

Wykorzystanie zbiorników elektrowni wodnych jako magazynów energii

Towarzystwo Elektrowni Wodnych



**Opracowanie rozwiązań technicznych,
technologicznych,
formalno - prawnych i organizacyjnych**



CEL PROJEKTU

**przystosowanie hydrowęzłów
energetycznych do wykorzystania
zmagazynowanej energii w zbiornikach
elektrowni wodnych**



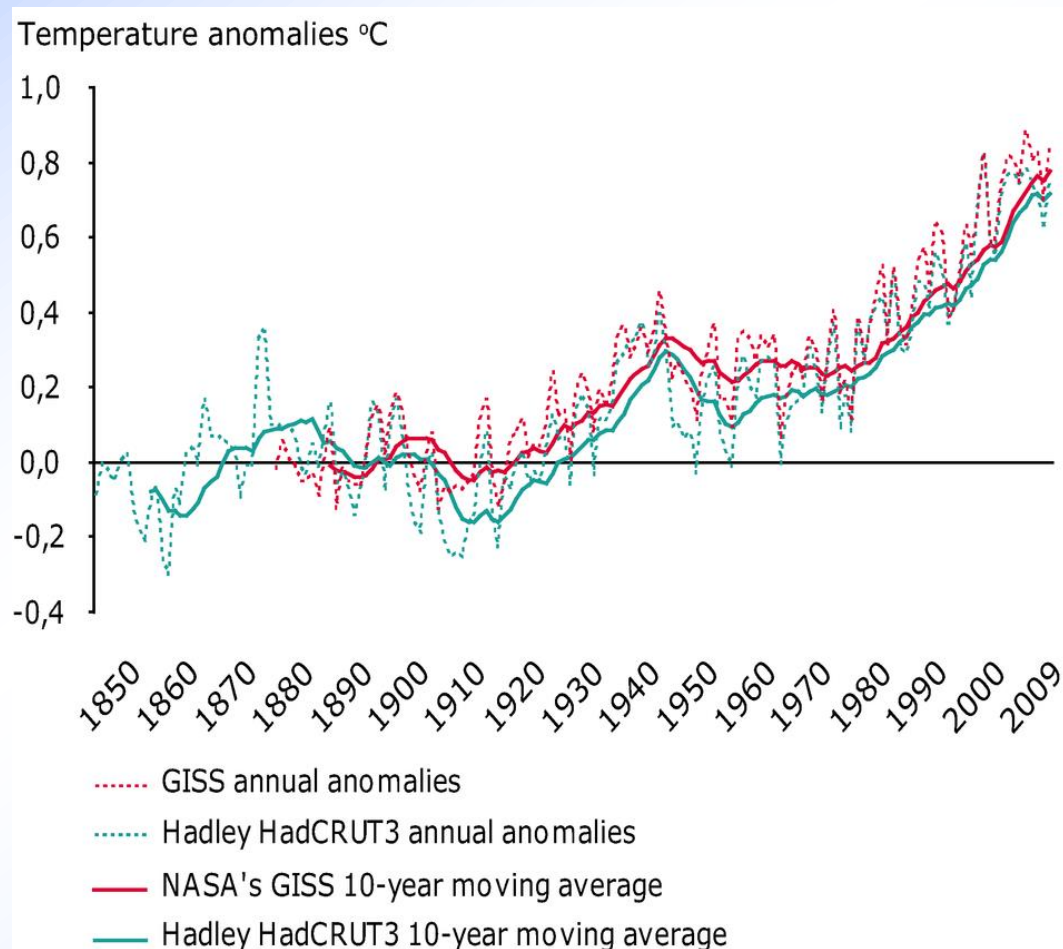
Wykorzystanie zbiorników elektrowni wodnych jako magazynów energii

DLACZEGO MAGAZYNY ENERGII?



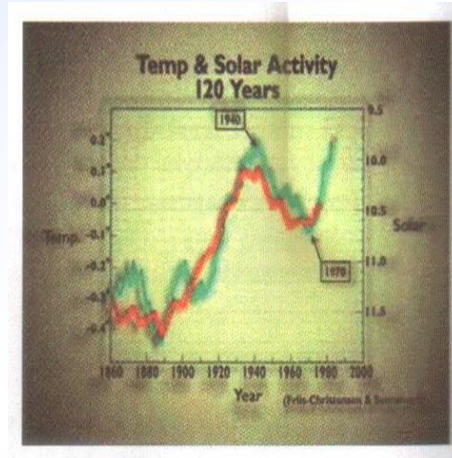
Wykorzystanie zbiorników elektrowni wodnych jako magazynów energii

**Globalne ocieplenie
- w opinii coraz
większej liczby
specjalistów i
ekspertów –
jest faktem!**

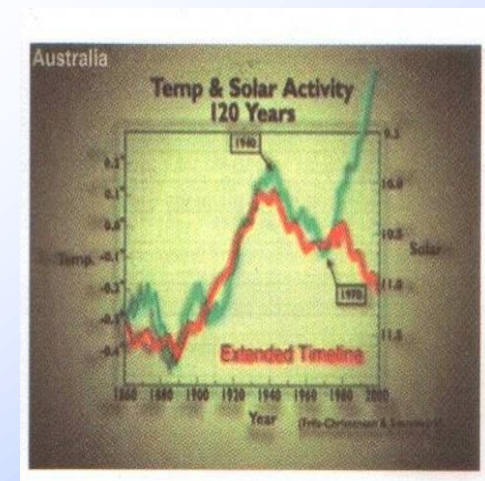


Zdeterminowana
działalność lobbies
dyskredytujących opinie
naukowców i
podważających
sensowność ochrony
klimatu

TO TEŻ FAKT



Kadr z filmu Wielkie Oszustwo Globalnego Ocieplenia (The Great Global Warming Swindle)



Kadr z filmu Zdemaskowanie Wielkiego Oszustwa Globalnego Ocieplenia będącego odpowiedzią na Wielkie Oszustwo Globalnego Ocieplenia

Sceptycy byli, są i będą!

Są też tacy, którzy uważają, że:

- > **rozwój energetyki wodnej to beznadziejne forsowanie starych niepasujących do współczesnych trendów w technice rozwiązań,**
- > **magazyny energii w postaci zbiorników wodnych przelektrownianych to myślenie w kategoriach połowy XX wieku.**

Nikt nie neguje potrzeby poszukiwania nowych i efektywnych rozwiązań zwłaszcza w zakresie poszukiwania sposobów magazynowania energii, jednak nie można się zgodzić z odrzucaniem a priori sprawdzonych dróg działania wykorzystujących rozwiniętą i gotową infrastrukturą w postaci zbiorników wodnych, przy których są lub mogą być zlokalizowane elektrownie wodne.

