

ENERGIA ELEKTRYCZNA DLA POKOLEŃ

Raport II Kongresu Elektryki Polskiej

Organizowane przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich Kongresy Elektryki Polskiej to wydarzenia ostatnich lat, inspirowane zbliżającym się jubileuszem 100-lecia SEP (1919–2019).

I Kongres Elektryki Polskiej odbył się na Politechnice Warszawskiej w dniach 2–4 września 2009 r. pod hasłem *Elektryka polska – tradycja, teraźniejszość i przyszłość*. Kongres przygotowywali merytorycznie i uczestniczyli w nim energetycy, elektrycy, elektronicy, informatycy, automatycy i robotycy, specjaliści telekomunikacji, transportu elektrycznego i innych dziedzin związanych z elektryką. Podczas ponad 30 sesji tematycznych dyskutowano o historii i stanie aktualnym, ale przede wszystkim o przyszłości polskiej elektryki.

Eksponowano następujące sprawy: udział SEP w budowie społeczeństwa informacyjnego, postulat powołania Centrum Strategicznego Energetyki, edukacja na poziomie technika i dokształcanie inżynierów elektryków. Wśród kwestii stricte technicznych wiele uwagi poświęcono programowaniu rozwoju krajowego systemu elektroenergetycznego, zarówno pod względem mocy wytwórczych, jak i zdolności przesyłowych, w tym – przyszłości energetyki jądrowej w naszym kraju. Od tego ostatniego tematu wielu naiwnie usiłuje uciec, ale on stale ich dogania i wprawia w zakłopotanie.

II Kongres Elektryki Polskiej odbył się również w Warszawie, a jego hasło przewodnie brzmiało: *Elektryka i cyfryzacja. Polska wobec wyzwań XXI wieku*. Sesja inauguracyjna odbyła się w dniach 1 i 2 grudnia 2014 r., a debata podsumowująca – 11 kwietnia 2016 r. Podczas niemal półtora roku przerwy między obiema sesjami trwało opracowanie wniosków z Kongresu, a w szczególności – intensywna praca nad przygotowaniem Raportu *Energia elektryczna dla pokoleń*, zawierającego diagnozę obecnego stanu elektroenergetyki polskiej i wskazanie strategicznych kierunków jej rozwoju. Przy udziale wielu specjalistów raport przygotował powołany w tym celu Komitet, któremu przewodniczył prof. Marek Bartosik. Adresatami raportu są główni decydenci polityczni, premier i Rada Ministrów.

Raport *Energia elektryczna dla pokoleń* wychodzi z konstatacji, że przy obecnych technologiach wytwarzania energii elektrycznej z paliw kopalnych jej główne źródła są nieodnawialne, tj. są skończone i ulegają wyczerpaniu, a same źródła odnawialne (wodne, wiatrowe, słoneczne i inne) nie będą w sta-

nie sprostać wzrastającym potrzebom cywilizacyjnym. Zagrożenie kryzysem energetycznym, zarówno lokalne jak i globalne, narasta tak powoli, że praktycznie nie dociera do świadomości społecznej.

Prognozy, programy i strategie energetyczne opracowywane na szczeblu krajowym, regionalnym czy światowym mają za krótki horyzont czasowy, na ogół nie przekraczają roku 2030, a pożądany jest horyzont ponadstuletni. Ponadto powstają one przy założeniu powszechnej dostępności węgla, ropy, gazu ziemnego oraz paliw jądrowych „wobec dużych zasobów światowych”, których zużywane rezerwy będą się „jakoś” uzupełniać. Żyjemy więc w ułudnym świecie o rzekomo nieograniczonych zasobach po przystępnych cenach, podczas gdy nowe dane, coraz bardziej niepokojące, nie docierają do świadomości społecznej i, co gorsza, nie są rozumiane przez rządzących i nie wywołują dostatecznej reakcji obronnej w skali lokalnej i globalnej.

Żaden kraj nie jest w stanie samodzielnie realizować swej polityki energetycznej w oderwaniu od problemu globalnego kryzysu energetycznego, bo żaden nie przetrwa tego sam. W skali globalnej nie jest istotne, o ile dziesiątek lat będzie się różnił okres destrukcji cywilizacyjnej w poszczególnych krajach lub regionach, ale czy ludzkość potrafi i zdąży znaleźć skuteczne metody zażegnania globalnego kryzysu energetycznego, a w konsekwencji ekonomicznego i cywilizacyjnego. Potrzebne są jakościowo nowe rozwiązania. Dotyczy to zwłaszcza ubogiego w paliwa energetyczne obszaru Unii Europejskiej, w tym Polski. Należy się zarazem liczyć z ryzykiem, że solidarność europejska w obliczu głodu energetycznego może okazać się iluzoryczna.

