

Ryszard SROKA

# I Konferencja Naukowa Energetyki Rozproszonej – podsumowanie

Transformacja energetyczna (TE) i postępujący w jej ramach intensywny rozwój energetyki rozproszonej (ER), w tym odnawialnej, są nieuniknione. Przedmiotem rozważań może być natomiast tempo tego procesu. Jest ono motywowane zarówno europejską, jak i krajową polityką energetyczną, ale także obiektywnymi czynnikami sprzyjającymi poprawie efektywności energetycznej (w skali pojedynczych gospodarstw domowych, lokalnych społeczności i *smart cities*), rozwojem transportu elektrycznego (prywatnego oraz – w jeszcze większym stopniu – publicznego), pasywnym budownictwem itp. W centrum procesu transformacji energetyki stoi obecnie świadomy odbiorca wyznaczający jej kierunki i decydujący o skali TE, wyposażony w nowoczesne narzędzia oraz mający nowe oczekiwania, np. dotyczące tego, z jakich źródeł energia ma pochodzić. On sam, opierając się na własnym rachunku ekonomicznym, podejmuje decyzję o inwestowaniu w coraz tańsze źródła energii.

Fundamentem transformacji energetycznej i gwarancją jej sukcesu są niewątpliwie wiedza oraz kompetencje realizatorów. W ostatnich dwóch dekadach na polskich uczelniach oraz w instytutach naukowych i firmach prywatnych prowadzone są badania dotyczące szeroko rozumianej energetyki rozproszonej. Zrealizowano w tym obszarze wiele ważnych projektów, stworzono również działające instalacje będące przykładem dobrych praktyk inżynierskich, które przynoszą wymierne korzyści inwestorom i zwiększają grono zwolenników nowego energetycznego ładu. Warto promować te działania, gdyż mogą one zmniejszyć obawy o to, jak nowe

technologie wpływają na niezawodność i jakość dostaw energii. Rozwój energetyki rozproszonej wymaga upowszechniania wiedzy i budowy systemu edukacji na wszystkich poziomach: od podstawowego, niezbędnego do pozyskania społecznej akceptacji tej formy zaspokajania potrzeb energetycznych, po ekspercki, uniwersytecki – gwarantujący poprawność techniczną podejmowanych decyzji i ekonomiczną opłacalność ich efektów. Cel ten może być realizowany między innymi przez takie inicjatywy jak konferencje naukowe.



fot. Mateusz Wójtów

W dniach 25–26 września 2023 r. w obiektach Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie (Klub Studio, Centrum Informatyki, aula A-1) odbył się I Kongres Energetyki Rozproszonej. Wydarzenie składało się z dwóch części: VI Forum

Energetyki Rozproszonej (FER) oraz I Konferencji Naukowej Energetyki Rozproszonej (KNER). Organizatorem Kongresu była Akademia Górniczo-Hutnicza, a współorganizatorami Izba Gospodarcza Energetyki i Ochrony Środowiska oraz Krajowa Izba Kłastrów Energii i OZE. FER, jak zawsze, był okazją do wymiany poglądów w zakresie zasad i kierunków w TE oraz debat dotyczących zagadnień geopolitycznych, trendów, regulacji prawnych i wyzwań energetycznych kraju.



fot. Mateusz Wójtów

Obok tego dorocznego spotkania przedstawiciele administracji centralnej i samorządowej, środowisk gospodarczych oraz inicjatyw obywatelskich po raz pierwszy odbyła się konferencja, w ramach której naukowej refleksji poddano najważniejsze aspekty szeroko pojętej transformacji energetycznej i energetyki rozproszonej w kontekście technicznym i naukowo-badawczym. W I KNER wzięło udział 110 uczestników. O randze wydarzenia i jego doniosłości dla rozwijania i popularyzowania wiedzy na temat ER świadczy patronat honorowy dwóch jednostek Polskiej Akademii Nauk: Komitetu Elektrotechniki PAN oraz Komitetu Problemów Energetyki PAN. Konferencja zorganizowana została przez osiem wydziałów Akademii Górniczo-Hutniczej: Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej; Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji; Inżynierii Mechanicznej i Robotyki; Wiertnictwa, Nafty i Gazu; Inżynierii Łądowej i Gospodarki Zasobami; Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska; Energetyki i Paliw oraz Matematyki Stosowanej.

