

Streszczenie: Artykuł dotyczy problemu gromadzenia energii na dużą skalę. Opisane zostały przemysłowe metody zamiany elektryczności na inne formy energii w celu magazynowania, a następnie ponownego oddania do sieci. Przedstawione zostały potężne ogniwa galwaniczne, wodne elektrownie szczytowe oraz niektóre nowatorskie pomysły z szczególnym naciskiem na zbiorniki wodorowe.

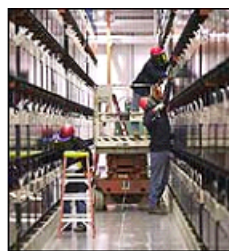
Jednym z głównych problemów energetyki wielkiego kalibru jest brak odpowiedniego „akumulatora”. Nie umiemy w efektywny sposób zgromadzić dużej ilości energii, która mogłaby być łatwą metodą magazynowana, a następnie w sposób bezstratny oddana do systemu.

Rozwiązania dotychczas używane, najczęściej w postaci wodnych zbiorników szczytowych wykazują straty na poziomie ok. 30 % i mają ograniczone możliwości zastosowania (w pobliżu elektrowni powinna znajdować się góra, i jezioro, najlepiej przepływowe). Zapotrzebowanie na lepszy wynalazek staje się coraz pilniejsze, szczególnie w dobie rozwoju odnawialnych źródeł energii. Dlaczego? Prosty przykład: elektrownie wiatrowe czy też ogniwa słoneczne są oparte na kapryśnych i mało stabilnych źródłach (nie zawsze wieje wiatr i nie zawsze mamy słoneczną pogodę). Z tego względu, alternatywne źródła pozostają nadal tylko pomocniczymi, a największa ilość megawatogodzin wciąż pochodzi w naszym kraju ze spalonego węgla.

O ile w przypadku drobnych urządzeń (laptopów, sprzętu RTV czy nawet samochodów), zwykle baterie z ogniw galwanicznych w sposób wystarczający spełniają swoje zadanie, to ich stosowanie w przypadku sieci miejskiej byłoby mało wydajne, a na pewno bardzo kosztowne. Dobry akumulator samochodowy ma pojemność ok. 70 Ah. Aby za pomocą takich akumulatorów zgromadzić energię wytworzoną przez turbinę o mocy 50 MW na przynajmniej 12 godzin, musielibyśmy ich użyć ok. 800 000 sztuk połączonych szeregowo, lub wykorzystać 18 milionów (!!!) baterii rozmiaru AA. Pomysł taki może wydawać się nedorzecznym... ale nie dla wszystkich. Największa taka bateria na świecie została zbudowana w 4-tysięcznym miasteczku Presidio, w Teksasie. Kosztująca 25 000 000 \$ budowla (Rys. 1.) mieści w sobie sodowo-siarkową baterię, zdolną do wytwarzania mocy 4 MW przez 8 godzin w trakcie awaryjnego odcięcia od starzejącej i często psującej się w tamtym regionie sieci energetycznej. Podobny pomysł został zrealizowany na „energetycznej wyspie USA” - Alasce. Budynek (Rys. 2.) o rozmiarach boiska piłkarskiego zapewnia pomocnicze zasilanie rzędu 40 MW na całe... 7 minut.



Rys. 1. Budynek mieszczący największą baterię galwaniczną na świecie [1]



Rys. 2. Widok na akumulatory w olbrzymiej baterii na Alasce [2]

Jest to czas wystarczający, aby uruchomić awaryjne generatory oparte na silnikach diesla. W obu przypadkach decyzje o budowie akumulatorów zostały podjęte z konieczności i z braku innego, bardziej ekonomicznego rozwiązania. Obydwie inwestycje były bardzo kosztowne i wymagają ciągłego nadzoru technicznego.

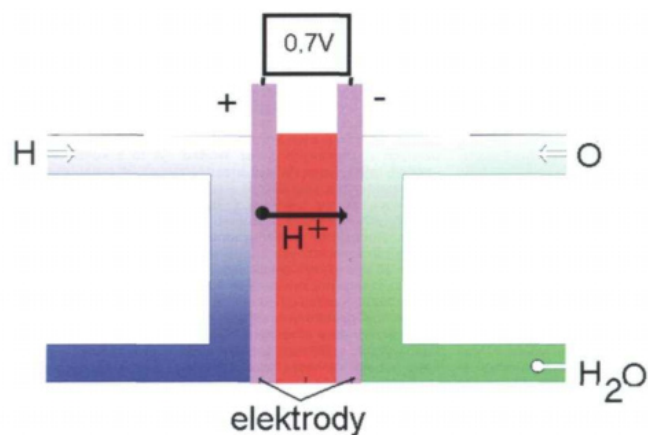
Znacznie lepiej prezentują się tradycyjne, stosowane już od dawna zbiorniki wodne. Największa w Polsce elektrownia szczytowa znajduje się w Żarnowcu. Górny, sztuczny zbiornik o objętości ok. 13. 600. 000 m³ jest w stanie zapewnić nieprzerwane źródło mocy 716 MW przez 5,5 h. Ponowne napełnienie trwa



