopniu hipotetycznych**.

**OZE ► Odnawialne źródła energii** zaspokajają niespełna 9% globalnego zapotrzebowania na energię, z czego prawie 7% to hydroenergetyka. Niepełne, a niekiedy rozbieżne, są dane dotyczące roli biomasy w globalnej gospodarce energetycznej. Problem wystarczalności nie dotyczy OZE.

## ➔ AKTUALNA SYTUACJA ENERGETYCZNA POLSKI

Polska jest krajem bardzo ubogim pod względem surowców energetycznych. Nie ma zasobów geopaliw wystarczających dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego. Ropa i gaz z łupków, w sensie strategicznym, niewiele poprawią sytuację. W nieco mniejszym stopniu dotyczy to węgla. W sytuacji Polski prognozowanie lokalnych efektów peak oil, gas, coal i uranium jest bezcelowe.

**W roku 2014** zużycie energii pierwotnej w Polsce (wg BPSR → przypis <sup>5</sup>) wyniosło 95,7 Mtoe (co stanowi 0,7% zużycia światowego), w tym 95,4% pochodziło ze źródeł **nieodnawialnych**, a ok. 4,6% ze źródeł **odnawialnych**. Struktura zużycia wg źródeł energii: węgiel → 52,9 Mtoe (55,2%); ropa naftowa → 23,8 Mtoe (24,9%); gaz → 14,7 Mtoe (15,3%); woda → 0,5 Mtoe (0,5%); inne źródła odnawialne razem → 3,9 Mtoe (4,1%, w tym biomasa 0,7 Mtoe – 0,7%).

**ROPA ►** Łączne udokumentowane rezerwy ropy w 2014 r. w Polsce (wg BPSR → przypis <sup>5</sup>) są zbyt małe, by pokazywały je statystyki światowe (ok. 0,01%). Produkcja i wystarczalność ropy również są pomijane. Roczne zużycie ropy oszacowano na 23,8 Mt (co stanowi 0,6% zużycia światowego).

Wg oszacowań polskich (z uwzględnieniem ropy niekonwencjonalnej) łączne zasoby wydobywalne ropy naftowej z formacji łupkowych w Polsce są oceniane na 215 ÷ 268 Mt. Mogą być 8,5 ÷ 10,5 razy większe od udokumentowanych zasobów ze złóż konwencjonalnych (ok. 26 Mt). Produkcja roczna ropy (2014) wynosi ok. 1 Mt. Roczne zużycie ropy to ok. 24 Mt. Razem z zasobami konwencjonalnymi, daje to wystarczalność R/P rzędu 250 lat. Oczywiście nierealność tej wartości wskazuje, jak wadliwa jest metoda definiowania wystarczalności jako R/P.

Bezpieczeństwo energetyczne de facto zależy od możliwości zaspokojenia potrzeb kraju z zasobów własnych, w przypadku długookresowego albo trwałego ograniczenia lub braku możliwości importu geopaliw. Lepiej te możliwości pokazuje wskaźnik wystarczalności R/Z (rezerwy do zużycia). **Wystarczalność R/Z ropy konwencjonalnej wynosi ok. 1 roku, a wszystkich wydobywalnych zasobów ropy łącznie jest zawarta w granicach 10 ÷ 12 lat.**

**GAZ** ► Łączne udokumentowane rezerwy gazu w 2014 r. w Polsce (wg BPSR → przypis <sup>5</sup>) oszacowano na 0,1 Tm<sup>3</sup> (co stanowi 0,1% rezerw światowych), produkcję roczną gazu na 4,2 Gm<sup>3</sup> (co stanowi 0,1% produkcji światowej), a jego wystarczalność R/P na 23,6 lat. Roczne zużycie gazu oszacowano na 16,3 Gm<sup>3</sup> (co stanowi 0,5% zużycia światowego).