Do udziału w KNER organizatorzy zaprosili wszystkie ośrodki naukowe działające w obszarze zdefiniowanym tematyką konferencji, licząc, że przyniesie ona wiele korzyści zawodowych, wymianę doświadczeń, inspirację do dalszych działań i konstruktywną dyskusję w czasie obrad.

Na konferencję nadesłało 64 prace. Obrady odbywały się na terenie AGH. 46 referatów zaprezentowano w 9 sesjach tematycznych, zaś w ramach sesji posterowej dyskutowano nad 18 prezentacjami. Streszczenia zgłoszonych prac, które uzyskały pozytywną ocenę zespołu recenzentów, zostały opublikowane w materiałach konferencyjnych, a wybrane szczególnie cenne artykuły, po uzyskaniu rekomendacji komitetu naukowego, zostały skierowane do publikacji w wysoko punktowanych czasopiśmie.

Wiodącymi tematami obrad konferencyjnych były między innymi:

- współpraca rozproszonych źródeł energii (RZE) z siecią zasilającą,
- geotermia oraz podziemne magazynowanie energii i ciepła,
- geotermia płytka i głęboka,
- metan z pokładów węgla,
- paliwa z odpadów i ciepło odpadowe,
- magazynowanie i konwersja energii,
- wyceny energetycznych projektów inwestycyjnych (opłacalność i ryzyko),
- odzyskiwanie energii z otoczenia (*energy harvesting*).

Rozwój RZE, w tym źródeł odnawialnych i magazynów energii, jest tendencją pożądaną i nieuniknioną. Aby proces ten nie został niepotrzebnie spowolniony, należy dążyć do ominięcia lub przezwyciężenia istniejących wciąż barier, między innymi tych o charakterze technicznym. Rosnąca popularność RZE negatywnie wpływa na sieć zasilającą, zwiększając poziom dobrze znanych zaburzeń jakości dostawy energii, tj. powolnych i szybkich zmian napięcia, wahań, asymetrii i odkształceń napięcia, przepięć itp. Ponadto w sieciach pojawiają się nowe, nieznane wcześniej zaburzenia elektromagnetyczne i problemy związane z obecnością źródeł rozproszonych.

W ramach tego obszaru tematycznego prezentowano zagadnienia związane z analizą wpływu farm fotowoltaicznych na parametry jakości dostawy energii elektrycznej w sieci elektroenergetycznej SN, rozważano, jak system magazynów energii z wysoką bezwładnością może wpłynąć na stabilizację napięcia i częstotliwości w sieci elektroenergetycznej, zaproponowano koncepcję systemu pomiarowo-sterującego w układzie zasilania odbiorcy indywidualnego wyposażonego w źródło fotowoltaiczne, przedstawiono wyniki analizy pracy sieci dystrybucyjnej nN z bateryjnym systemem magazynowania energii elektrycznej, dyskutowano o pracy sieci dystrybucyjnej nN z dużym udziałem instalacji prosumenckich narażonej na ryzyko przekroczenia normalnych warunków pracy sieci, zaproponowano rozwiązanie wielopunktowej prognozy mocy elektrowni fotowoltaicznej z wykorzystaniem uczenia maszynowego, rozważano możliwość współpracy generacji rozproszonej z siecią dystrybucyjną, zastanawiano się nad wpływem działań prosumenckich na wybrane parametry pracy sieci dystrybucyjnej nN, zaproponowano też nowy sposób rozliczeń opłat za energię bierną w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym.

Tematyka związana z geotermią objęta głównie kwestie poszukiwania, udostępniania, eksploatacji i wykorzystania ciepła Ziemi. Ciepło geotermalne może być pozyskiwane za pośrednictwem wód termalnych przez otwory wiertnicze. Otworowe wymienniki pozyskują ciepło z Ziemi – proces zachodzi poprzez wymianę ciepła, bez wymiany masy. Geoenergetyka obejmuje także magazynowanie w górotworze ciepła pochodzącego np. z klimatyzacji. W ramach sesji zaprezentowano również wykorzystanie kawern do podziemnego magazynowania dużych ilości energii.