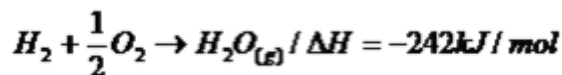
zaledwie 6,5 godziny [3]. Takie rozwiązanie jest jak na razie najlepszym pomysłem na akumulator o ogromnej pojemności. Woda jest w tym przypadku bardzo tanim i efektywnym nośnikiem energii, a instalacja zbiornika w żaden sposób nie wpływa negatywnie na otaczający ekosystem. Co więcej, w przypadku Żarnowca udowodniono, że

dobowe zmiany poziomu wody w jeziorze (dolnym, naturalnym zbiorniku) służą tamtejszej przyrodzie. Największą wadą takich konstrukcji jest niezbędny teren do zagospodarowania oraz wymagana różnica poziomów. Im jest ona większa, tym większa dostępna moc.

Czasem jednak nie pojemność jest decydującym czynnikiem, ale możliwość zainstalowania przy istniejącej już elektrowni, w możliwie mało ingerencyjny sposób. Naukowcy wciąż szukają alternatywnego sposobu na gromadzenie prądu. Wymyślano już potężne kondensatory [5], baterie opierające się na wapnie gazowym, metanolu, metanie, a także na przemianie fazowej parafiny [6]. Jak do tej pory, żaden z tych pomysłów nie sprawdził się na wielką skalę. Obiecujący koncept zakłada wykorzystanie wodoru jako nośnika energii. Produkowany w procesie elektrolizy wody może być gromadzony w zbiornikach pod ciśnieniem, aby później zostać spalonym w turbinie, lub przepuszczonym przez ogniwo paliwowe. Turbiny wiatrowe mogłyby gromadzić ten gaz w czasie niskiej konsumpcji, aby później móc go wykorzystać w godzinach szczytu. Takie rozwiązanie pozwalałoby na instalowanie zbiorników niemal przy każdej turbinie, bez względu na ukształtowanie terenu. Problemem w tym przypadku jest na pewno sprawność procesu elektrolizy, która do tej pory szacowana jest na około 27%. Wypracowanie odpowiednich parametrów produkcji jest sprawą kluczową, aby można było rozważać tę alternatywę jako opłacalną. Inną kwestią jest jeszcze metoda przechowywania wodoru. Ten najlżejszy na świecie pierwiastek w warunkach normalnych zajmuje bardzo dużą objętość, przez co do jego magazynowania w stanie gazowym używa się najczęściej zbiorników pod wysokim ciśnieniem. Niestety przy stopniowym sprężaniu okazuje się, że nawet przekraczając wartość 400 barów, już nieznacznie podwyższa się temperaturę wrzenia, co sprawia ogromne kłopoty w skraplaniu tego gazu. Najczęściej spotyka się zbiorniki pod ciśnieniem ok. 230 atmosfer lub zbiorniki kriogeniczne. W tym drugim przypadku temperatura musi być utrzymana na poziomie -253 °C, co wiąże się z dużym nakładem energii koniecznej do chłodzenia oraz wyjątkowo szczelną izolacją termiczną pojemników. Mimo używania najwyższej klasy materiałów, w zbiornikach takich nadal dochodzi do nieuniknionych wycieków

