



Eksperyment naukowy – zaprojektowanie i budowa modelu magazynu energii w skroplonym powietrzu (LAES) przez studentów PW, Studenckie Koło Magazynowania Energii

Projekt zgłoszony na Małą Pulę RKN.

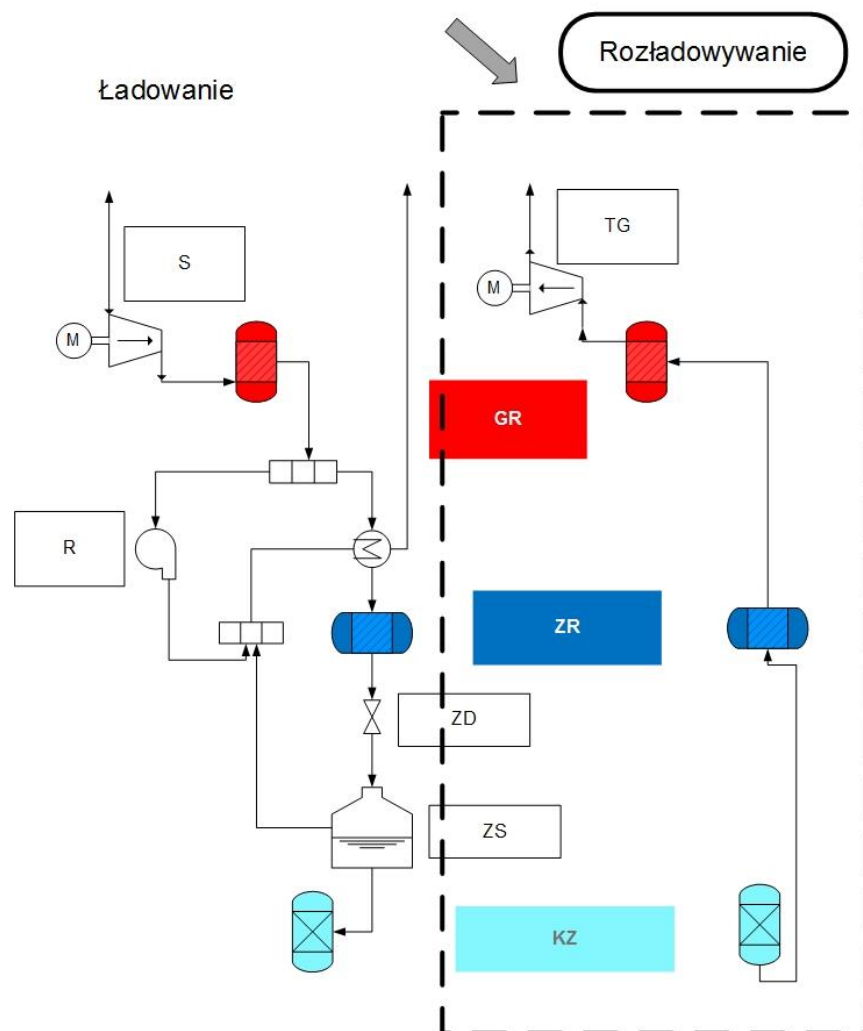
Opis ogólny

Energetyka w XXI wieku stoi przed trudnymi wyzwaniami, których znaczna część dotyczy powolnego wyczerpywania się dostępnych pokładów paliw kopalnych. Dynamiczny rozwój alternatywnych źródeł energii, takich jak energetyka wiatrowa czy słoneczna jest bardzo pozytywnym trendem. Jendakże, jak przystało na nowe technologie- nie obywa się to bez trudności technicznych. Zarówno energia słoneczna jak i wiatrowa w odpowiednich ilościach dostępna jest tylko w okresie występowania określonych, korzystnych warunków pogodowych. Skrajne warunki, takie jak bezwietrzne okresy, pochmurne sezony czy duża wietrzność znacznie utrudniają działanie sieci energetycznych, gdzie wszelkie odchyłki od optimum ilości energii generowanej przez źródła zależne od pogody wymagają kompensacji. Ta kompensacja to albo wygaszanie konwencjonalnych bloków energetycznych na pewne okresy, albo załączanie specjalnie wybudowanych elektrowni szczytowych, przeważnie zasilanych gazem ziemnym. Magazynowanie energii jest odpowiedzią na powyższe trudności, a inwestycje ostatnich lat są dowodem zapotrzebowania na nie na rynkach na całym świecie.

Jedną z niewielu istniejących technologii magazynowania energii jest magazynowanie energii w skroplonym powietrzu (**Liquid Air Energy Storage, LAES**). Technologia ta pozwala na magazynowanie bardzo dużych ilości energii rzędu nawet do kilku GWh mając jednocześnie bardzo wysoką gęstość energii, porównywalną z popularnymi bateriami LI-Ion. W 2018 roku powstał pierwszy na świecie magazyn **LAES** podłączony do sieci, a pionierska firma, która go opracowała aktualnie pracuje nad globalną ekspansją.

Przedmiotem opisywanego projektu jest zaprojektowanie oraz budowa laboratoryjnego modelu magazynu **LAES** przez studentów PW, który może stać się pierwszym w Polsce magazynem tego typu i posłużyć do debaty nad potrzebą inwestycji w tego typu innowacyjne rozwiązania. Całość instalacji można rozłożyć na dwie fazy: 1) część do rozładowywania magazynu, 2) część do ładowania magazynu. Ze względu na możliwość zakończenia 1. fazy przed rozpoczęciem 2., teraz zostanie zbudowana jedynie część do rozładowywania energii, a pozostała część (do ładowania) będzie rozwinięciem projektu w przyszłości, po zakończeniu pierwszej fazy. Projekt przeznaczony jest do zgłoszenia na Małą Pulę RKN w 2019 roku.