Wg polskich danych (PIG 2014) łączne zasoby wydobywalne gazu ziemnego są zawarte w granicach (629 ÷ 1098) Gm<sup>3</sup> (mld m<sup>3</sup>), w tym gazu konwencjonalnego było ok. 130 Gm<sup>3</sup>, a gazu niekonwencjonalnego (łupkowego oraz zamkniętego) (499 ÷ 968) Gm<sup>3</sup>. Eksploatowane były złoża konwencjonalne, wydobyte wynosiło 5,3 Gm<sup>3</sup>. Odpowiada to wystarczalności zasobów konwencjonalnych R/P ok. 25 lat, a wszystkich zasobów w granicach 119 ÷ 208 lat. Roczne zużycie gazu ziemnego to ok. 16,8 Gm<sup>3</sup>. **Wystarczalność R/Z gazu konwencjonalnego wynosi ok. 8 lat, a łącznie wszystkich wydobywalnych zasobów gazu jest zawarta w granicach 38 ÷ 66 lat.**

**WĘGIEL** ► Udokumentowane rezerwy węgla (łącznie kamiennego i brunatnego) w 2014 r. w Polsce (wg BPSR → przypis <sup>5</sup>) oszacowano na 5465 Mt (co stanowi 0,6% rezerw światowych), produkcję roczną węgla na 55 Mtoe (co stanowi 1,4% produkcji światowej), a jego wystarczalność R/P na 40 lat. Roczne zużycie węgla oszacowano na 52,9 Mtoe (co stanowi 1,4% zużycia światowego). **Dla węgla wystarczalności R/P oraz R/Z są zbliżone, wydobyte pokrywa zużycie, import i eksport się kompensują.**

**URAN** ► Polskie złoża rudy uranowej nie są eksploatowane. MAEA oszacowała je w 2008 r. na ok. 100 tys. ton, w tym 7270 ton w pokładach rozpoznanych, o koncentracji uranu 250 ÷ 1100 ppm.

**HYDRATY METANU** ► Na terytorium Polski nie ma zasobów hydratów metanu. Uwarunkowania prawne eksploatacji złóż na wodach eksterytorialnych nie są odrębnie uregulowane.

**OŹE** ► **Odnawialne źródła energii** w Polsce zaspokajają 4,6% zapotrzebowania na energię (wskaźnik o połowę mniejszy od globalnego). Problem wystarczalności nie dotyczy OŹE.

## ➔ DYWERSYFIKACJA DOSTAW ROPY I GAZU DO POLSKI JAKO CZŁONKA UE

Proces wyczerpywania nieodnawialnych źródeł energii pierwotnej ulega przyspieszeniu zarówno wskutek wzrostu liczby ludności świata, jak i szybkiego wzrostu poziomu cywilizacyjnego zaniedbanych gigantów demograficznych: Chin, Indii, Dalekiego Wschodu, Ameryki Południowej, Afryki.

**Konkurencja w wyścigu do źródeł energii pierwotnej będzie gwałtownie wzrastać.** W miarę powolnego w skali życia człowieka nasilania się sytuacji kryzysowej, posiadacze strategicznych zasobów geopolitów będą coraz bardziej troszczyć się o swój byt i przetrwanie, a coraz mniej o dobre interesy ze sprzedaży zasobów dla przetrwania innych. Gdy perspektywnym celem każdego państwa będzie zapewnienie **sobie** wielopokoleniowego bezpieczeństwa energetycznego, sytuacja może stać się wysoce konfliktogenna i niebezpieczna. **Solidarność europejska w obliczu głodu energetycznego może okazać się wysoce iluzoryczna.**

W opisanych wyżej uwarunkowaniach, nasze dotychczasowe działania na rzecz dywersyfikacji źródeł zaopatrzenia Polski w ropę i gaz są krótkowzroczne. **Kto bowiem na świecie ma naprawdę ropę i gaz?** Strategiczne działania gospodarcze i kierunki polityki zagranicznej w zakresie dywersyfikacji źródeł zaopatrzenia Polski w ropę naftową i gaz muszą być zdeterminowane **realną zasobnością i dostępnością źródeł** zaopatrzenia.