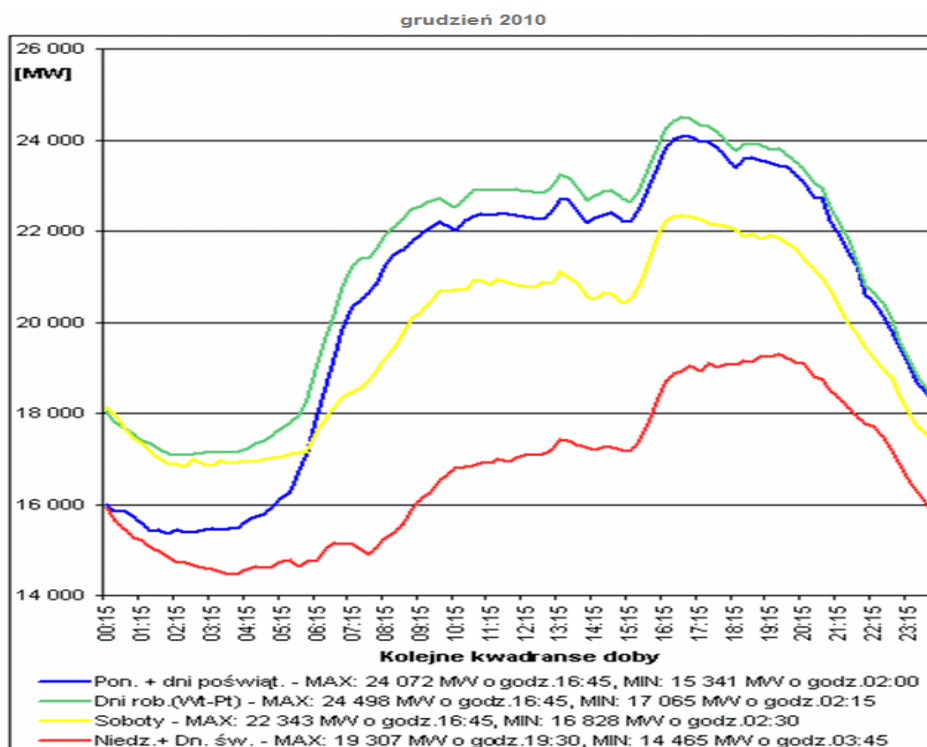


wodoru sięgających nawet 4% na dobę. Nie trzeba chyba dodawać, że gromadzenie wodoru w dużych ilościach wiąże się z niebezpieczeństwem wybuchu. Szczególnie niebezpieczna jest mieszanka wodoru z tlenem w proporcjach stechiometrycznych (wodór : tlen = 2 : 1) zwana gazem piorunującym. Minimalna energia zapłonu jest dla niej wyjątkowo mała. Należy zatem bezwzględnie oddzielać tlen od wodoru w procesie elektrolizy, co zapewnia bezpieczeństwo, gdyż wodór sam w sobie jest gazem nie podtrzymującym spalania. Zakładając tańszy w utrzymaniu zbiornik ciśnieniowy o temperaturze otoczenia, możemy policzyć dostępną energię dla założonych wymiarów zbiornika. Reakcja (1) spalania wodoru jest silnie egzotermiczna:



Zatem z reakcji 1 m³ wodoru z 0,5 m³ tlenu w warunkach normalnych uwolni się energia równa 10,8 MJ. Kłopot polega na tym, że nie całą energię jesteśmy w stanie wykorzystać (nie całe ciepło da się zamienić na energię mechaniczną). Reakcja spalania przebiega wybuchowo, a produktem jest gorąca para wodna, którą możemy spokojnie napędzać tradycyjny silnik spalinowy lub turbinę gazową, jednak będziemy musieli liczyć się wtedy ze sporymi stratami cieplnymi. Zdecydowanie lepszym pomysłem jest wykorzystanie ogniwo paliwowych, których praktyczna sprawność może być nawet większa od 100%, gdyż ogniwa te w niektórych wypadkach wykorzystują ciepło z zewnątrz zamieniając je na energię elektryczną! Takie ogniwa są w tej chwili jednym z najbardziej przyszłościowych rozwiązań, a ich dynamiczny rozwój może w niedługim czasie przyczynić się nie tylko do rozwoju energetycznych akumulatorów wodorowych, ale także do rozpowszechnienia napędzanych wodorem samochodów.

Po co nam Takie urządzenia? Zbiorniki szczytowe nie służą w tej chwili wyłącznie jako ogromne urządzenia UPS (Uninterruptible Power Supply). Mają raczej na celu uzupełnianie niedoborów mocy w godzinach większego zapotrzebowania – praca regulacyjna. Ich znaczącą zaletą jest możliwość błyskawicznego uruchomienia i niemal natychmiastowego osiągnięcia pełnej mocy. Wodne zbiorniki szczytowe gotowe są rozpędzić turbiny do ich maksymalnej wydajności w kilka minut, podczas gdy rozruch bloku węglowego trwa czasem kilka godzin. Woda błyskawicznie rozpędza turbiny do najwyższych obrotów. Korzystanie z takich zapasów ma istotny aspekt ekonomiczny. W trakcie małego zapotrzebowania, „tania” energia gromadzona jest w postaci kinetycznej, a w godzinach szczytu, zamieniana jest na „drogą” energię, na którą jest w danym momencie duże zapotrzebowanie. Zbiorniki mogą uzupełniać pracę wiatraków, aby dostosować parametry prądu do wymagań sieci w razie nieprzychylnych warunków pogodowych. W przyszłości powstaną z pewnością autonomiczne osiedla oparte w pełni na odnawialnych źródłach energii, wyposażone w jej pojemne nośniki, które umożliwią niemal całkowite odcięcie od sieci państwowej.



Źródła:

1. <http://dvice.com/archives/2010/04/worlds-biggest-1.php>
2. <http://www.telegraph.co.uk/technology/3312118/Worlds-biggest-battery-switched-on-in-Alaska.html>
3. http://www.ekoportal.eu/Artykuly/Zasada_dzialania_oraz_wplyw_na_srodowisko_elektrowni_szybowo-pompowej_w_Zarnowcu/strona-2.html
4. <http://hydroenergo.com/html/oferta.htm>
5. http://www.ekoenergia.pl/index.php?id_art=187&cms=73&plik=Superkondensatory.html
6. <http://xlabs.pl/energia/nietypowe-gromadzenie-energii/>
7. <http://www.cire.pl/pliki/2/ogniwapaliwowe.pdf>
8. <http://www.adamduda.pl/2011/01/19/prad/>



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



*Publikacja powstała w ramach projektu "Bioenergia dla Regionu - Zintegrowany Program Rozwoju Doktorantów",
współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego*