

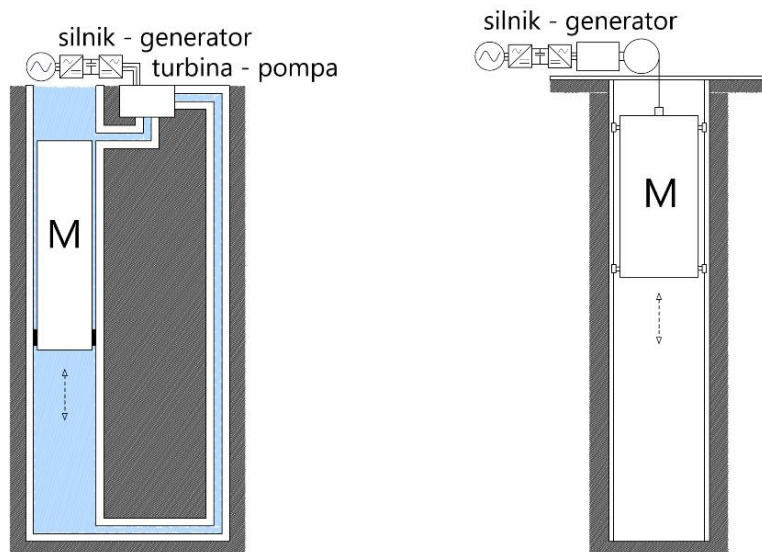
**XLVIII OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ  
ZAWODY III STOPNIA  
PROBLEM TECHNICZNY DLA GRUPY MECHANICZNO-BUDOWLANEJ**

**Autor: Maciej Jaworski**

**Koreferent: Jacek Bzowski**

**Magazyny energii w nieczynnych szybach kopalnianych**

W dobie rosnącego zapotrzebowania na magazyny energii elektrycznej pojawiają się propozycje wykorzystania szybów wyeksploatowanych kopalni głębinowych. Schematy dwóch najciekawszych koncepcji pokazano na rysunku. Oba przypadki dotyczą magazynowania z wykorzystaniem energii pola grawitacyjnego, analogicznie, jak ma to miejsce w elektrowniach szczytowo-pompowych. W szybach umieszczone są ciężary o masie  $M$  (kilkaset do kilku tysięcy ton). Po lewej stronie pokazany jest schemat układu, w którym szyb jest zalany wodą, a ciężar  $M$  pełni rolę tłoka. W zależności od fazy działania magazynu woda jest pompowana pod ciężar powodując jego podnoszenie (ładowanie magazynu), lub opadający ciężar przetłacza wodę przez turbinę, która napędza generator elektryczny (rozładowanie magazynu, odebranie zmagazynowanej energii). Po prawej pokazano schemat układu, w którym ciężar jest zawieszony na linie, nawiniętej na obracający się bęben połączony przez przekładnię z silnikiem/generatorem. Opadający ciężar napędza generator (rozładowanie magazynu), podnoszenie jest realizowane przez silnik elektryczny (ładowanie magazynu).



Przeanalizować obie koncepcje pod kątem problemów, jakie należy wziąć pod uwagę na etapie projektowania i eksploatacji:

- a) Jakie działania należy podjąć, aby przystosować istniejący szyb do możliwości jego wykorzystania jako magazynu energii (w obu przypadkach)?
- b) Jakie ograniczenia występują w obu koncepcjach z punktu widzenia pojemności magazynu energii i maksymalnej mocy uzyskiwanej w czasie rozładowania?

**XLVIII OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ**  
**ZAWODY III STOPNIA**  
**PROBLEM TECHNICZNY DLA GRUPY MECHANICZNO-BUDOWLANEJ**

- c) Zaproponować sposób blokowania ciężaru w górnym położeniu w obu przypadkach (magazyn w stanie „naładowanym”).
- d) Dla obu koncepcji wymienić źródła strat energii – czynniki wpływające na sprawność; dla której technologii teoretyczna sprawność magazynowania może być większa?
- e) Zakładając tę samą pojemność obu magazynów (przy tej samej głębokości szybów) jakie powinny być proporcje mas (od czego to zależy)?
- f) Dla magazynu z szybem zalanym wodą oszacować ciśnienie na tłoczeniu pompy (przyrost ciśnienia na pompie) w fazie początkowej ładowania magazynu, tzn. podnoszenia ciężaru od stanu spoczynkowego do szybkości  $v = 0,5 \text{ m/s}$  przy założeniu, że faza ta trwa  $t = 5$  sekund. Przyjąć, że szyb ma średnicę  $D = 5 \text{ m}$ ; wysokość tłoka  $h = 10,6 \text{ m}$ ; gęstość wody wynosi  $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$ , a średnia gęstość materiału, z którego wykonany jest tłok wynosi  $\rho_M = 2400 \text{ kg/m}^3$ ; przyspieszenie ziemskie  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ; pominąć spadek ciśnienia w kanale doprowadzającym wodę pod tłok.