

REE 2018

**Aktualne wyzwania
24 - 26 kwietnia 2018 r.**

Kazimierz Dolny, Hotel Król Kazimierz
XXIV Konferencja Naukowo-Techniczna - Rynek Energii Elektrycznej

HYDROENERGETYCZNE ZESPOŁY ZASOBNIKOWO – REGULACYJNE, JAKO ROZPROSZONE MAGAZYNY ENERGII ELEKTRYCZNEJ

**Adam Adamkowski
Mariusz Lewandowski**



Stanisław Lewandowski



Problemy sektora energetyki

- Znaczący wzrost zmienności zapotrzebowania na energię elektryczną, zwłaszcza w ujęciu chwilowym (sekundowym, minutowym) i krótkookresowym (godzinowym, dobowym);
- Wzrost nasycenia systemów elektroenergetycznych „niespokojnymi” źródłami wytwarzania energii elektrycznej wykorzystującymi energię wiatru i słońca;
- Dynamiczny rozwój energetyki rozproszonej, tworzenie Klastrow Energii i Lokalnych Obszarów Bilansowania.
- Rozwój energetyki prosumenckiej w odpowiedzi na rosnące koszty energii przy jednoczesnym wzroście jej zapotrzebowania.

Transformacja systemów energetycznych – potrzeba wdrażania nowych technologii w zakresie regulacji

REF 2018

- Ilość mikroinstalacji przyłączanych do systemu i ich sumaryczna moc jest obecnie stosunkowo wysoka i wszystko wskazuje na to, że w najbliższej przyszłości rozwój mikroinstalacji będzie nadal duży.
- Niemal 100% nowych mikroinstalacji to systemy PV, co bezpośrednio wpływa na wzrost niestabilności systemu po stronie wytwarzania energii elektrycznej;

2017 - TAURON

4098 szt.	przyłączenia nowych mikroinstalacji
24,625 MW	łączna moc nowych mikroinstalacji

2017 - ENERGA

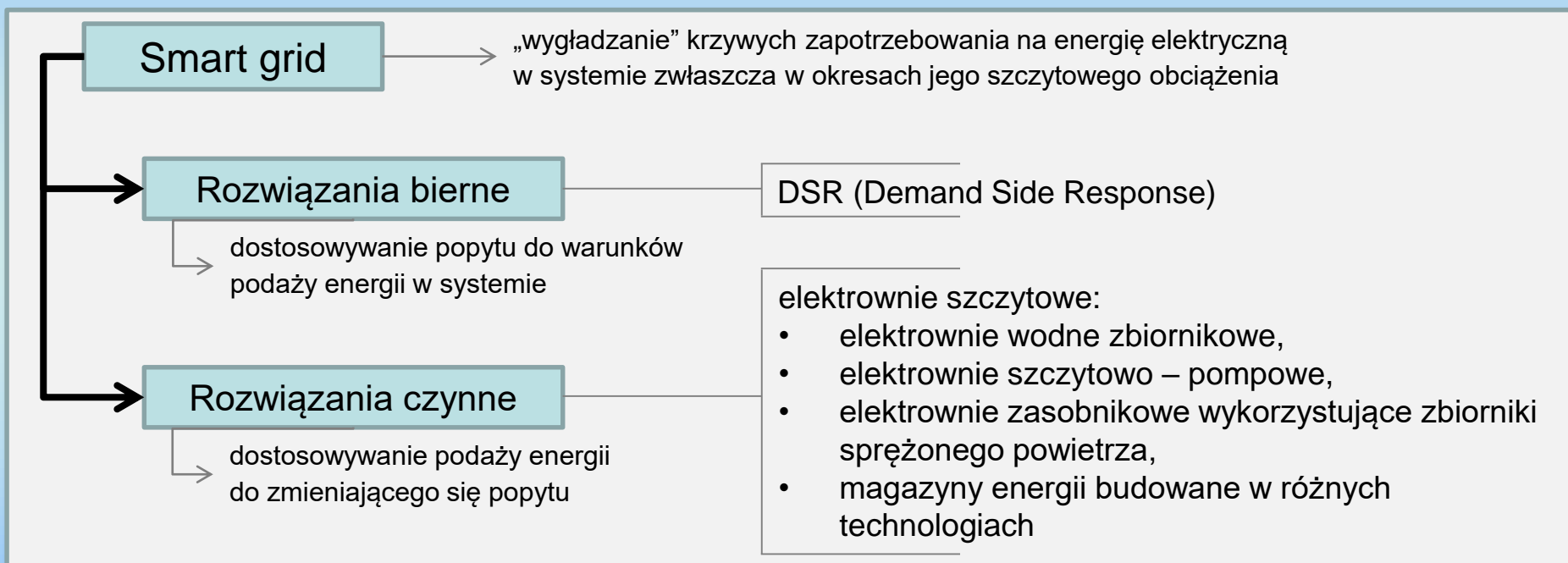
2245 szt.	przyłączenia nowych mikroinstalacji;
16,767 MW	łączna moc nowych mikroinstalacji;