**Dla potrzeb niniejszego raportu** do grupy posiadaczy **strategicznych rezerw** każdego z geopolitów, tj. ropy, gazu lub węgla, zostały zaliczone kraje mające rezerwy spełniające dwa kryteria:

- **wielkość: ponad 5% rezerw globalnych**
- **wystarczalność: ponad 20 lat.**

► Przy światowych rezerwach **ropy** 239,8 Gt (100%), do tej grupy należą: Bliski Wschód (ok. 47,7%, w tym Arabia S. 15,7%, Iran 9,3%, Irak 8,8%, Kuwejt 6%, ZEA 5,8%); Wenezuela (17,5%); Kanada (10,2%); Rosja (6,1%); 8,3% kraje b. ZSRR). *Porównawczo: UE 0,3%; w tym RP 0,001%.*

Wenezuela i Kanada mają złoża głównie ropy superciężkiej i częściowo ciężkiej

► Przy światowych rezerwach **gazu** 187,1 Em<sup>3</sup> (100%), do tej grupy należą: Bliski Wschód (ok. 42,7%, w tym Iran 18,2% oraz Katar 13,1%); Rosja (17,4%), Turkmenistan (9,3%), a łącznie 29,2% kraje byłego ZSRR; USA (5,2%). *Porównawczo: UE 0,8%; w tym RP 0,1%.*

► Przy światowych rezerwach **węgla** 891531 Mt (100%), do tej grupy należą: USA (26,6%); kraje byłego ZSRR (25,6%), w tym Rosja 17,6% i Kazachstan 3,8%); Chiny (12,8%); Australia (8,6%); Indie (6,8%). *Porównawczo → UE 6,3%, w tym Niemcy 4,5%; RP 0,6%.*

W praktyce, w **skali strategicznej**, dla UE i Polski dostępne są tylko dwa źródła ropy naftowej: pierwsze – Bliski Wschód i drugie – Rosja ze stowarzyszonym (w WNP) Kazachstanem (sześciokrotnie mniejsze), a także tylko dwa strategiczne źródła gazu: Bliski Wschód i Rosja ze stowarzyszonym (w WNP) Turkmenistanem. Dostępność ciężkiej ropy z Wenezueli to jeszcze przyszłość niejasna ekonomicznie i technicznie (technologie rafinacji), a Kanada ok. 99% swego eksportu lokuje na rynku USA. Realne możliwości strategicznych powiązań z Turkmenistanem i Kazachstanem podano niżej. **Na całej reszcie producentów ropy i gazu można budować rozwiązania doraźne, liczone w latach, a nie strategiczne, liczone w dziesięcioleciach.** W przypadku węgla jest podobnie, choć nieco lepiej.

Unia Europejska, będąca trzecim na świecie (po Chinach – 21,9% i USA – 17,7%) konsumentem energii pierwotnej (13,4%), z wielu względów funkcjonuje w stanie ciągłego zagrożenia utratą stabilności dostaw ropy i gazu ze źródeł zewnętrznych. Rosja pokrywała w roku 2014 ok. 48% zapotrzebowania UE na ropę naftową, ok. 41% proc. na gaz ziemny i ok. 28% na węgiel kamienny. Dlatego zwiększenie bezpieczeństwa i dywersyfikacja tych dostaw jest **deklaratywnie** głównym celem unijnej polityki energetycznej, która jest zarazem silnie uzależniona od unijnej polityki ochrony środowiska, w tym polityki klimatycznej. W praktyce występuje szereg niekonsekwencji i niejasności.

UE względem państw członkowskich prowadzi unikatową w skali świata politykę restrykcyjnego wymuszania (vide protokół z Kioto, zasady handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych, redukcja emisji CO<sub>2</sub>, zaporowe wymagania środowiskowe dla gazu łupkowego) działań skądinąd słuszných, ale kosztownych i nie zawsze jednoznacznie uzasadnionych. Powoduje to wzrost cen energii elektrycznej w UE<sup>9</sup>, zarazem pogarszający konkurencyjność firm europejskich na rynkach światowych<sup>10</sup> oraz stymulujący wzrost importu tańszych surowców energetycznych, czyli **wzrost uzależnienia** od zewnętrznych źródeł tych surowców. Najwięksi emitenci gazów cieplarnianych (Chiny 29% i USA 16%) tym się niezbyt przejmują, a wysiłki UE w skali globalnej są mało znaczące<sup>11</sup>. **Polityka taka jest dotkliwa i kosztowna dla Polski**, ze względu na problematykę węgla i gazu łupkowego.