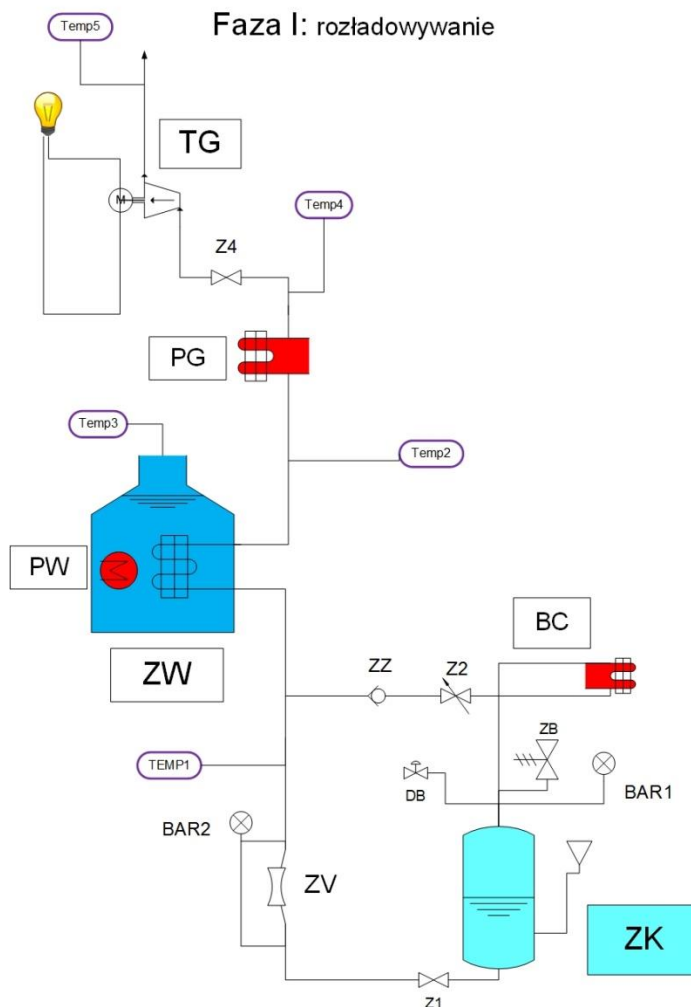
Magazyn Energii LAES: faza I



Rys.1- Schemat ideowy magazynu energii LAES

LAES

Faza I: rozładowywanie



Rys.2- Schemat ideowy rozładowywania magazynu energii LAES

Opis Techniczny:

Kluczowymi elementami instalacji części rozładowywania magazynu LAES są: zbiornik kriogeniczny (ZK) na ciekły azot, układ do budowania ciśnienia w zbiorniku (BC), zwężka Venturi'ego (ZV) parownik wodny (PW), przegrzewacz (PG) oraz zespół turbiny gazowej z generatorem prądu elektrycznego (TG). Ciekły azot będzie kolejno sprężany w zbiorniku, odparowywany, przegrzewany, a na końcu będzie wykonywał pracę mechaniczną na turbinie gazowej sprzęgniętej z generatorem generując energię elektryczną, co będzie ukazane poprzez świecenie się żarówek. Ze względu na brak części ładującej magazynu LAES w tej fazie oraz dla uproszczenia modelu, do odzyskiwania energii zamiast skroplonego samodzielnie powietrza wykorzystany będzie dowieziony specjalnie ciekły azot. Źródłem dostarczanego do azotu ciepła będą również dla uproszczenia grzałki elektryczne. Prąd elektryczny będzie generowany za

pomocą alternatora samochodowego, w efektywny sposób ukazując odzyskiwanie energii dzięki świecącym się żarówkom. Poza zbiornikiem kriogenicznym i alternatorem, każdy element instalacji będzie również zaprojektowany i wykonany samodzielnie przez członków koła z dostępnych półproduktów, łącznie z 3-stopniową bezłopatkową turbiną gazową (zwaną turbiną Tesli) o mocy nominalnej 200W. Ciśnienie nominalne w instalacji wyniesie 5 atmosfer, co jest bezpiecznym poziomem dla projektu instalacji o tych wymiarach.

Wartość dydaktyczna:

Projektowanie oraz budowa modelu magazynu **LAES** wymaga połączenia w zespole umiejętności z różnych gałęzi techniki, takich jak budowa maszyn, energetyka, elektrotechnika. Daje możliwość zastosowania w praktyce zarówno wiedzy naukowo-projektowej nabytej na studiach, jak i zdobycia typowo warsztatowych umiejętności niezbędnych by wytworzyć i zmontować odpowiednie podzespoły. Model zawiera wszystkie kluczowe elementy występujące w pełnoskalowym systemie oraz te same przemiany termodynamiczne czynnika, co w instalacjach dużej skali, które już wkrótce będą współpracować z siecią elektroenergetyczną na całym świecie. Nauka technicznego obycia przy takiej instalacji pozwala studentom na zobaczenie na własne oczy działania urządzeń wykorzystywanych obecnie w energetyce na całej świecie (turbina, generator, układ pomiarowy). Całkowity proces rozładowywania magazynu będzie trwał kilkanaście minut, a podczas działania członkowie koła będą wykonywać wszystkie pomiary, które są potrzebne do wyznaczenia charakterystyk termodynamicznych magazynu i ostatecznie jego sprawności.