2017 - ENEA

1808 szt.	przyłączenia nowych mikroinstalacji
12,888 MW	łączna moc nowych mikroinstalacji

Transformacja systemów energetycznych – potrzeba wdrażania nowych technologii w zakresie regulacji

REF 2018



Transformacja systemów energetycznych – potrzeba wdrażania nowych technologii w zakresie regulacji

REF 2018

Podaż energii

\neq

Popyt na energię

\Rightarrow

Niestabilność systemu energetycznego
($f \neq f_{nom}$ $U \neq U_{nom}$)

Środki techniczne:

- miękkie - regulacja mocy po stronie źródeł wytwarzania lub odbiorów
- twarde – wyłączenia jednostek wytwórczych lub odbiorów

=

Dodatkowy koszt

Podaż energii

=

Popyt na energię

\Rightarrow

Stabilizacja systemu energetycznego
($f = f_{nom}$ $U = U_{nom}$)

Transformacja systemów energetycznych – potrzeba wdrażania nowych technologii w zakresie regulacji

REF 2018

- Magazyny energii –najkorzystniej o dużej pojemności i zapewniające szybkie reagowanie na dynamiczne zmiany zapotrzebowania w Klastrze Energii oraz o możliwie najdłuższej żywotności z dużą liczbą przeładowań bez wpływu na utratę sprawności magazynowana energii;