Elektrownie wodne zbiornikowe, nie tylko stwarzają możliwość stabilizacji systemu elektroenergetycznego i zapewnienia bezpieczeństwa dostaw energii w sytuacjach nieprzewidzianych, ale także biorą aktywny udział w zapewnieniu bezpieczeństwa zaopatrzenia w wodę, ochronie przeciwpowodziowej i przeciwdziałaniu skutkom susz hydrologicznych.



**TRANSFORMACJA ENERGETYKI TO NIEUNIKNIONY PROCES
A JEGO NEROZŁĄCZNYM ELEMENTEM JEST
INTENSYFIKACJA WYKORZYSTANIA OZE**

**MAGAZYNOWANIE ENERGII JEST ABSOLUTNĄ
I NIEPODWAŻALNĄ KONIECZNOŚCIĄ – JUŻ DZISIAJ**

**BEZ MAGAZYNÓW ENERGII W ODPOWIEDNIEJ
WIELKOŚCI NIE MA SZANS NA DALSZY DYNAMICZNY ROZWÓJ
ENERGETYKI ODNAWIALNEJ.**

TO TEŻ SĄ FAKTY

**IRENA ocenia, że do 2030 roku udział OZE w globalnym miksie energetycznym może podwoić się w stosunku do aktualnego poziomu,
ale tylko pod warunkiem podobnego tempa rozwoju technologii magazynowania energii**

**IRENA opracowała plan rozwoju technologii magazynów energii, który zakłada zwiększenie zainstalowanego, globalnego potencjału magazynów energii w postaci baterii do 150 GW do roku 2030,
a także potencjału na poziomie 325 GW w elektrowniach szczytowo-pompowych.**

Jak wskazuje IRENA, rozwój technologii magazynowania energii jest istotny szczególnie dla rozwoju niestabilnych źródeł energii z OZE takich jak elektrownie fotowoltaiczne czy wiatrowe.

Jeśli do 2030 roku na świecie powstanie sugerowany potencjał magazynów energii, wówczas udział **tylko niestabilnych źródeł odnawialnych w globalnym miksie energetycznym może wzrosnąć z obecnych około 3% do około 20%, a w przypadku liderów – Danii, Niemiec i Wielkiej Brytanii, może to być nawet ponad 40%.**



DLACZEGO ZBIORNIKI ELEKTROWNI WODNYCH MAJĄ PEŁNIĆ FUNKCJĘ MAGAZYNÓW ENERGII?

BO SĄ!

**Wystarczy tylko odpowiednio przystosować hydrowęzły
ze zbiornikami wodnymi do pełnienia funkcji magazynów
energii.**

**Wystarczy reaktywować pierwotnie dopuszczone
decyzjami administracyjnymi pojemności użytkowe,
retencyjne i energetyczne lub/i określić możliwości ich
zwiększenia.**

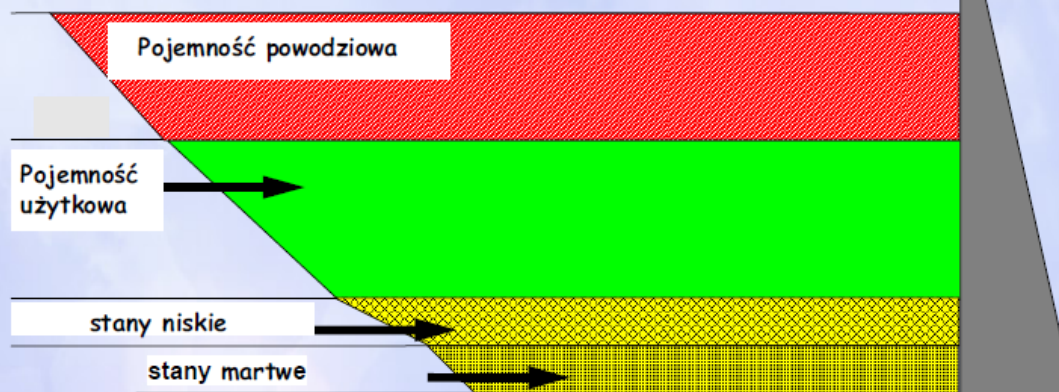
MAŁO (?!) i DUŻO (!?)



Zbiornik retencyjny – poziomy piętrzenia

OKREŚLENIA, POJĘCIA, DEFINICJE I WYBRANE
KONSTRUKCJE BUDOWLI HYDROTECHNICZNYCH

POZIOMY PIĘTRZENIA



Podstawowym parametrem zbiornika retencyjnego jest **pojemność**, przy czym wyróżnia się pojemność użytkową, czyli taką, którą można wykorzystać do celów gospodarczych.

PODSTAWOWYM OGRANICZENIEM – POZIOMY PIĘTRZENIA

SEDYMENTACJA

ZNACZĄCO ZMNIEJSZA POJEMNOŚĆ RETENCYJNĄ ZBIORNIKÓW

Z 51 zbiorników, które zostały objęte monografią wykonana przez OTKZ IMGW
tylko dla 18 wykonuje się systematycznie pomiary batymetryczne!

Utrata pojemności tych zbiorników wskutek sedymentacji wynosi:
32,580 mln m³

Na 12 zbiornikach odstąpiono od wykonywania pomiarów batymetrycznych w 2008 r.

Utrata pojemności tych zbiorników wskutek sedymentacji wynosi:
96,260 mln m³

Na pozostałych 21 zbiornikach nigdy nie wykonywano pomiarów batymetrycznych

Obliczeniowa utrata pojemności wynosi:

25,920 mln m³

W sumie utrata pojemności 51 analizowanych zbiorników osiągnęła wielkość

> 150 mln m³.

wielkość zbiornika wodnego Dobczyce!!