Realność strategicznych źródeł zaopatrzenia Polski w ropę naftową i gaz ziemny zależy od kilku uwarunkowań politycznych, ekonomicznych i technicznych, do których należy w szczególności:

- wielkość rezerw gwarantująca wieloletnią ciągłość dostaw adekwatną do potrzeb,
- lokalizacja geograficzna umożliwiająca transfer surowca,
- infrastruktura przesyłowa i jej możliwości rozwojowe (polityczne i ekonomiczne),
- geopolityczna pozycja i ukierunkowanie dostawcy,
- stabilność polityczna i finansowa dostawcy, umożliwiająca zakup zakontraktowanych surowców,
- polityczne ryzyko wstrzymywania dostaw przez strony trzecie (kraje tranzytowe, terroryzm i in.),
- uwarunkowania rynkowe przy niestabilnej sytuacji ekonomicznej i wzroście konkurencji popytowej.

<sup>9</sup> Przykładowo wg MAE, od 2005 r., ceny te w UE wzrosły o ok. 37%, a w USA zmalały o ok. 4%.

<sup>10</sup> Wg wypowiedzi Przewodniczącego Rady Europejskiej H. Van Rompuy, po zakończeniu szczytu UE z maja 2013 r., w USA energia dla przemysłu jest cztery razy tańsza dzięki eksploatacji złóż gazu łupkowego.

<sup>11</sup> Udział UE w emisji globalnej to ok. 11%, więc obecne zmniejszenie emisji w skali UE aż o 18,5 %, to globalnie tylko 2%.

W Polsce praktycznie nie ma wspieranej przez politykę zagraniczną koncepcji strategii energetycznej, rozumianej jako dalekosiężna, perspektywiczna, spójna, pragmatyczna i ciągła polityka, określająca metody, etapy, cele i zadania oraz sposoby wykorzystania środków politycznych, ekonomicznych, naukowych i technicznych dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego. Polityka ta jest niestety koniunkturalna, zideologizowana i obciążona różnymi fobiami. Od wielu lat pojęcie bezpieczeństwa energetycznego i dywersyfikacji dostaw oparto na przyjęciu takich źródeł ropy i gazu, które nie są związane z Rosją. Rusofobia przekładająca się na politykę zagraniczną i gospodarczą, w tym energetyczną, zamyka drogi do realnych ocen sytuacji i sensownych działań w stosunku do inwestycyjnych zamierzeń i projektów rosyjskich. Głosy odmienne od głosów tzw. koncesjonowanych specjalistów nie znajdują należytego odbioru wśród decydentów politycznych, w obawie przed hałasem medialnym opozycji. Zamiast profesjonalnych negocjacji mamy a priori ignorowanie propozycji lub protesty, a w efekcie niekorzystne decyzje lub poszukiwania rozwiązań **mało realnych dla Polski**.