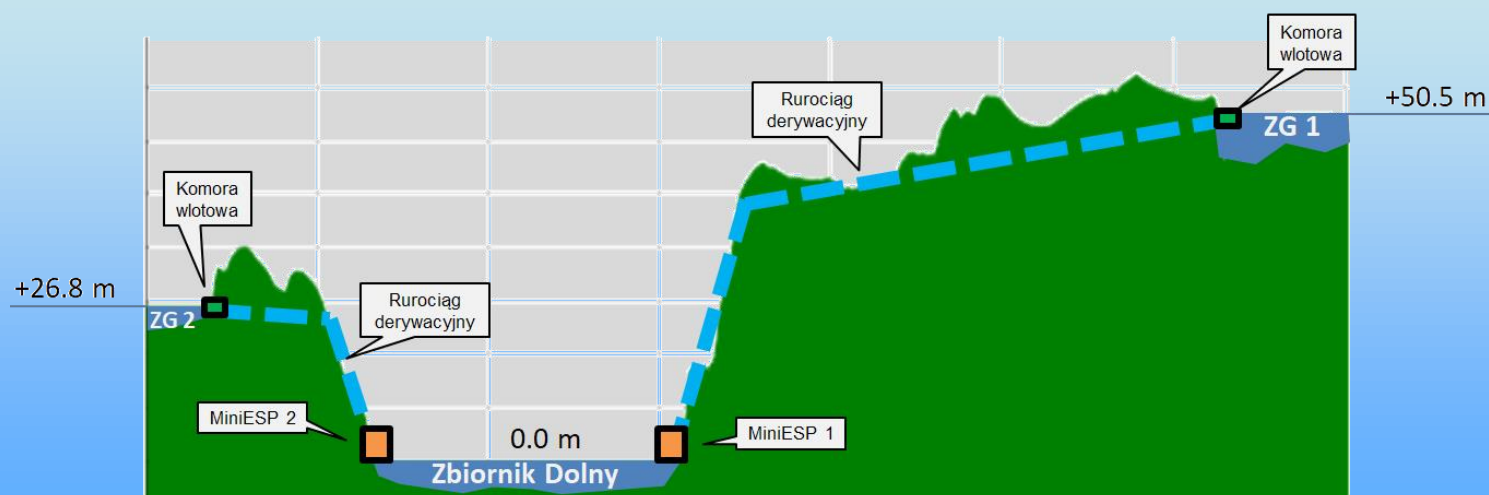
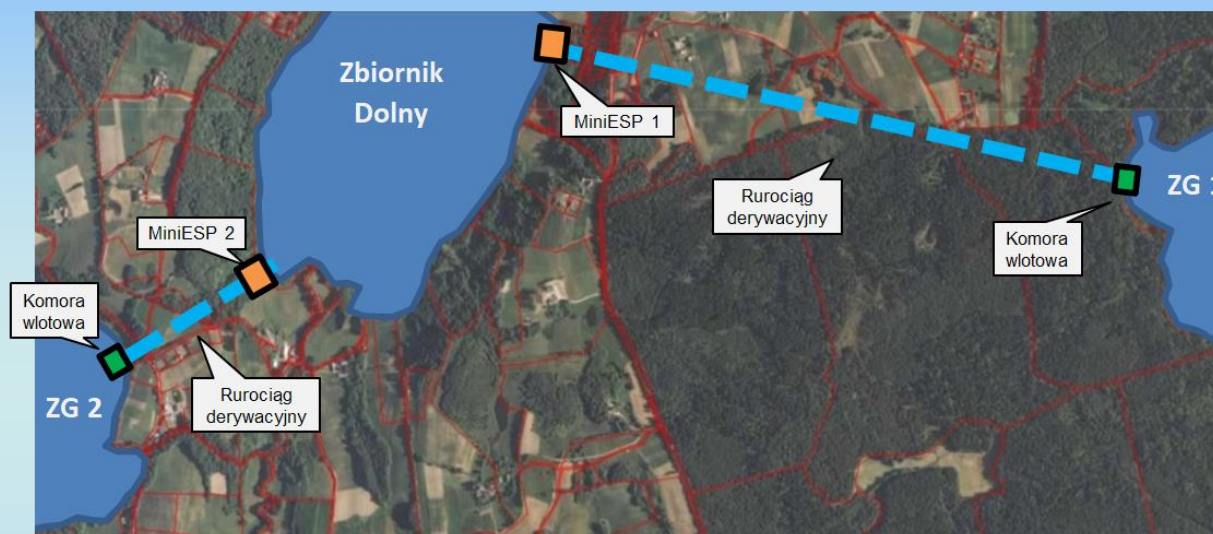
**Zbiornikowe
elektrownie wodne**



- szybka reakcja w sytuacji zarówno zwiększonego zapotrzebowania na energię, jak też nadmiernych nadwyżek możliwości produkcji energii przez źródła wytwarzania funkcjonujące w obszarze Klastra Energii (praktycznie bezzwłoczne uruchamianie członów turbinowych w jednym przypadku i członów pompowych w drugim).
- utrzymywanie w tzw. „gorącej rezerwie” obu członów, realizowane w systemie pracy określanym jako „sprężenie hydrauliczne”, otwiera znakomite możliwości regulacyjne w zakresie mocy i napięcia.

Koncepcja hydroenergetycznego zespołu zasobnikowo – regulacyjnego.

Lokalizacja głównych obiektów zespołu HEZ ZR „Trzy Jeziora”



Koncepcja hydroenergetycznego zespołu zasobnikowo – regulacyjnego.

REF 2018

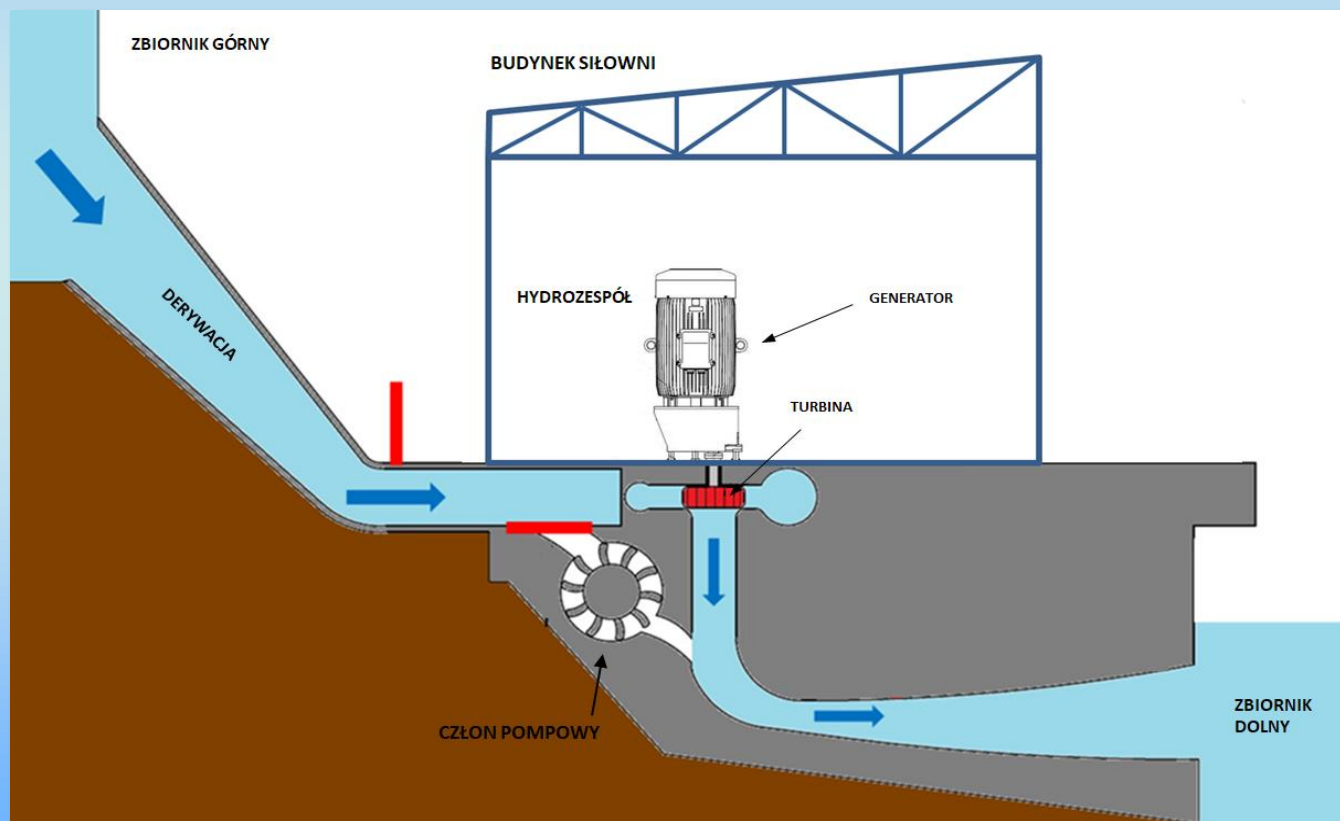
Parametry techniczne i systemy pracy.

Hydroenergetyczny zespół zasobnikowo – regulacyjny
„Trzy Jeziora”

Lp.	Parametr	Zb. górny: ZG 1	Zb. górny: ZG 2	Zb. dolny: ZD	SUMA
1	Różnica poziomów luster wody pomiędzy ZG1 i ZG2 a ZD [m]	50,5	26,8		
2	Założone wahania lustra wody [m]	± 0,15	± 0,25	± 0,18	
3	Pojemność magazynów energii [kWh]	12 400	10 400	22 800	
4	Moc zainstalowana elektrowni [MW]	3,1	2,6		5,7
5	Produkcja roczna energii [MWh]	8 200	6 800		15 000
6	Moc instalowana członu pompowego [MW]	2,6	2,2		4,8
7	Średnioroczny pobór energii na pompowanie [MWh]	10 250	8 500		18 750
8	Zakres mocy regulacyjnej Zespołu [MW]	-2.6÷3.1 (5.7)	-2.2÷2.6 (4.8)		-4.8÷5.7 (10,5)
9	Przychód średnioroczny z produkcji energii szczytowej [zł]	4 100 000	3 400 000		7 500 000
10	Koszt energii pobranej na pompowanie [zł]	1 540 000	1 280 000		2 820 000
11	Przychody ze sprzedaży energii [zł]	2 560 000	2 120 000		4 680 000
12	Koszty utrzymania [zł] (0,01 Ni)	180 000	120 000		300 000
13	Szacowane nakłady inwestycyjne [Ni][zł]	18 000 000	12 000 000		30 000 000

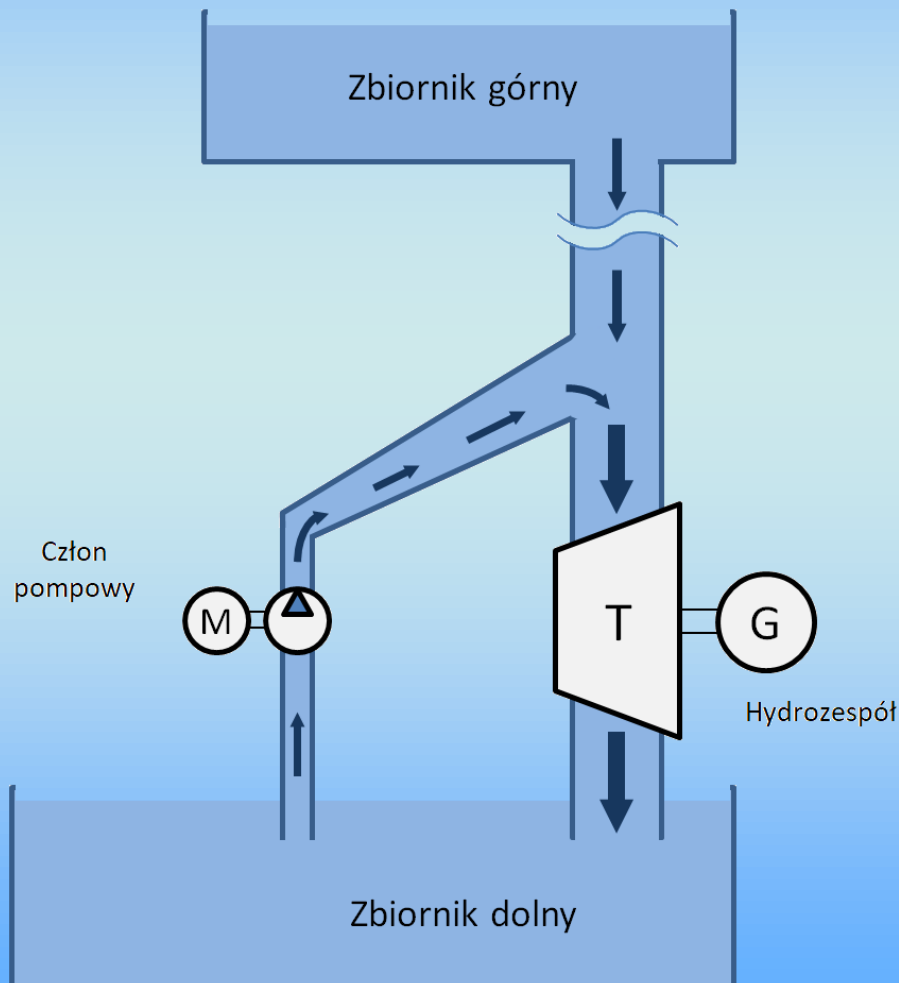
Koncepcja hydroenergetycznego zespołu zasobnikowo – regulacyjnego.

Schemat ideowy HEZ ZR w trybie pracy turbinowej

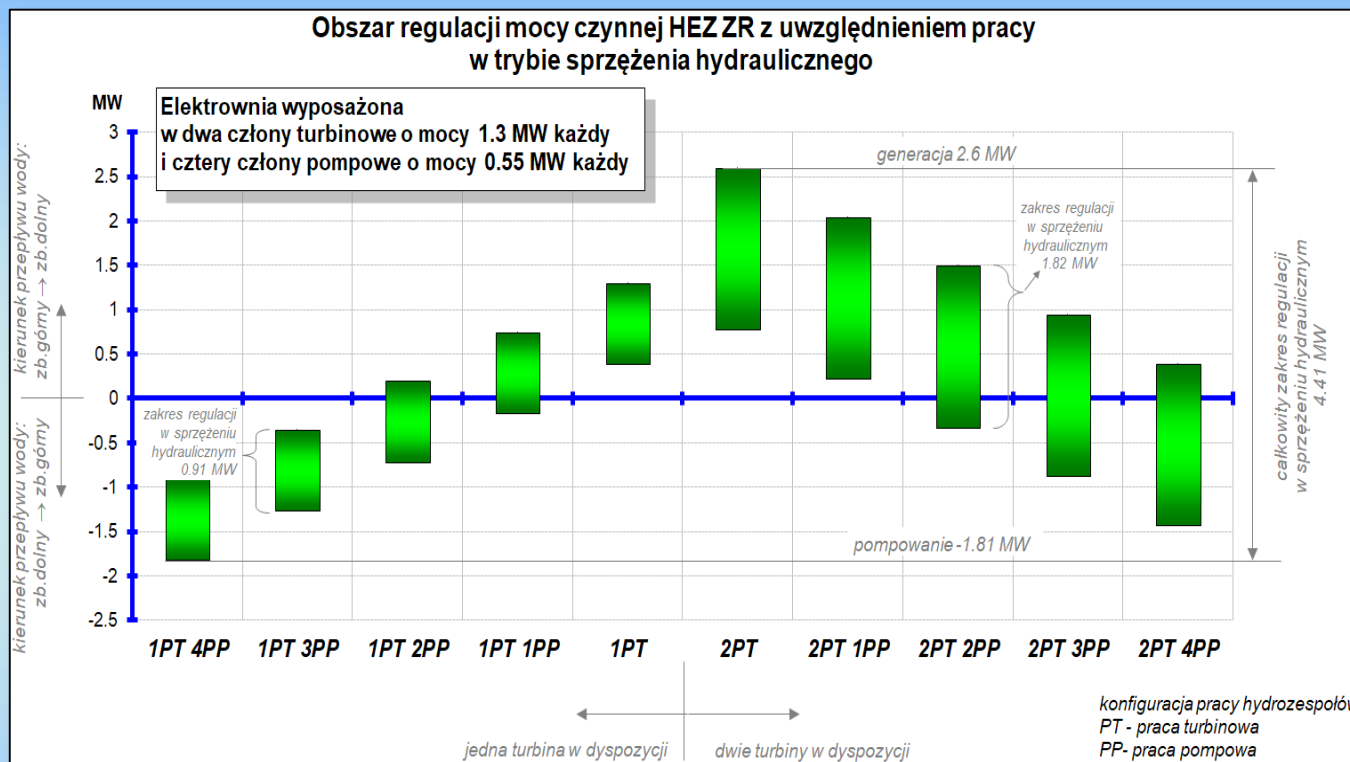


Koncepcja hydroenergetycznego zespołu zasobnikowo – regulacyjnego.

Idea pracy przykładowej mini elektrowni zbiornikowej z członem pompowym w sprzężeniu hydraulicznym



Koncepcja hydroenergetycznego zespołu zasobnikowo – regulacyjnego.



Przykład regulacji mocy czynnej w sprzężeniu hydraulicznym przykładowej mini elektrowni wodnej zbiornikowej wyposażonej w dwa hydrozespoły i cztery zespoły pompowe.

Koncepcja hydroenergetycznego zespołu zasobnikowo – regulacyjnego.

Opłacalność wdrożenia koncepcji HEZ ZR

- HEZ ZR w postaci zespołu miniESP jest konglomeratem stanowiącym najtańszą metodę magazynowania energii. Wg **IRENA** nakłady inwestycyjne na budowę tego typu elektrowni wynoszą ok. **6 000÷18 000 zł/kW**.
- Przy zakresie mocy regulacyjnej HEZ ZR wynoszącym **10,5 Mw_{reg}** - nakład inwestycyjny na jednostkę mocy regulacyjnej HEZ ZR wynosi tylko ok. **2 900 zł/kW_{reg}**
- Zdolność magazynowania energii zespołu zbiorników wynosi ok. **22 800 kWh**, co zapewnia pracę HEZ ZR z pełną mocą przez **4 godziny**;
- Obiekty hydrotechniczne elektrowni wodnych są długowieczne. Ich czas eksploatacji często przekracza 100 lat natomiast żywotność głównych urządzeń elektro – mechanicznych wynosi minimum 30 lat. W tym czasie HEZ ZR może przeprowadzić ponad **20 000 cykli pracy** (odpowiadających cyklom naładowań i rozładowań).

Koncepcja hydroenergetycznego zespołu zasobnikowo – regulacyjnego.

ZALETY I WADY PREZENTOWANEGO HEZ ZR

- **Zalety:**

- długi czas użytkowania/eksploatacji obiektu,
- stosunkowo niskie nakłady inwestycyjne na jednostkę mocy zainstalowanej,
- wysoka szybkość reakcji na zmiany zapotrzebowania na energię,
- możliwość kompensacji mocy biernej (praca w systemie kompensatorowym),
- duża pojemność magazynu energii,
- długi czas magazynowania energii,
- doświadczenia w stosowaniu i dojrzałość technologii,
- wysoka sprawność: 70-85%

- **Wady:**

- trudności w znalezieniu dogodnej lokalizacji,
- długi proces przedinwestycyjny oraz czas budowy,
- ingerencja w środowisko naturalne.

WNIOSKI

- Przedstawiona koncepcja hydroenergetycznego zespołu zasobnikowo – regulacyjnego uwzględnia zachodzące w energetyce krajowej procesy transformacji strukturalnej w obszarze wytwarzania i regulacji parametrów technicznych pracy systemu elektroenergetycznego.
- HEZ ZR dobrze wpisuje się w koncepcję Klastra Energii zarówno ze względu na wielkość mocy jak i na właściwości ruchowe (regulacyjno – bilansujące).
- Wykorzystanie w koncepcji budowy zespołu trzech naturalnych zbiorników wodnych daje korzyści w postaci wyraźnego obniżenia kosztów jego budowy przede wszystkim w stosunku do podobnych projektów ze zbiornikami sztucznymi. Szacunkowa wycena kosztów budowy w wysokości 30 mln zł przy sumarycznym ciągłym pasmie mocy regulacyjnej o szerokości 10,5 MW (od 5,7 MW mocy generowanej do 4,8 MW mocy pobieranej), daje jednostkowy wskaźnik nakładów na moc regulacyjną w wysokości: ok. 2,9 mln zł/MW_{reg}, co stanowi jeden z najniższych uzyskiwanych wskaźników w budowie ESP.

WNIOSKI

- Regulacja mocy czynnej zespołu przy zastosowaniu sprzężenia hydraulicznego może przebiegać z szybkością ok. 2,5 MW/s
- Lokalizacja zespołu elektrowni na terenie Klastra Energii pozwoli na bilansowanie mocy, co będzie istotnie rzutować na cenę energii dla odbiorców indywidualnych i prowadzących działalność gospodarczą na terenie Klastra Energii w związku z obniżeniem sieciowych strat przesyłu energii.
- Moc poszczególnych elektrowni większa od 2 MW i możliwy czas pracy z tą mocą przez minimum 4 godz. z wykorzystaniem pełnej pojemności magazynowej zbiorników wodnych otwiera szansę na udział tych elektrowni (łącznie lub rozdzielnie) w Rynku Mocy.

WNIOSKI

- Budowa HEZ ZR mogłaby być realizowana w formule komercyjnej, najkorzystniej przez inwestora będącego właścicielem sieci dystrybucyjnej (OSD), który powinien być zainteresowany posiadaniem wewnątrz Klastra Energii zespołu energetycznego złożonego z urządzeń energetycznych mających korzystny wpływ na efektywność techniczną i ekonomiczną bilansowania energii.
- Stosunkowo najwięcej problemów przewiduje się w przeprowadzeniu procesu przedinwestycyjnego, zwłaszcza na etapie pozyskiwania pozytywnej decyzji środowiskowej. Wymogi zawarte w decyzjach administracyjnych mogą istotnie rzutować na nakłady inwestycyjne oraz na efektywność wykorzystania potencjału wytwórczego zespołu.

REE 2018

Aktualne wyzwania 24 - 26 kwietnia 2018 r.

Kazimierz Dolny, Hotel Król Kazimierz
XXIV Konferencja Naukowo-Techniczna - Rynek Energii Elektrycznej

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

