

MAGAZYNOWANIE ENERGII CIEPLNEJ NA PRZYKŁADZIE PROJEKTU EINSTEIN¹

Problem magazynowania energii jest równie stary jak jej świadome wytwarzanie. Już kamienie wkładane do ogniska miały za zadanie absorbować energię, aby, gdy ognisko wygaśnie ogrzewać otoczenie. System ogrzewania pomieszczeń na zamku krzyżackim w Malborku był również oparty o magazyn energii utworzony z kamieni nad paleniskiem jako źródło ciepła na czas, gdy palenisko wygasło. Co do zasady z problemem magazynowania energii mamy do czynienia wówczas, gdy istnieje nierównowaga pomiędzy popytem a podażą energii. Ta niezgodność pomiędzy zapotrzebowaniem a jej dostępnością może dotyczyć zarówno okresów krótkich takich jak doba, tydzień, jak i dłuższych - miesiąc, rok. Szczególnie odnawialne źródła energii takie jak słońce, wiatr, woda charakteryzują się dużą zmiennością w czasie. Magazyny energii służące do wspierania gospodarki energetycznej silnie uzależnionej od dostępu do sezonowej nadwyżki energetycznej w literaturze określane są jako STES – Seasonal Thermal Energy Storage. Cykl pracy takich magazynów możemy podzielić na dwie fazy:

- Akumulowanie energii (ładowanie magazynu),
- Pobieranie energii (rozładowywanie magazynu).

Takim najprostszym magazynem energii na co dzień spotykanym w gospodarstwie domowym jest bojler, który magazynuje energię w procesie powolnego ogrzewania, by oddać ją w chwili potrzeby (np. podczas kąpieli) lub akumulacyjny piec grzewczy, który magazynuje energię ciepłą w magazynie cieplnym utworzonym z cegieł szamotowych, a następnie powoli oddaje ciepło do otoczenia. Dawniej popularnym magazynem ciepła był piec kaflowy, magazynujący energię pochodzącą z procesu spalania węgla w kaflach, z których był zbudowany. Oddawały one potem nagromadzone ciepło przez wiele godzin. Stosowane w energetyce elektrownie szczytowo-pompowe (przykład na magazynowanie energii w skali przemysłowej) wykorzystują przemianę energii elektrycznej w energię mechaniczną (potencjalną), po to, by w okresie podwyższonego poboru energii przekształcić energię mechaniczną w energię elektryczną.

W procesie magazynowania energii wykorzystywane są różne sposoby i techniki. Najogólniej możemy wyróżnić magazynowanie energii poprzez:

- wykorzystanie ciepła właściwego materiałów (ciecz, ciała stałe),
- wykorzystanie ciepła przemian fazowych (ciało stałe ciecz, ciecz – gaz, itp.),
- wykorzystanie przemian chemicznych i fotochemicznych.

Cały świat w odpowiedzi na wzrastające zapotrzebowanie na energię poszukuje znaczących i co najważniejsze bezpiecznych źródeł energii. Jednoznacznie na czoło poszukiwań wysuwa się energia słoneczna jako źródło naturalne o nieograniczonym zasobie w dającej się przewidzieć perspektywie oraz o dostatecznie poznanych procesach jej spożytkowania. Są to:

- bezpośrednie przekształcenie energii słonecznej w energię elektryczną,
- przekształcenie energii słonecznej w biomasę,
- przekształcenie energii słonecznej w energię cieplną.

Energia słoneczna wyróżnia się znaczną sezonowością. W okresie letnim z reguły występują znaczne jej nadwyżki, natomiast w okresie zimowym dokucza nam jej brak. Związane to jest oczywiście z cyklem rocznym - wiosna, lato, jesień, zima, będącym wynikiem uwarunkowań geofizycznych.

Przy tworzeniu magazynów energii musimy wziąć pod uwagę wiele czynników, takich jak:

- wielkość i intensywność źródła energii,

¹ Treść referatu prezentowanego 20 listopada 2014 na XII Konferencji „Odnawialne Źródła Energii” w Płońsku zorganizowanej przez Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Warszawie Oddział Poświętne w Płońsku i opublikowany w materiałach konferencyjnych.

- cel wykorzystania energii,
- szybkość ładowania i rozładowywania magazynu energii,
- pojemność cieplna magazynu energii,
- warunki magazynowania (straty energii),
- koszty magazynowania.

Tworzone na świecie magazyny ciepła często wykorzystują naturalne obiekty (jeziora, podwodne pokłady wody, grunt, skały) do magazynowania energii. Są to jednak rozwiązania trudnozarządzalne o bardzo dużym wskaźniku ryzyka niedotrzymania założonych parametrów cieplnych. Jednak z uwagi na ich naturalną dostępność, bardzo dużą pojemność cieplną uzyskaną przy nieproporcjonalnie niskim nakładzie finansowym są nadal tworzone tego typu systemy magazynowania energii i z powodzeniem wykorzystywane.

