



Europejski  
Instytut Miedzi  
Copper Alliance

Leonardo  
ENERGY 

---

## **Energia odnawialna** **Elektrownie szczytowo-pompowe**

Denzil Walton

Nr ref EIM: EIM05135

## Wstęp

Energia wodna jest nie tylko odnawialnym i zrównoważonym źródłem energii, ale jej elastyczność i zdolność do magazynowania umożliwiają poprawę stabilności sieci i wspierają instalowanie innych źródeł, pracujących w sposób nieciągły, takich jak wiatr i energia słoneczna. Stąd na całym świecie pojawia się ponowne zainteresowanie elektrowniami szczytowo-pompowymi i zapotrzebowanie na rewitalizację starych, małych elektrowni wodnych.

Jest to jeden z wniosków interesującego artykułu autorstwa Shafiqura Rehman'a i in. "[Elektrownie szczytowo-pompowe. Przegląd technologii](#)"[1]. Autorzy dokonują przeglądu w skali globalnej: mocy zainstalowanych w elektrowniach szczytowo-pompowych, rozwoju technologii i systemów hybrydowych (elektrownie szczytowo-pompowe magazynujące energię z elektrowni wiatrowych, fotowoltaicznych oraz wiatrowych i fotowoltaicznych) oraz rekomendują najlepsze opcje.

## Dlaczego są nam potrzebne elektrownie szczytowo-pompowe?

Odnawialne źródła czystej energii, jak energia wiatru, słoneczna, energia fal i pływów, energia z biomasy i odpadów komunalnych, z samej swojej natury pracują w sposób nieciągły, wobec czego nie mogą nieprzerwanie dostarczać energii na poziomie swojej mocy znamionowej. Dlatego aby połączyć źródła energii wiatrowej lub słonecznej z siecią elektroenergetyczną i zapewnić jakość energii, niezbędne są duże systemy magazynowania energii.

Duże znaczenie elektrowni szczytowo-pompowych polega na tym, że umożliwiają poszczególnym krajom bardziej efektywną integrację zmiennych źródeł energii odnawialnej z systemem elektroenergetycznym. Następuje to na drodze dynamicznego reagowania i zapewnienia rezerwowania w okresach nadmiernego poboru mocy.

## Co to jest elektrownia szczytowo-pompowa?

Elektrownia szczytowo-pompowa jest w istocie jednym z najstarszych sposobów wielkoskalowego magazynowania energii. Działa ona na bardzo prostej zasadzie, wykorzystując dwa zbiorniki wody położone na różnych poziomach. Kiedy woda jest spuszczana z górnego zbiornika do dolnego, energia potencjalna wody zamienia się na energię kinetyczną napędzając turbinę i generator, który przekształca ją w energię elektryczną. W okresach małego zapotrzebowania energii elektrycznej i niższej ceny, woda jest pompowana z powrotem do zbiornika górnego.

Oczywiście elektrownia szczytowo-pompowa nie jest producentem energii netto, jednakże w połączeniu z wykorzystaniem innych form generacji energii ze źródeł odnawialnych do pompowania wody do górnego zbiornika, pozwala rozwiązać problemy związane z nieciągłością pracy innych technologii generacji ze źródeł odnawialnych. Sprawność energetyczna elektrowni szczytowo-pompowej zawiera się w praktyce między 70% a 80%, jakkolwiek deklarowane sprawności sięgają 87%.

## Stan obecny

Magazynowanie w elektrowni szczytowo-pompowej jest formą magazynowania energii z sieci, zapewniającą największą dostępną zdolność magazynowania, która stanowi ponad 99% światowych zdolności magazynowania, odpowiadających około 127 GW. Rozkłada się ona w skali całego świata pomiędzy ponad 300 instalacji. Stany Zjednoczone i Japonia dostarczają około 40% całkowitej zdolności magazynowania elektrowni szczytowo-pompowych.

W Unii Europejskiej jest obecnie około 140 działających elektrowni szczytowo-pompowych o sumarycznej mocy zainstalowanej przekraczającej 19,5 GW. Najwięcej z nich znajduje się w Niemczech (31), Włoszech (21) i w Austrii (19).

W Chinach elektrownie szczytowo-pompowe przeżywają w ciągu ostatnich 10 lat okres dobrej koniunktury. Obecnie zostały wybudowane 24 elektrownie o łącznej mocy zainstalowanej 17 GW, a celem rządu na rok 2020 jest 50 GW.

# Typy elektrowni szczytowo-pompowych

Autorzy przedstawiają przegląd statusu i potencjału następujących rodzajów elektrowni:

- elektrownie szczytowo-pompowe magazynujące energię z elektrowni wiatrowych (W-PHES)<sup>1</sup>
- elektrownie szczytowo-pompowe magazynujące energię z elektrowni fotowoltaicznych (PV-PHES)<sup>2</sup>
- elektrownie szczytowo-pompowe magazynujące energię z elektrowni wiatrowych i fotowoltaicznych (W-PV-PHES)<sup>3</sup>
- elektrownie szczytowo-pompowe wykorzystujące wodę morską.

## Wnioski

Autorzy rozważają główne zalety elektrowni szczytowo-pompowych, jakimi są elastyczność uruchomienia/zatrzymania, zdolność śledzenia zmian obciążenia, możliwość dostosowywania do drastycznych zmian obciążenia oraz utrzymywanie stabilności napięcia.

Z ich badań wynika, że zintegrowane systemy elektrowni wiatrowych i elektrowni szczytowo-pompowych są najbardziej konkurencyjnymi technologiami w różnych obszarach geograficznych. Eksploatacja elektrowni wiatrowych we współpracy z elektrowniami szczytowo-pompowymi jest uważana za ekonomicznie uzasadniony sposób spożytkowania ogromnego potencjału wiatru, zwiększenia mocy zainstalowanej elektrowni wiatrowych i zastąpienia w godzinach szczytu dostawy energii z elektrowni konwencjonalnych.

Stwierdzono, że elektrownie szczytowo-pompowe oparte na współpracy ze źródłami fotowoltaicznymi są bardziej przydatne dla bardzo małych zastosowań. Doświadczenia z magazynowaniem w elektrowniach szczytowo-pompowych na wodę morską ograniczają się do pojedynczego projektu w Japonii, chociaż znacznie większa inwestycja w Irlandii znajduje się w fazie studium koncepcyjnego, opcja ta jest także poważnie rozważana w Australii.

Podsumowując, wydaje się, że rozwijanie elektrowni szczytowo-pompowych – szczególnie na obszarach o zwiększonej zdolności produkcji energii elektrycznej ze źródeł wiatrowych i fotowoltaicznych, mogłoby znacznie poprawić niezawodność sieci, zmniejszając przy tym potrzeby inwestowania w dodatkowe elektrownie na paliwa kopalne.

## Literatura

- [1] [Pumped hydro energy storage system: A technological review](#). Shafiqur Rehman, Luai M. Al-Hadhrami, Md. Mahbub Alam.

---

<sup>1</sup> Wind Pumped Hydro Electric Energy Storage

<sup>2</sup> Photovoltaic Pumped Hydroelectric Energy Storage

<sup>3</sup> Wind and PV Pumped Hydroelectric Energy Storage