Na przełomie stuleci, w 2000 r., 86,2% energii pierwotnej używanej przez ludzkość pochodziło ze źródeł nieodnawialnych, a pozostała część ze źródeł odnawialnych (11% – biomasa z biogazem; 2,3% – woda; 0,5% – inne źródła). Roczne zużycie energii pierwotnej wyniosło wówczas ok. $420 \text{ EJ} = 420 \cdot 10^{18} \text{ J}$, roczny wzrost potrzeb ok. 2%, a łączna moc generowana przez cywilizację ok. $13 \text{ TW} = 13 \cdot 10^6 \text{ MW} = 13 \cdot 10^{12} \text{ W}$.

Dla kompleksowej oceny zagrożenia globalnym kryzysem energetycznym niezbędne jest łączne **oszacowanie wystarczalności wszystkich geopaliw w skali świata**. Wielowariantowe symulacje tego problemu umożliwiły określenie granic okresu wystarczalności geopaliw, liczonego od roku bazowego 2000, za pomocą metod uwzględniających średnioroczną stopę procentową wzrostu zużycia energii pierwotnej, a porównawczo – wskaźnik R/P (zasoby/roczna produkcja). Uwzględniono trzy kategorie zasobów: eksploatacyjne, niekwalifikowane jako eksploatacyjne oraz prognostyczne. Według jednokowej procedury oszacowano trzy warianty łącznej wystarczalności energii pierwotnej Ep:

- Ep_1 – dla zasobów uranu w przypadku CPO¹, gazu, ropy i węgla (kamiennego i brunatnego);
- Ep_2 – jak Ep_1 oraz hydratów metanu (w Polsce nie występują);
- Ep_3 – jak Ep_2 , ale dla zasobów uranu + toru w przypadku CPZ² w reaktorach powielających.

Spośród uzyskanych wyników, kierując się zasadą przezorności, należy przyjmować wartości najmniejsze, uzyskane dla rocznej stopy wzrostu zużycia energii według danych z minionego trzydziestolecia, jako procentu składanego. Wówczas warianty wystarczalności łącznej wynoszą:

$$Ep_1: 76 \div 155 \text{ lat}, \quad Ep_2: 139 \div 205 \text{ lat}, \quad Ep_3: 176 \div 362 \text{ lata.}$$

Wobec rozbieżności danych do obliczeń należy podkreślić, że powyższe warianty są zgrubnym oszacowaniem, dokładność roczna wynika tylko ze sposobu obliczeń i brak danych do określenia zakresu ich rozrzutu.

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.

OŹE zaspokajają niespełna 9% globalnego zapotrzebowania na energię, z czego prawie 7% to hydroenergetyka. Brak pełnych danych dotyczących roli biomasy w globalnej gospodarce energetycznej, wobec czego przedstawiona wyżej prognoza wystarczalności nie dotyczy OŹE.

Zużycie energii pierwotnej w Polsce w 2014 roku wyniosło 95,7 Mtoe³ (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 była następująca: 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%).

Polska elektroenergetyka opiera się obecnie na **spalaniu węgla**, którego wydobycie w 2015 r. wynosiło ok. 66 mln ton. Nasze zasoby przemysłowe węgla kamiennego wynoszą 3,76 mld ton, ale zasoby operatywne są mniejsze; są to zasoby przemysłowe (udostępnione do eksploatacji) pomniejszone o przewidywane straty. Zasoby operatywne stanowią około 60% zasobów przemysłowych. Ponadto co najmniej (20–30%) zasobów operatywnych pozostanie niewykorzystanych ze względu na występowanie w filarach ochronnych lub

1 Dominujący obecnie cykl paliwowy otwarty, wykorzystujący mniej niż 3% energii uranu.

2 Perspektywiczny cykl paliwowy zamknięty, wykorzystujący ok. 70% energii uranu + toru.

3 toe – tona oleju ekwiwalentnego, energetyczny równoważnik jednej metrycznej tony ropy naftowej o umownej wartości opałowej, 1 toe = 41,9 GJ.

w warstwach o grubości poniżej 1,5 m, w uskokach naturalnych i w okolicy zagrożeń. Dlatego rzeczywista żywotność kopalni będzie krótsza od wynikającej z uproszczonych obliczeń. Zasoby przemysłowe węgla brunatnego to 1,19 mld ton, a wydobycie 64 mln ton. Oznacza to że w perspektywie (20–40) lat nasze zasoby węgla w eksploatowanych obecnie kopalniach zostaną wyczerpane. Polskie zasoby węgla kamiennego i brunatnego są zatem niesłusznie traktowane jako stabilizator bezpieczeństwa energetycznego kraju w dłuższym horyzoncie czasowym.

Zasoby gazu są w Polsce małe. W 2014 r. stan wydobywalnych, konwencjonalnych zasobów gazu ziemnego wynosił 130 mld m³, a roczne zużycie to 15 mld m³, z czego jedną trzecią pokrywamy z własnego wydobycia, a resztę z importu. Nie można więc liczyć, że gaz będzie źródłem energii „dla pokoleń”, chyba że odkryjemy duże, nadające się do wydobycia złoża gazu łupkowego. Makroskopowo oceniając, Polska jawi się jako kraj ubogi pod względem surowców energetycznych, a ich wystarczalność szacowana różnymi metodami wyraża się zaledwie w dziesiątkach lat.

Wytwarzanie energii elektrycznej głównie w **elektrowniach węglowych** przy obecnej technologii zagraża emisją dwutlenku węgla i innych zanieczyszczeń w skali trudnej do zaakceptowania ze względu na zdrowie publiczne i na zobowiązania międzynarodowe. Niewiele pomogą nowe elektrownie wiatrowe oraz fotowoltaiczne, bo ich dyspozycyjność zależy od warunków pogodowych. Budując je, trzeba by albo równocześnie równoważną moc instalować w elektrowniach ciepłych (węglowych?!) w celu zapewnienia rezerwy mocy w systemie na zapełnienie luki w wytwarzaniu energii w razie zaniku wiatru lub braku słońca, albo trzeba wyposażyć system elektroenergetyczny w wysokosprawne zasobniki energii, co wymaga dużych nakładów.

Mówiąc o energii elektrycznej dla pokoleń trzeba więc uwzględniać inne źródła energii poza paliwami organicznymi. Narzuca to też polityka klimatyczna prowadzona przez Unię Europejską, zmierzającą do przekształcenia Europy w gospodarkę o niskiej emisji dwutlenku węgla. Oznacza to, że w dalszej perspektywie głównym źródłem energii elektrycznej o niskiej emisji i zapewniającym ciągle zasilanie systemu energetycznego stosownie do potrzeb społeczeństwa musi być energetyka jądrowa.

Polski Program Energetyki Jądrowej (PPEJ) przewiduje zbudowanie do 2035 r. bloków jądrowych o łącznej mocy elektrycznej 6000 MW, wyposażonych w reaktory III generacji, odporne na zagrożenia wewnętrzne oraz przewidywalne zewnętrzne zagrożenia naturalne i wyposażone w zwielokrotnione systemy bezpieczeństwa. Cykl projektowania i budowy elektrowni jądrowej trwa ok. 10 lat, a w naszych warunkach raczej ok. 15 lat. Wcześniej

trzeba przygotować kadry do projektowania, do budowy i do eksploatacji elektrowni, a to znaczy, że wdrażanie programu już powinno ruszać. Tymczasem w budżecie państwa nie widać pozycji przeznaczonych na PPEJ.

Elektrownie jądrowe miałyby wytwarzać 48 TWh/a energii elektrycznej, czyli około 25% przewidywanego na 2050 r. krajowego zapotrzebowania. Pozwoliłoby to uniknąć spalania $18 \cdot 10^6$ t/a węgla, a więc emisji $66 \cdot 10^6$ t/a dwutlenku węgla. Przewidywany okres życia takiej elektrowni to 60 do 80 lat.

Średni roczny stopień wyzyskania mocy zainstalowanej¹ nowoczesnej elektrowni jądrowej przekracza 0,90, podczas gdy w polskich warunkach klimatycznych nie przekracza on 0,25 dla elektrowni wiatrowych na lądzie i 0,10 dla źródeł fotowoltaicznych. Wyłóżmy kawę na łąkę – aby zastąpić 1 MW w elektrowni jądrowej, trzeba zainstalować ponad 5 MW w elektrowniach wiatrowych² i znacznie więcej – w kosztownych zasobnikach energii. W przypadku źródeł fotowoltaicznych zamiast 5 MW byłoby 12 MW.

Ze względu na stabilność systemu elektroenergetycznego ważny jest rozwój odnawialnych źródeł „sterowalnych”, np. elektrowni biomasowych i biogazowych. Może on iść w parze z wprowadzaniem **energetyki rozproszonej**. W przeciwieństwie do wielkich parków wiatrowych lub słonecznych nie wymaga ona rozbudowy sieci przesyłowej. Podczas gdy małe wiatraki są nieopłacalne ze względu na małe prędkości wiatru nisko nad ziemią, elektrownie biomasowe i biogazowe mogą być cennym uzupełnieniem systemu energetycznego, a jednocześnie podnosić świadomość energetyczną zwykłego obywatela przechodzącego na pozycję prosumenta. Ale ta droga do wytwarzania energii elektrycznej jest kosztowna, a obecnie bywa realizowana w postaci absurdalnej – do węgla dodaje się pełnowartościowe drewno zamiast jego odpadów i wysokopłennych roślin energetycznych.

Raport *Energia Elektryczna dla Pokoleń* jest analitycznym studium problematyki energetycznej. Ukazuje zagrożenia i remedia związane z wielopokoleniowym bezpieczeństwem energetycznym globalnym i lokalnym. Przeanalizowano w nim jednolity rynek energii elektrycznej w UE i politykę Polski na tym tle. Zaprezentowano stan obecny, priorytety i perspektywy wytwarzania energii elektrycznej, rozwój kogeneracji³ i trigeneracji⁴, inteligentne sieci elek-

1 Średni stopień wyzyskania mocy zainstalowanej – stosunek obciążenia średniego (zwykle w skali roku) do mocy zainstalowanej.

2 5 MW, a nie 4 MW, jak się wydaje na pierwszy rzut oka, bo należy uwzględnić straty dwukrotnego przekształcania w zasobnikach znacznej części energii wyprodukowanej przez elektrownię wiatrową.

3 Kogeneracja – proces jednoczesnego wytwarzania energii elektrycznej i użytkowego ciepła w elektrocieplowni, korzystniejszy pod względem ekonomicznym i ekologicznym niż odrębne ich wytwarzanie.

4 Trigeneracja (trójgeneracja) – skojarzone technologicznie wytwarzanie energii cieplnej, mechanicznej (lub elektrycznej) oraz chłodu użytkowego, korzystniejsze ekonomicznie i ekologicznie niż odrębne ich wytwarzanie.

troenergetyczne, odnawialne źródła energii oraz polski program energetyki jądrowej. Scharakteryzowano problemy magazynowania energii, a także gospodarki wodorowej i ogniwi paliwowych. Przedstawiono również potrzeby, progi i bariery rozwoju krajowego systemu sieci przesyłowych, w tym energetyki trakcyjnej dla modernizacji linii kolejowych i dla kolei dużych prędkości. Przeanalizowano potrzeby opracowania nowego porządku prawnego dla przyspieszenia rozwoju i modernizacji energetyki, w szczególności w odniesieniu do rozproszonych i odnawialnych źródeł energii oraz energetyki jądrowej. Przedstawiono potrzebę synergicznej współpracy nauki, edukacji i przemysłu dla rozwoju innowacyjnej elektryki i edukacji energetycznej społeczeństwa. Raport kończą strategiczne wnioski i zalecenia końcowe, zawierające propozycje działań Rządu i innych instytucji.

Zespoły elektryków i energetyków, praktyków i naukowców, w tym członków PAN, przy udziale ekonomistów i prawników wywiązały się z zadania powierzonego im po sesji inauguracyjnej II KEP. Pytanie, co z tym uczynią decydenci na szczytach władzy wykonawczej. Czy znajdą się mężowie stanu zdolni pojąć diagnozę obecnej kondycji polskiej energetyki oraz zakreśloną strategię dalszych poczynań i zdolni podjąć trudne dalekowzroczne decyzje? Podobne wątpliwości przebijają z treści, a nawet już z tytułów kilku ostatnich artykułów wstępnego miesięcznika *Energetyka: Trylematy gospodarki polskiej i nie tylko* (nr 3/2016), *Czy zadaniem energetyki jest „finansowanie stylu życia górników”, czy dostarczanie energii elektrycznej?* (nr 4/2016), *OZE to według słów ministra energii bardzo trudna sprawa i pieśń przyszłości* (nr 5/2016), *Kiedy będzie konkretna, możliwa do zrealizowania strategia energetyczna dla Polski?* (nr 6/2016).

Powyższe omówienie Raportu powinno być dla Czytelników zachętą do przynajmniej pobieżnego przeczytania całego Raportu, który poza ciekawym tekstem zawiera liczne zestawienia danych w postaci poglądowych wykresów, map i tabel. Raport jest dostępny na kilku portalach, wystarczy wpisać w wyszukiwarce jego tytuł: *Energia elektryczna dla pokoleń*.

Wykorzystano fragmenty omawianego Raportu, inne dokumenty II KEP oraz materiały prasowe