Istnieje wiele praktycznych rozwiązań magazynowania energii w gruncie wykorzystujące do akumulacji energii warstwy wodonośne, podłoże skalne, sztuczne akumulatory energii, np. płyty betonowe.

W poniższym opracowaniu ograniczymy się do rozważenia magazynowania energii pozyskanej z energii słonecznej w procesie wymiany długoterminowej i magazynowej w sztucznym zbiorniku wodnym. Dlaczego woda? Otóż z uwagi na jej szereg zalet:

- jest nośnikiem energii nieszkodliwym dla środowiska,
- możliwość dowolnej lokalizacji zbiorników ograniczona jedynie warunkami lokalnymi,
- charakteryzuje się wysoką pojemnością cieplną,
- charakteryzuje się wysokim wskaźnikiem odzysku zmagazynowanej energii – do 90 %,
- niski koszt,
- prostota i niski koszt urządzeń odzyskujących ciepło zgromadzone w wodzie.

Najprostszym sposobem przekształcenia energii słonecznej w energię cieplną jest wykorzystanie kolektorów słonecznych, w których absorbowana energią podgrzewa ciecz (glikol), którym wypełniony jest kolektor.

W oparciu o powyższe założenia: wytwarzanie w sposób prosty i jak najmniej kosztowny energii cieplnej i magazynowaniu jej w oparciu o czynnik absorbujący jakim jest woda została opracowana i wdrożona instalacja mająca na celu wsparcie zapotrzebowania Wojewódzkiego Szpitala dla Nerwowo i Psychicznie chorych w Ząbkach w ramach projektu EINSTEIN - Effective INtegration of Seasonal Thermal Energy storage systems IN existing buildings (projekt realizowany od stycznia 2012 r. ze środków 7 Programu Ramowego w zakresie badań i rozwoju technologicznego). Ogólna zasada funkcjonowania instalacji polega na wykorzystaniu jako źródła ciepła baterii kolektorów, które w okresie intensywnego nasłonecznienia (głównie okres letni) będą poprzez zamknięty obieg czynnika grzewczego (glikol - Ergolid-Eko o temperaturze krzepnięcia -35°C) podgrzewały wodę w zbiorniku. W okresie grzewczym ciepło zmagazynowane w zbiorniku z wykorzystaniem pompy ciepła będzie zasilalo lokalny układ grzewczy szpitala. Biorąc pod uwagę zapotrzebowanie na energię cieplną zaprojektowano następujące parametry dla źródła i magazynu energii:

- kolektory słoneczne – płaskie, 65 szt. typu Vitosol 200 F Sv2, usytuowane w bezpośrednim sąsiedztwie zbiornika posadowione na fundamentach betonowych na gruncie. Maksymalny uzysk z kolektorów słonecznych o łącznej powierzchni $150,8 \text{ m}^2$ wynosi $150,8 \text{ kW}$ przy założeniu jednostkowego uzysku $1000\text{W}/\text{m}^2$
- zbiornik - naziemny, wykonany z prefabrykatów stalowych, płaszcz zewnętrzny wykonany z blachy trapezowej. Izolacja ścian wełną mineralną. Dach płaski o konstrukcji stalowej. Zbiornik posadowiony na płycie żelbetonowej. Wysokość zbiornika 8 m, średnica wewnętrzna 12,4, średnica zewnętrzna 14,0, pojemność 800 m^3

Projekt zakłada niskoenergetyczny system grzania, który polegać będzie na:

- bardzo niskim zużyciu energii pierwotnej ze względu na zastosowanie odnawialnych źródeł energii i technologii magazynowania energii. Ograniczenie zużycia energii pierwotnej w 70%, w stosunku

do pierwotnej sytuacji budynku przed modernizacją, pozwala na zaprojektowanie nowych budynków nisko energetycznych,

- stworzeniu możliwość przekształcenia istniejących budynków w budynki nisko energetyczne z uwagi na brak ograniczeń w zakresie oszczędności energii - odpowiednio duże instalacje kolektorów i zbiorników magazynujących energię dają możliwość większej redukcji zużycia energii pierwotnej,
- pompach ciepła wykorzystywanych jako efektywne źródło energii, pracujących nawet z COP = 10,
- wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii i uzyskaniu co najmniej 50% energii promieniowania słonecznego docierającej do kolektorów.
- połączeniu STES i pomp ciepła. Połączenie z pompami ciepła jest znacznie efektywniejsze od połączenia z konwencjonalnymi kotłami, możliwe jest podniesienie efektywności energetycznej o 20%, zmniejszenie zużycia energii pierwotnej o 35% i zredukowanie kosztów o 25%. Do tego wymagane są odpowiednie pompy ciepła, które zostaną opracowane w tym projekcie.

Na poniższym rysunku² przedstawiony jest schemat poglądowy całej instalacji wraz z wykazem podmiotów współpracujących w ramach projektu:



² Mostostal Warszawa S.A.