Bardzo szeroko dyskutowano na temat możliwości technicznych i wpływu na środowisko dostępnych aktualnie źródeł energii, w tym energii geotermalnej – jako ekologicznego i odnawialnego źródła dostępnego do wykorzystania zarówno w geotermalnych systemach ciepłowniczych (geotermia głęboka), jak i w lokalnych rozproszonych systemach grzewczych przy zastosowaniu pomp ciepła (geotermia płytka).

Wykorzystanie tego źródła energii przynosi wiele korzyści i ma istotne znaczenie dla TE i osiągnięcia neutralności klimatycznej. Rozwój tej technologii rozważano zarówno jako efektywne wykorzystanie zasobów geotermalnych, zwłaszcza w kontekście rozwoju wspomaganych systemów geotermalnych, jak i rozwiązywanie problemu scalingu instalacji geotermalnych.



fot. Mateusz Wójtów

W sesji „Geotermia oraz podziemne magazynowanie energii i ciepła” zaprezentowano prace związane z magazynem energii potencjalnej w otworze wiertniczym zlokalizowanym na terenie AGH w Krakowie, przedstawiono też możliwość wykorzystania w Polsce kawern solnych jako magazynów energii, dyskutowano o budowie otworów geotermalnych skojarzonych z otworowymi wymiennikami ciepła (tzw. dubletami) i parametrach takich wymienników, rozważano aktualne oraz przyszłe możliwości użycia mieszanin kwasujących w celu poprawienia przepuszczalności skał zbiornikowych ujmujących wody termalne, a także analizowano specyficzne wymagania stawiane materiałom uszczelniającym otwory wiertnicze w geoenergetyce. Tematem obrad była też analiza porównawcza płynów roboczych stosowanych obecnie w tzw. wspomaganych systemach geotermalnych, zastanawiano się nad problemami skalowalności systemów geotermalnych i możliwością modelowania takich procesów, analizowano ewentualne wykorzystanie płytkich systemów geotermalnych na potrzeby ogrzewania i chłodzenia, a także zwiększania efektywności dostępnych aktualnie pomp ciepła.

Wykorzystanie metanu z pokładów węgla z jednej strony wspiera bezpieczeństwo robót górniczych, a z drugiej – traktowane jest jako pozyskiwanie gazu z niekonwencjonalnych źródeł, ze względu na formę jego występowania, która wymaga zastosowania specjalnych, desorpcyjnych technologii odzysku. Udokumentowane zasoby bilansowe wydobywalne metanu z pokładów węgla (CBM) w Polsce w 2022 r. wyniosły około 106 362 mln m<sup>3</sup>. W ramach sesji związanej z tą tematyką omówiono kwestię emisji metanu z pokładów węgla kamiennego oraz możliwości jego utylizacji. Ważnym punktem dyskusji były rozwiązania techniczne mające na celu ograniczenie emisji metanu z pokładów węgla oraz jego efektywne wykorzystanie.



fot. Mateusz Wójtów

W sesji poświęconej metanowi przedstawiono szczegółowo aktualne problemy związane z występowaniem metanu w kopalniach węgla kamiennego, omówiono nowe regulacje UE w odniesieniu do likwidacji kopalń węgla kamiennego w Polsce, zaprezentowano Międzynarodowe Centrum Doskonałości, którego celem jest wsparcie działań związanych z redukcją emisji metanu do atmosfery, efektywne wykorzystanie tego gazu oraz zmniejszenie zagrożeń związanych z jego wybuchami w kopalniach węgla kamiennego w Polsce, przedstawiono proces pozyskiwania energii z metanu jako główny cel strategii środowiskowej JSW SA, dyskutowano też o problemie odmetanowania jako istotnym elemencie strategii PGG w kontekście walki ze zmianami klimatycznymi oraz spełnienia wymogów zrównoważonego rozwoju.

Analizowano też najnowsze osiągnięcia dotyczące rozwoju technologii magazynowania i konwersji energii, a więc dwóch filarów dokonującej się transformacji energetycznej. Wraz z rosnącym udziałem OZE w rynku energii magazynowanie staje się niezbędne do stabilizacji sieci energetycznej oraz zapewnienia ciągłości dostaw. Z kolei odpowiednio dobrane systemy konwersji energii pozwalają na optymalizację jej użycia w różnych sektorach gospodarki. W kontekście energetyki rozproszonej wyniki badań naukowych oraz innowacyjne rozwiązania technologiczne umożliwiają optymalizację wykorzystania energii przez zwiększenie funkcjonalności, elastyczności i niezawodności tego procesu.

Problemy energetyki rozproszonej dotyczą nie tylko systemów dużych mocy. Bardzo często problem odzyskiwania tzw. energii odpadowej, dostępnej w każdym praktycznie procesie technologicznym, związany jest z zasilaniem autonomicznych węzłów sieci czujnikowych, elementów systemów pomiarowych oraz monitorujących stan rozległych obiektów i procesów. W sesji „Odzyskiwanie energii z otoczenia (*energy harvesting*)” przedstawiono wyniki badań związanych z pozyskiwaniem energii z ciepła odpadowego występującego w procesie sterylizacji narzędzi chirurgicznych do zasilania urządzeń nadzorujących ten proces i weryfikujących poprawność procesu sterylizacji oraz zliczania, ile razy dane narzędzie było sterylizowane. Przedstawiono możliwości pozyskiwania energii z fal elektromagnetycznych (przez zastosowanie układów przetwarzających energię RF na prąd stały), a także ze sprężonego powietrza będącego elementem odpadowym w maszynach i systemach pneumatycznych stosowanych często do automatyzacji i mechanizacji linii produkcyjnych w wielu obszarach przemysłu (np. spożywczym, motoryzacyjnym, elektrotechnicznym, opakowaniowym itp.). Oceniono, że efektywność energetyczna układu pneumatycznego jest obecnie na poziomie 10–20%. W czasie tej sesji przedstawiono również stan badań i nowe trendy oraz modele procesu zamiany ciepła na prąd elektryczny w układach termoelektrycznych. Dyskutowano także o możliwości wykorzystania fal dźwiękowych (np. hałasu).

Doskonałym uzupełnieniem sesji technicznych były wystąpienia związane z wyceną energetycznych projektów inwestycyjnych oraz ich opłacalnością i ryzykiem. W czasie tej sesji dyskutowano między innymi o kwestiach związanych z modelowaniem i prognozowaniem cen energii elektrycznej, prognozowaniem zapotrzebowania na energię elektryczną, bilansowaniem przepływów energii w klastrach, wyceną opcji dostępnych dla uczestników rynku energii, a także o problemach wyceny instalacji fotowoltaicznej z magazynem energii. Zagadnienia te doskonale wpisują się w problematykę transformacji rynku energii w Polsce, a w szczególności – dynamicznych zmian w sposobie generowania i bilansowania energii elektrycznej.

Tematyka energetyki rozproszonej jest niezwykle różnorodna i rozległa, a wiele jej aspektów wciąż

czeka na omówienie. W czasie podsumowania I Konferencji Naukowej Energetyki Rozproszonej podjęto decyzję o kontynuowaniu dyskusji nad zagadnieniami związanymi z ER w ramach kolejnej edycji KNER, której termin ustalono na 26 czerwca 2024 r. Wydarzenie będzie towarzyszyło II Kongresowi Energetyki Rozproszonej, a informacje na jego temat można znaleźć pod linkiem: <http://kner2024.agh.edu.pl>.

Serdecznie zapraszam do udziału w kolejnej edycji Konferencji Naukowej Energetyki Rozproszonej.

---

**Dr hab. inż. Ryszard Sroka, prof. AGH**  
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza  
Wydział Elektrotechniki, Automatyki,  
Informatyki i Inżynierii Biomedycznej