Wystarczy przypomnieć polskie odcinanie się od North Stream oraz tzw. „pieriemyczki”, historię Jamału II, mętną propagandę wokół budowy interkonektorów (gazociągów międzysystemowych) i in. Jako przyszłych dostawców strategicznych gazu i ropy do Polski wymienia się kraje posiadające zbyt małe rezerwy naturalne (jak np. Norwegia, UK, Algieria), politycznie nieobliczalne (jak np. Turkmenistan), niesamodzielne pod względem infrastruktury przesyłowej kontrolowanej przez kapitał rosyjski (jak np. kraje basenu Morza Kaspijskiego), czy też Kazachstan – zbyt odległy i coraz silniej zorientowany (współ z koncernami rosyjskimi) na wschód, ku Chinom (budowa wielkoprzepustowych rurociągów dla ropy i gazu, czemu towarzyszy wzrastające zainteresowanie Korei i Japonii). Zamęt propagandowy wokół Gazoportu i Naftoportu, zwłaszcza w kontekście sporów o rzekome ograniczenie podejścia do Świnoujścia przez North Stream, pomija istnienie Cieśnin Duńskich. Supertankowce lub supergazowce z pełnym ładunkiem nie wejdą na Bałtyk, bo Cieśniny Duńskie wymuszają maksymalne zanurzenie do 14,5 m. Do Polski będą przyplływać mniejsze statki, co zwiększy koszty transportu. Pomijany jest m.in. problem długiej i ryzykownej drogi morskiego transportu gazu i ropy z Zatoki Perskiej przez cieśniny Ormuz i Bab-al-Mandab, Kanał Sueski, Cieśninę Gibraltarską – do Polski. Na tej trasie jest wiele krajów niestabilnych politycznie, zagrożonych anarchizacją, związanych z terroryzmem. Ryzyko zakłócenia dostaw do Polski wzrasta wraz z niestabilnością polityczną na Bliskim Wschodzie i w Afryce Północnej, związaną m.in. z napięciem między Arabią Saudyjską a Iranem, zaangażowanych w wojny w Jemenie, Syrii i Iraku. W Polsce pomijany jest również problem praktycznego wyczerpania się zasobów Morza Północnego, wskutek czego norweskie koncerny związały się z Gazpromem w celu budowy rurociągu bałtyckiego, dla uzyskania licencji na przyszłą **wspólną eksploatację złóż arktycznych należących do Rosji**. My rozwijamy prace nad gazociągiem Baltic Pipe z Polski do Danii (<0,05% rezerw światowych gazu) dla dostępu do gazu norweskiego, który jest na wyczerpaniu (rezerwy 1% światowych). Planujemy kolejne interkonektory, w tym do Ukrainy (o przepustowości **10 Gm<sup>3</sup>/r**), wg Premiera Ukrainy jakoby nie dla rewersu gazu rosyjskiego, a dla przesyłania LNG z Gazoportu (o przepustowości **5 Gm<sup>3</sup>/r**, przy 20 – letnim kontrakcie z Katarom na **1,5 Gm<sup>3</sup>/r** i przy założeniu ew. dostaw uzupełniających wg kontraktów krótkoterminowych), albo z terminalu w Kłajpedzie (o przepustowości **1,5 Gm<sup>3</sup>/r**, kontrakt 5 - letni na 0,54 Gm<sup>3</sup>/r → rozbieżne dane). Tyle, że dotychczas nie są znane żadne litewskie plany dostaw gazu dla Ukrainy, a planowany GIPL (Gazowy Interkonektor Polska – Litwa o przepustowości 2,4 Gm<sup>3</sup>/r, wspierany przez UE jako integrujący gazowe rynki państw bałtyckich z jednolitym rynkiem UE), od 2009 r. jest nadal na etapie prac przygotowawczych, jego planowane uruchomienie to 2020 r., a Litwa widzi GIPL jako drogę importu gazu, niezależnie od Gazpromu). Takie są wybrane elementy ilustrujące działalność Polski w analizowanym zakresie spraw.

Tymczasem w 2013 r. import z Rosji pokrywał zapotrzebowanie Polski na ropę naftową w ok. 93%, a na gaz ziemny w ok. 84%. Podstawową drogą dostaw ropy pozostaje rurociąg Przyjaźń, a gazu GJE (Jamał I). Udział Rosji w polskim imporcie gazu ostatnio „zmałał” do ok. 80% wskutek uruchomienia dwóch interkonektorów z Niemcami (przez Lasowo) oraz z Czechami (przez Cieszyn). Szczyrimy się budową kolejnych. Nikt nie pyta, skąd ten gaz się bierze. Tymczasem całość lub

znacząca część dostaw gazu przez interkonektory może być **gazem dostarczanym przez Gazprom na rynki krajów europejskich**.

Tragicznym błędem politycznym w Polsce jest utożsamianie dywersyfikacji kierunków dostawy gazu i dywersyfikacji jego źródeł strategicznych. Problemem dla Polski jest, **kto zamiast nas zarabia na tranzycie**. Geograficzne i geopolityczne usytuowanie Polski czyniło z niej optymalny obszar dystrybucji rosyjskich surowców do całej UE. Zwiększało to nie tylko gwarancje strategicznego zaopatrzenia w ropę i gaz, czyli bezpieczeństwo energetyczne, ale także możliwości osiągnięcia dużych wpływów finansowych oraz innych ważnych korzyści politycznych i gospodarczych. Nasza obecna polityka wschodnia uniemożliwia wykorzystanie tych szans, skutkując cichą polityką omijania Polski dla ograniczenia jej roli tranzytowej względem UE. Perspektywicznie jest to dla Polski niekorzystne, by nie powiedzieć ogromnie niebezpieczne, zwłaszcza dla docelowej roli i pozycji Polski w UE oraz ze względu na utracone korzyści ekonomiczne. Pragmatyzmu możemy się uczyć m.in. od Norwegii, Niemiec i Rosji. Gazprom w swojej oficjalnej strategii wspiera plany stworzenia „unijnej unii energetycznej”.

Niezależnie od emocjonalnego stosunku do Rosji, **jest to i długo będzie główny producent strategiczny ropy i gazu** oraz ich dostawca do UE i Polski na sensownych warunkach ekonomicznych.

W tym kontekście polska strategia i bezpieczeństwo energetyczne stają się pojęciami iluzorycznymi, a dywersyfikacja w aktualnej, politycznie poprawnej wersji urzędowej, jest wyrazem nieliczenia się z realiami oraz bezpodstawnej wiary w obecną i przyszłą dostępność ropy, gazu ziemnego, węgla, paliw jądrowych „wobec dużych zasobów światowych”.

## ➔ BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE KRAJU

- Polska strategia i polityka energetyczna, w kontekście geograficznego i geopolitycznego usytuowania Polski w Europie, powinna stać się główną determinantą naszej polityki gospodarczej oraz zagranicznej, zwłaszcza wschodniej, w celu podtrzymania pozycji Polski w UE i Rosji jako wiarygodnego i stabilnego kraju tranzytowego, uzyskiwania korzyści ekonomicznych z tego tytułu, a nadto minimalizacji skutków polityki omijania Polski w dostawach z Rosji do innych krajów UE.
- Dla UE i Polski, w perspektywie wielopokoleniowej, dostępne są tylko dwa strategiczne źródła ropy naftowej: Bliski Wschód i Rosja, a także dwa strategiczne źródła gazu: Rosja i Bliski Wschód (a ściślej Iran i Katar). Cała znana reszta rozproszonych zasobów nie może być podstawą do długoterminowych działań strategicznych. Polska strategia energetyczna musi uwzględniać te fakty.
- Niewątpliwie zasoby ropy i gazu Środkowej i Północnej Ameryki będą czynnikiem wpływającym na światową koniunkturę i rynki tych geopaliw. Ze względów zarówno politycznych, jak i technicznych oraz ekonomicznych, traktowanie ich jako obszaru ew. importu do Polski jest obecnie mało realne.
- Należy z dużą rezerwą traktować obecne zasady kształtowania rynku energii poprzez politykę Unii Europejskiej dążącą do zmniejszenia emisji dwutlenku węgla i ograniczenia jego niekorzystnego wpływu na środowisko naturalne (w podtekście efekt cieplarniany etc.). Znane kontrowersje światowe wokół tej sprawy, niekiedy nabierające posmaku wręcz aferalnego, mogą mieć trudny do przewidzenia efekt końcowy i zmienić politykę UE w zakresie CO<sub>2</sub>, co nie umniejsza roli odnawialnych źródeł energii. Kierując się zasadą przezorności, należy jednak prowadzić badania i próby nad rozsądnymi metodami zmniejszania emisji CO<sub>2</sub> oraz niwelowania jej skutków, w oczekiwaniu na ostateczne rozstrzygnięcie sprzeczności wokół efektu cieplarnianego i wpływu nań emisji dwutlenku węgla w skali globalnej.
- Wysoce krytycznie należy analizować metodę sekwestracji dwutlenku węgla i jego składowania w strukturach geologicznych (CCS) ze względu na kontrowersje i zagrożenia, które rodzą się przy jej wykorzystaniu. Nie rozeznano dostatecznie wpływu tej metody oraz proponowanych lokalizacji magazynów CO<sub>2</sub> na ograniczanie potencjalnych możliwości wykorzystania energii geotermalnej lub gazu łupkowego. Sprawa potencjalnych kolizji w tym zakresie powinna stać się przedmiotem



specjalistycznych analiz naukowych, technicznych i ekonomicznych w skali kraju, podobnie jak pomijany dotychczas problem globalnych konsekwencji wycofywania na wielką skalę węgla i tlenu z obiegu naturalnego, o nieznanym skutkach dla całej biosfery.

- Dla osiągnięcia po 2020 roku pożądanej dywersyfikacji struktury paliwowej krajowej elektroenergetyki niezbędne staje się włączenie do krajowego systemu elektroenergetycznego pierwszej elektrowni jądrowej i uzyskanie produkcji ok. 5,5÷8 TWh. Wzrastający w następnych latach udział energii jądrowej przyczyni się do dalszego ograniczenia emisji CO<sub>2</sub>, a także powinien być stabilizatorem cen energii elektrycznej.
- Możliwości zwiększenia udziału gazu konwencjonalnego w krajowej produkcji energii elektrycznej zależą od możliwości jego dostaw i opłacalności ekonomicznej przedsięwzięcia. Jeżeli polski gaz łupkowy okaże się w przyszłości dobrem realnie istniejącym i możliwym do eksploatacji przy EROEI >> 1 (przyp. 8), po ocenie jego wystarczalności może zmienić się sytuacja energetyczna Polski. Będzie wówczas uzasadnione nowe podejście do dywersyfikacji struktury paliwowej elektroenergetyki krajowej. Obecnie nie ma rzeczowych podstaw do entuzjazmu.
- W przypadku sukcesu gazu łupkowego program dywersyfikacji struktury paliwowej elektroenergetyki powinien obejmować zarówno bloki gazowe do pracy szczytowej, jak i wysokosprawne kombinowane bloki gazowo – parowe do pracy podstawowej. Mogą one – poza nowymi lokalizacjami (np. w północnej części kraju, dla poprawy terytorialnej topologii źródeł energii) – zastępować także wyeksploatowane bloki węglowe w istniejących elektrowniach, przyczyniając się tym samym do ograniczenia emisji CO<sub>2</sub>.
- W obecnej sytuacji w Polsce jest konieczne z jednej strony wprowadzenie EJ jako niezawodnego i relatywnie taniego źródła energii, zwłaszcza elektrycznej, z drugiej strony rozwijanie odnawialnych technologii wytwarzania i przetwarzania energii, w synergicznym połączeniu z rozwojem energooszczędnych technologii użytkowania wszystkich rodzajów energii. Umożliwi to zmniejszanie intensywności eksploatacji dotychczasowych źródeł energii pierwotnej i wydłużenie okresu ich wystarczalności.
- Niezbędne jest utrzymanie i dalszy rozwój systemu wsparcia dla technologii wysokosprawnej kogeneracji energii elektrycznej i ciepłej na poziomie zapewniającym opłacalność inwestowania w nowe moce, z uwzględnieniem kogeneracji ze źródeł poniżej 1 MW; wymaga to stworzenia nowych możliwości dla odpowiedniej polityki gmin oraz zapewnienia przewidywalności tego systemu wsparcia w perspektywie kolejnych 10 – leci.
- Istnieje potrzeba systemowego wsparcia dla równoważenia dotychczasowych dysproporcji między działaniami na rzecz wytwarzania oraz użytkowania energii elektrycznej. Ukierunkowanie badań w dziedzinie elektryki na tworzenie i wdrażanie nowych, energooszczędnych technologii zasobnikowych użytkowania energii elektrycznej, przy wykorzystaniu środków pomocowych UE dla finansowania programów badawczo – wdrożeniowych oraz upowszechniania wyników u odbiorców, może mieć wielkie znaczenie dla przyspieszenia rozwoju gospodarki i społeczeństwa.

\* \* \* \* \*