*Monografia OTKZ IMGW Warszawa 2012 r. Tom IV „Zrównoważone gospodarowanie zasobami wodnymi oraz infrastrukturą hydrotechniczną w świetle prognozowanych zmian klimatycznych”



**JEST PEWNE, ŻE PRZYSTOSOWANIE
ZBIORNIKÓW ELEKTROWNI WODNYCH DO
PEŁNIENIA FUNKCJI MAGAZYNÓW ENERGII
JEST NAJTAŃSZYM SPOSOBEM POZYSKANIA
DUŻYCH POJEMNOŚCI MAGAZYNOWYCH**

Magazynowanie energii pochłania 25 % kosztów systemu.

Koszty magazynów energii:

1 MW / 1 MWh ~ 450 € / kW

1 MW / 2 MWh ~ 750 € / kW

cm

1 MW / 3 MWh ~ 1.050 € / kW

(optimistycznie)

1 MW / 4 MWh ~ 1.300 € / Kw



stopa angielska 30, 48 cm

Kontener: 610x244x244

Żywotność: 20 lat

Według:

2015 08 13 Niemcy budują pierwszy duży modułowy magazyn energii

Niemiecki lider w produkcji inwerterów fotowoltaicznych SMA oraz koncern energetyczny E.ON rozpoczęły budowę – jak to określają – pierwszego na świecie dużego, modułowego magazynu przeznaczonego do przechowywania energii ze źródeł odnawialnych.

Magazyn energii oznaczony symbolem M5BAT (**5 MW AC, 4,2 MWh**) powstaje na uniwersytecie w Aachen, a jego uruchomienie zaplanowano na połowę przyszłego roku. Pilotażowa inwestycja jest finansowana ze środków niemieckiego ministerstwa gospodarki, które przeznaczyło na ten cel **6,5 mln euro**. Całkowity koszt projektu szacuje się na **12,5 mln euro**. (**10,75 mln zł/MW; 12,8 mln zł/MWh**).



**A JAK POMIMO TAK WYSOKICH
KOSZTÓW POSTRZEGANY JEST
PROBLEM MAGAZYNOWANIA
ENERGII W NIEKTÓRYCH KRAJACH?**

2015 08 24 RWE uruchomił unikalną instalację energetyczną

W niemieckim Ibbenbüren w Nadrenii Północnej-Westfalii odbyło się oficjalne uruchomienie pilotażowego magazynu energii w technologii power-to-gas RWE. Niemiecki koncern liczy, że to rozwiązanie pomoże w lepszym zarządzaniu energią.

MOC ZNAMIONOWA INSTALACJI TO 150 KW.

2013 05 20 Pomysł na podwodne magazyny energii elektrycznej

Norweska firma Subhydro pracuje nad podwodnym magazynem energii elektrycznej wykorzystującym różnice ciśnienia w głębinach.

Na głębokościach 400-800 metrów zamierzają zainstalować duże betonowe zbiorniki z dochodzącą do powierzchni wody rurą. Po otwarciu wlotu rury woda zacznie wypełniać zbiorniki jednocześnie napędzając turbinę podłączoną do generatora wytwarzającego energię elektryczną. Z wypełnionych zbiorników woda zostanie odpompowana, a cały cykl będzie można powtórzyć - podobnie jak w elektrowniach szczytowo-pompowych.



2013 05 27 Belgowie chcą gromadzić energię na morzu

Rząd Belgii zatwierdził zmiany w planowaniu przestrzennym obszarów morskich, które umożliwią realizację projektu budowy sztucznych wysp na Morzu Północnym. Wyspy mają posłużyć do magazynowania energii elektrycznej produkowanej przez morskie farmy wiatrowe.

Belgia na koniec 2011 roku dysponowała morskimi farmami wiatrowymi o łącznej mocy około **490 MW**, ale plany zakładają, że do 2020 roku tego typu instalacje mają osiągnąć łączną moc zainstalowaną na poziomie około **2 GW**. Mając na uwadze fakt, że już obecnie występują problemy ze zbilansowaniem energii produkowanej przez farmy, w Belgii pojawiał się projekt budowy sztucznych wysp, które mają być wykorzystane jako magazyn energii produkowanej przez morskie farmy wiatrowe.

Na wyspach mają powstać elektrownie szczytowo – pompowe, wykorzystujące wodę ze sztucznych zbiorników. Zbiorniki te będą napełniane poprzez system pomp zasilanych energią elektryczną z farm wiatrowych w okresie, gdy nie będzie na nią zapotrzebowania.

2015 07 27

Norway pumps up green battery plan for Europe

Norwegia ma nadzieję stać się "**Magazynem zielonej energii Europy**" za pomocą swoich elektrowni wodnych, aby zapewnić natychmiastową dostawę energii elektrycznej gdy dostawy energii z elektrowni wiatrowych i słonecznych będą zbyt niskie.

Nie jest planowana budowa nowych elektrowni zbiornikowych. Do tego celu zostaną wykorzystane istniejące obecnie eksploatowane instalacje.

Norwegia ma 937 elektrowni wodnych, które dostarczają 96 procent energii elektrycznej.

2015 19 12

Study concludes hydroelectric pumped-storage development should expand in Germany

Naukowcy z RWTH zbadali rolę elektrowni szczytowo – pompowych (tj. dużych magazynów energii elektrycznej) w kontekście transformacji systemu energetycznego”.

Przedstawiono korzyści z długoterminowej integracji elektrowni szczytowo – pompowych z technologiami wykorzystującymi inne odnawialne źródła energii celem dostarczania pewnej i stabilnej energii elektrycznej.

Wskazano, że elektrownie szczytowo – pompowe będą oferować ważne usługi systemowe, przede wszystkim w ramach kontroli rezerw, ale także świadczenia bezpiecznej produkcji.

Skumulowana moc wytwórcza wszystkich elektrowni szczytowo – pompowych w Niemczech wynosi 7 GW. Wyniki badań wskazują na duży potencjał w rozwoju systemu elektrowni szczytowo – pompowych na terenie Badenii-Wirtembergii i Turyngii, szacując możliwości wydolnościowe tego systemu na poziomie 24 GW.



WYŚCIG W POSZUKIWANIU INNOWACYJNYCH ROZWIĄZAŃ TRWA RÓWNIEŻ W OBSZARZE ENERGETYKI PROSUMENCKIEJ

2015 07 14 **CEZ inwestuje w producenta domowych magazynów energii**

Fundusz inwestycyjny Inven Capital należący do czeskiego koncernu energetycznego CEZ zainwestował w niemieckiego producenta domowych magazynów energii Sonnenbatterie GmbH.

2015 07 24 **LG wprowadza na rynek domowy magazyn energii**

Koreański potentat LG Chem wprowadza na rynek domowy magazyn energii, który będzie konkurencją dla Powerwall Tesli. Domowe baterie od LG są już oferowane na rynku niemieckim i australijskim.

2015 06 03 **Daimler dołącza do walki o rynek domowych magazynów energii**

Niemiecki potentat motoryzacyjny zaoferuje rozwiązania z zakresu magazynowania energii przeznaczone do zastosowania w gospodarstwach domowych posiadających własne instalacje fotowoltaiczne. Daimler chce rozpocząć sprzedaż domowych magazynów energii już jesienią tego roku.



SZACOWANY POTENCJAŁ MAGAZYNÓW ENERGII W POLSCE



Wykorzystanie zbiorników elektrowni wodnych jako magazynów energii

Struktura ilościowa oraz podstawowe parametry produkcyjne elektrowni wodnych zawodowych –stan z 31 grudnia 2014 r.

Lp.	Rodzaj elektrowni	Rodzaj energii	Ilość elektrowni	Produkcja	Moc zainstalowana	UDZIAŁ W PRODUKCJI ENERGII CZARNEJ/ZIELONEJ	UDZIAŁ W CAŁKOWITEJ PRODUKCJI
			[szt.]	[GWh]	[MW]	[%]	[%]
1	Elektrownie wodne szczytowo - pompowe EWoSP	czarna	3	549.210	1368.000	99.20	24.00
2	Elektrownie zbiornikowe z członem pompowym EWoZP	Energia z wody dopompowanej czarna	3	4.429	384.280	0.80	0.20
3	SUMA PRODUKCJI	ENERGIA CZARNA	6	553.639	1752.280		24.20
4	Elektrownie wodne z członem pompowym EWoZP	Energia z dopływu naturalnego zielona	3	215.752	384.280	12.41	9.40
5	Elektrownie wodne zbiornikowe EWoZ	zielona	39	1196.043	380.922	68.79	52.20
6	Elektrownie wodne przepływowe EWOP	zielona	92	326.966	92.165	18.80	14.30
7	SUMA PRODUKCJI	ENERGIA ZIELONA	134	1738.761	857.367		75.80
8	SUMA ENERGII WYPRODUKOWANEJ PRZEZ ELEKTROWNIE WODNE	SUMA CZARNEJ I ZIELONEJ	137	2292.400	2225.370		



Wykorzystanie zbiorników elektrowni wodnych jako magazynów energii

ELEKTROWNIE ZBIORNIKOWE DYSPONUJĄ DUŻYMI
MOŻLIWOŚCIAMI MAGAZYNOWANIA ENERGII, KTÓRE POWINNY
BYĆ JAK NAJSZYBCIEJ REAKTYWOWANE

DECYDENCI I KREATORZY POLITYKI ENERGETYCZNEJ POLSKI

POSZUKUJĄC MOŻLIWOŚCI MAGAZYNOWANIA ENERGII
SKIERUJCIE SWOJĄ UWAGĘ PRZED E WSZYSTKIM NA
MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ISTNIEJĄCYCH ZBIORNIKIÓW
ELEKTROWNI WODNYCH,
TE MAGAZYNY ENERGII WYSTARCZY JEDYNI PRZYWRÓCIĆ DO
NORMALNEJ EKSPLOATACJI.

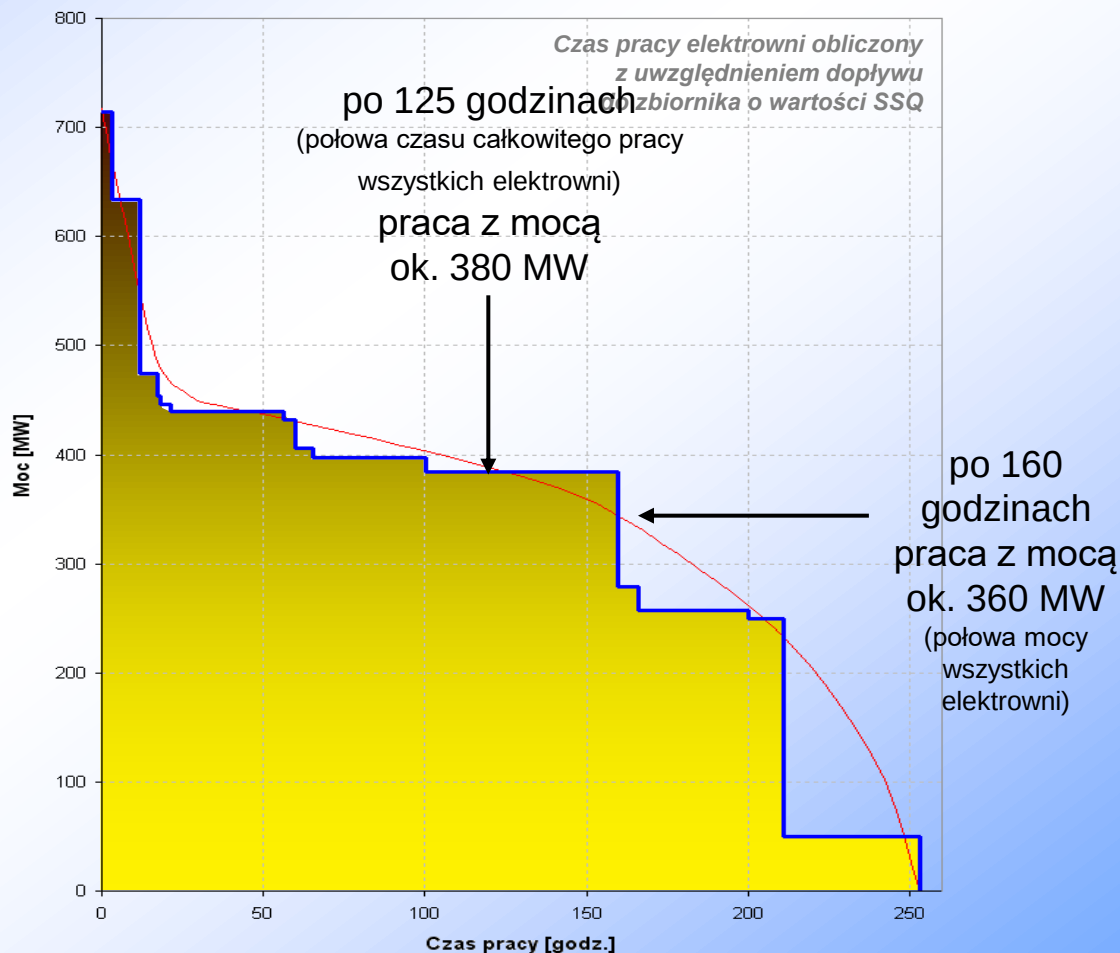


Wykorzystanie zbiorników elektrowni wodnych jako magazynów energii

Możliwości akumulacyjne elektrowni zbiornikowych

o mocy powyżej 5 MW

$\Sigma E_{aku} = 86\,000\text{ MWh}$

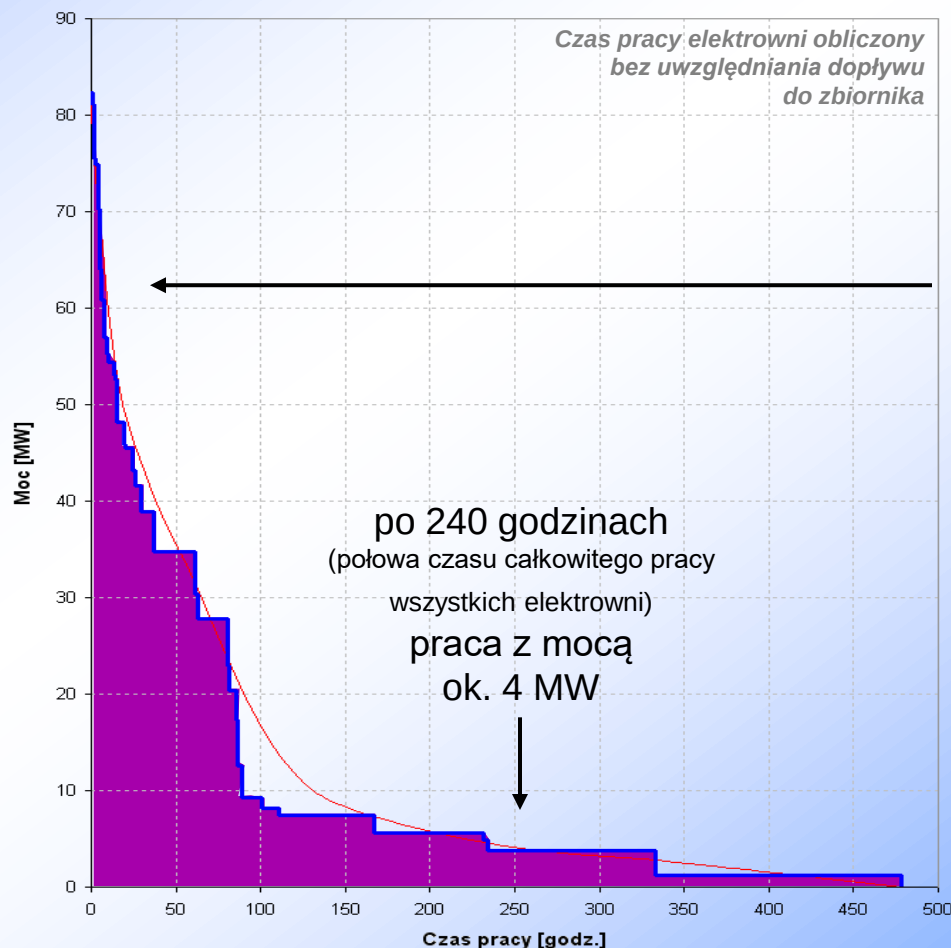




Wykorzystanie zbiorników elektrowni wodnych jako magazynów energii

Możliwości akumulacyjne elektrowni zbiornikowych

o mocy do 5 MW
 $\Sigma E_{aku} = 9\,700\text{ MWh}$



Możliwość magazynowania energii w ilości prawie 90 GWh w zbiornikach elektrowni wodnych o mocy wyższej od 5 MW i prawie 10 GWh w zbiornikach elektrowni wodnych o mocy mniejszej od 5 MW jest „na wyciągnięcie ręki”, jednak w wielu przypadkach wymagane jest tutaj spowodowanie usunięcia administracyjnych barier i zakazów, które skutecznie ograniczają posiadany potencjał.

Na wielu obiektach zostały mocno ograniczone możliwości zmiany poziomu wody w zbiornikach górnych a w niektórych przypadkach wymagane jest utrzymywanie niezmiennego (stałego) poziomu wody. Jest to rzekomo spowodowane wymogami ochrony środowiska.

W większości przypadków nie jest to prawdą. Wyniki badań prowadzone na świecie wykazują, że zmiany poziomu piętrzenia wody w zbiornikach wodnych prowadzone z zachowaniem określonych reguł mogą przynosić pozytywne efekty środowiskowe.

W NOWYCH UWARUNKOWANIACH ENERGETYCZNYCH

ZACHODZI PILNA POTRZEBA

WERYFIKACJI DECYZJI WODNOPRAWNYCH

POD KĄTEM UMOŻLIWIENIA

WYKORZYSTYWANIA POJEMNOŚCI AKUMULACYJNEJ

ZBIORNIKÓW WODNYCH

DLA CELÓW MAGAZYNOWANIA ENERGII.

TO TRZEBA ZROBIĆ JAK NAJSZYBCIEJ!

NIKT ZA NAS TEGO NIE ZROBI A SAMO SIĘ NIE STANIE!

**JAKIE SĄ SZANSE WDROŻENIA USŁUGI
WYMAGAJĄCEJ MAGAZYNOWANIA
ENERGII
i
JAKICH PRZYCHODÓW MOŻNA SIĘ
SPODZIEWAĆ ZA ŚWIADCZENIE TAKIEJ
USŁUGI?**

NIESTETY – BRAK PRZYKŁADÓW



Wykorzystanie zbiorników elektrowni wodnych jako magazynów energii

Odpowiedź INTERNATIONAL HYDROPOWER ASSOCIATION na nasze pytanie dotyczące przykładów płatności za usługę magazynowania energii w zbiornikach wodnych w światowej hydroenergetyce

Dziękujemy za kontakt z nami. Piszę w odniesieniu do zapytania zamieszczonego na stronie www.hydropower.org, którego tekst znajduje się poniżej tej wiadomości e-mail.

Zadane przez Was pytania są kluczowym elementem naszego planowanego programu prac, który będziemy realizować w ciągu najbliższych sześciu do dwunastu miesięcy. Będziemy wdzięczni za współpracę w tym zakresie i podzielenie się postępami badań na temat wykorzystania zbiorników wodnych jako magazyny energii.

Tymczasem badania wykonane przez ENTSO-E, EPRI, oraz te wykonane w ramach finansowanego przez UE projektu eStorage mogą być dla Was interesujące:

- <https://www.entsoe.eu/Pages/default.aspx> · <http://www.epri.com/>
- <http://www.estorage-project.eu/home/>

Proszę dać znać jeśli jest jeszcze coś w czym moglibyśmy pomóc.

Z poważaniem,

Alex Trembath
Communications Manager
International Hydropower Association
Nine Sutton Court Road, Sutton, London, SM1 4SZ, United Kingdom

2015 10 09



Wykorzystanie zbiorników elektrowni wodnych jako magazynów energii

Wykorzystanie elektrowni szczytowo-pompowych jako odrębnej, nowej kategorii magazynu energetycznego (*wyciąg*)

Potencjalnym rozwiązaniem jest potraktowanie elektrowni zbiornikowych jako nowej kategorii magazynu energetycznego. Obecne rozwiązania regulacyjne nie umożliwiają kompensowania źródeł przy jednoczesnym dostarczaniu na konkurencyjnym rynku energii i usług systemowych.

Stowarzyszenie Energetyki Wodnej USA zaleciło analizę możliwości stworzenia nowej kategorii magazynu energetycznego, który umożliwiałby wspomaganie systemu w okresach niskiego i wysokiego zapotrzebowania na energię.

W zaleceniu zawarta jest propozycja kontraktowania takich magazynów w formie nabywania długoterminowych usług systemowych świadczonych przez esp polegających na pomocy w łagodzeniu skutków zwiększenia zmienności generowanej mocy ze źródeł odnawialnych.

Quantifying the Value of Hydropower in the Electric Grid: Final Report 1023144

Final Report, February 2013

EPRI - ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

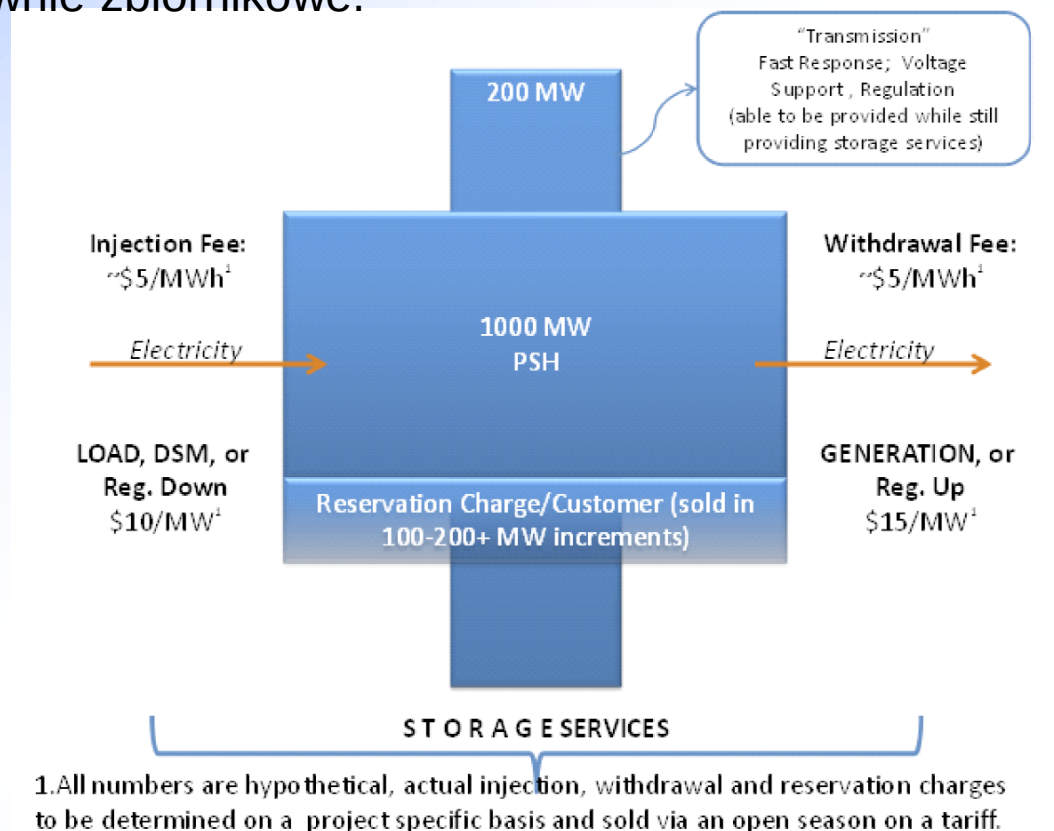
**Ustalanie wartości elektrowni wodnych w systemie elektro-energetycznym:
Raport końcowy 1023144, luty 2013 EPRI**



Wykorzystanie zbiorników elektrowni wodnych jako magazynów energii

Tak to mogłoby działać według Stowarzyszenia Energetyki Wodnej USA.

Model ten może zapewnić dodatkową wymierną wartość dzięki kompensowaniu zmienności mocy w systemie i tym samym wsparciu sieci przez elektrownie zbiornikowe.



Quantifying the Value of Hydropower in the Electric Grid: Final Report 1023144

Final Report, February 2013

EPRI - ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

**Ustalanie wartości elektrowni wodnych w systemie elektro-energetycznym:
Raport końcowy 1023144, luty 2013 EPRI**



Wykorzystanie zbiorników elektrowni wodnych jako magazynów energii

No.	Value Streams	Ways to Increase Value	Beneficiaries	Potential Value
1	Operational Improvements	Identify and make plant efficiency improvements by modifying hydro unit operations while respecting river system optimizations and constraints	Plant owner	1-3% revenue increase
2	Operational Improvements	Use hydro more frequently to address other generation and load variability in the power system, providing flexible reserves, reducing wear and tear on the thermal fleet, while increasing the efficiency of other generation	System operator or vertically integrated utility	40% annual revenue increase PS
3	Operational Improvements	<i>Recognize hydro for allowing more generation diversity and options, thus enhancing energy security and maintaining power supply reliability in the face of uncertainties in future energy resources</i>	National interest, general public, and North American Electric Reliability Corporation (NERC)	Not quantified
4	New Hydro Technologies	Expand the effective operating range of existing and new hydro units with lower minimum load and higher peak operating capabilities	Plant owner and operator	61% increase annual average income PS

Identyfikacja i poprawy efektywności elektrowni przez zmianę sposobu eksploatacji hydrozespołów przy jednoczesnej optymalizacji hydrowężła i respektowaniu ograniczeń (uwarunkowań)

Beneficjent: Właściciel elektrowni
Potencjalna wartość: 1-3% zwiększenie zysków elektrowni

Częstsze wykorzystywanie elektrowni wodnych jako odpowiedzi na zachowanie innych źródeł generacji i zmienności obciążenia w systemie elektro-energetycznym, dostarczanie elastycznej rezerwy, redukcja zużycia energetyki konwencjonalnej przy jednoczesnym wzroście efektywności wytwarzania w innych źródłach

Beneficjent: Operator systemu
Potencjalna wartość: 40% zwiększenie zysków elektrowni

Rozszerzenie obszaru pracy istniejących i nowych hydrozespołów z niższym minimalnym obciążeniem i wyższym obciążeniem maksymalnym niż dotychczasowe

Beneficjent: Właściciel elektrowni
Potencjalna wartość: 61% zwiększenie średniorocznego przychodu elektrowni

Quantifying the Value of Hydropower in the Electric Grid: Final Report 1023144

Final Report, February 2013

EPRI - ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

**Ustalanie wartości elektrowni wodnych w systemie elektro-energetycznym:
Raport końcowy 1023144, luty 2013 EPRI**



Wykorzystanie zbiorników elektrowni wodnych jako magazynów energii

No.	Value Streams	Ways to Increase Value	Beneficiaries	Potential Value
5	New Hydro Technologies	Apply adjustable speed drive electronics in new and selected existing pumped storage units to enable regulation of the pumping power requirements, particularly at night	Plant owner and operator	85% increase annual average income PS
6	New Hydro Technologies	<i>Design new pumped storage plants that minimize environmental impacts such as low profile or closed water supply loop to shorten licensing lead times and public approval process as compared to recent conventional experiences</i>	Plant developers, general public	Not quantified
7	Electricity Markets	Settle energy markets sub-hourly, increasing conventional and pumped storage energy arbitrage opportunities with grid demand load leveling benefits	Everybody	5% decrease in electricity prices
8	Electricity Markets	Have the Independent System Operators (ISOs) scheduling hydro to co-optimize energy and ancillary services within a balancing authority	Everybody	63-77% increase in profits PS
9	Electricity Markets	<i>Treat pumped storage as a new storage asset class capturing the full value of services and improving the economics in areas with resource constraints</i>	Developers, owners, and general public	Not quantified
10	Electricity Markets	<i>Credit hydro for its very fast regulation response in situations where resource adequacy is a power system reliability issue</i>	Developers, owners, NERC and general public	Not quantified

Wykorzystanie elektrowni szczytowo-pompowych jako odrębnej, nowej kategorii magazynu energetycznego pokrywającego pełny zakres usług oraz poprawiającego ekonomikę w obszarach z niespokojnymi i ograniczonymi źródłami

Beneficjent: Dystrybutor, właściciel, społeczności

Potencjalna wartość: nieoszacowana

Quantifying the Value of Hydropower in the Electric Grid: Final Report 1023144

Final Report, February 2013

EPRI - ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

**Ustalanie wartości elektrowni wodnych w systemie elektro-energetycznym:
Raport końcowy 1023144, luty 2013 EPRI**



Elastyczność oraz szybka i dokładna odpowiedź magazynów energii będą relatywnie bardziej cenione na przyszłych rynkach.

Elastyczność może być także wykorzystana do radzenia sobie z gwałtownymi zmianami popytu i podaży na rynkach energii.

Wymaga to jednak "doświadczonych" uczestników rynku i porozumień pomiędzy instytucjami umożliwiającymi szybkie podejmowanie decyzji.



**ZDOLNOŚĆ MAGAZYNOWANIA ENERGII
TO NIE TYLKO SPOSÓB NA
POZYSKIWANIE KORZYŚCI Z TYTUŁU
ŚWIADCZENIA TAKIEJ USŁUGI,**

TO TAKŻE:



Stabilizacja zapotrzebowania na energię w systemach lokalnych poprzez:

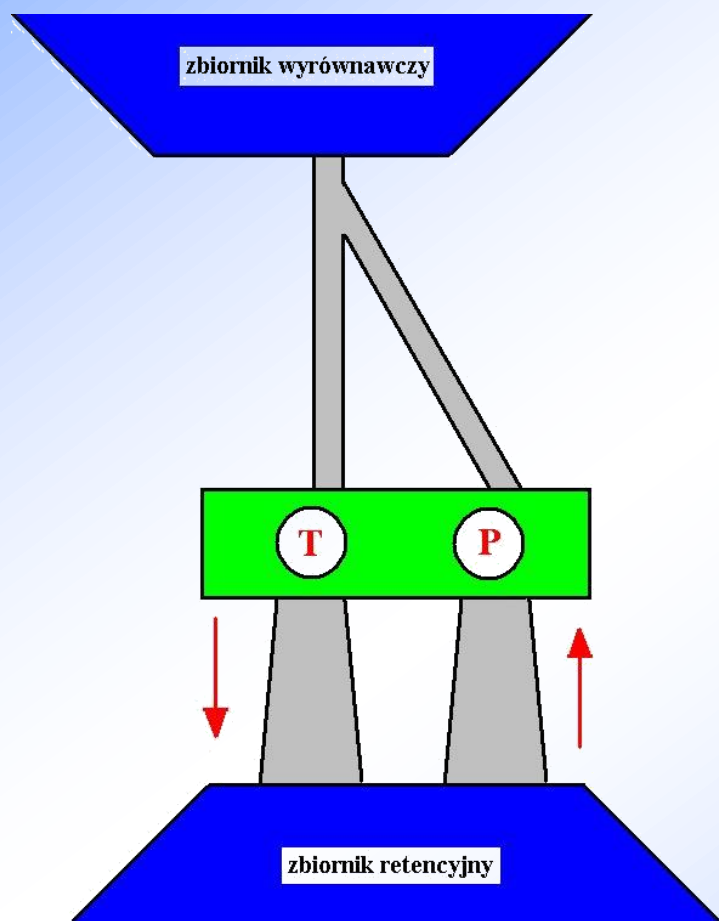
- **Obniżanie obciążenia elektrowni zbiornikowych w okresach, w których występuje nadwyżka produkowanej energii elektrycznej we własnych instalacjach oze (elektrownie wiatrowe i fotowoltaiczne). Nadwyżka energii surowej (dopływ wody) jest magazynowana w zbiornikach elektrowni wodnych.**
- **Wykorzystywanie zakumulowanej energii w zbiornikach elektrowni wodnych do pokrycia deficytu energii dostarczanej odbiorcom finalnym w okresach zmniejszonej generacji w instalacjach oze czy też zwiększonego zapotrzebowania na energię u odbiorców finalnych.**
- **Wykorzystywanie zespołów pompowych elektrowni zbiornikowych do odbioru nadwyżek produkowanej energii elektrycznej we własnych instalacjach oze, do magazynowania energii w zbiornikach elektrowni wodnych.**



Wykorzystanie zbiorników elektrowni wodnych jako magazynów energii

Wykorzystanie zbiornika retencyjnego do magazynowania energii z doposażeniem w zespół pompowy

Schemat współpracy zbiornika retencyjnego z wyrównawczym



Schemat połączenia zbiornika retencyjnego ze zbiornikiem wyrównawczym za pomocą oddzielnej pompy i turbiny wodnej

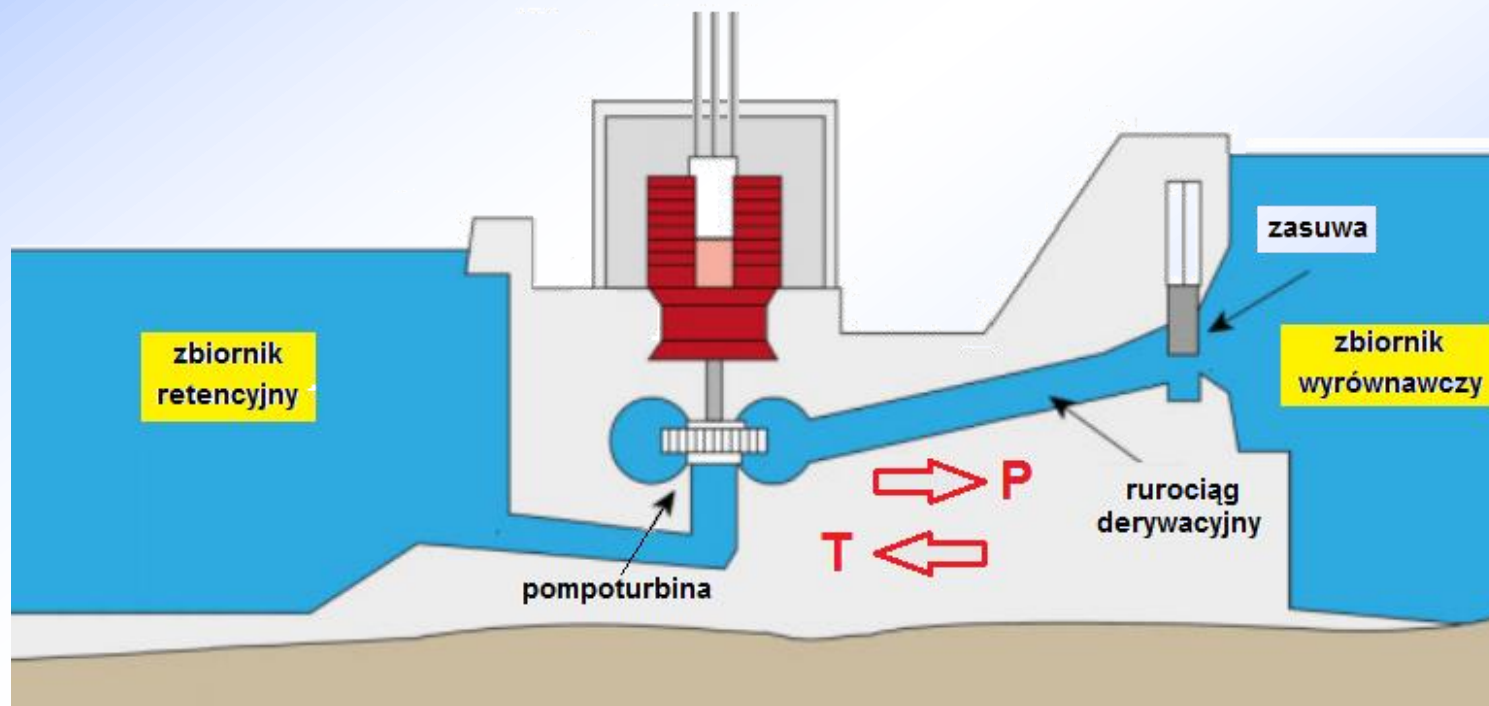


Wykorzystanie zbiorników elektrowni wodnych jako magazynów energii

Wykorzystanie zbiornika retencyjnego do magazynowania energii doposażeniem w pompoturbinę, lub wymianę hydrozespołów klasycznych na odwracalne

Schemat współpracy zbiornika retencyjnego z wyrównawczym

linie przemysłowe



Schemat połączenia zbiornika retencyjnego ze zbiornikiem wyrównawczym za pomocą pompoturbiny, z regulacją szybkości obrotowej



Wykorzystywanie magazynów energii do gry rynkowej:

- sprzedaż energii zakumulowanej w zbiornikach na Towarowej Giełdzie Energii [TGE] w strefach najwyższego zapotrzebowania na energię w systemie (najwyższe ceny);
- zakup energii na TGE przeznaczonej do zaopatrzenia własnych odbiorców oraz zasilania zespołów pompowych elektrowni wodnych w strefach najniższego zapotrzebowania na energię w systemie (najniższe ceny) przy jednoczesnym akumulowaniu energii w zbiornikach elektrowni wodnych celem jej sprzedaży w strefach najwyższego zapotrzebowania na energię.



- **Wykorzystywanie magazynów energii do pokrycia zapotrzebowania na energię w okresach braku zasilania zewnętrznego (lokalny lub systemowy black-out).**
 - Praca na wydzielony system.
 - Usługa odbudowy napięcia w systemie po black – out.
- **Wykorzystanie pojemności magazynowych do świadczenia usługi regulacji częstotliwości i mocy [ARCM] w systemach lokalnych podczas pracy na wydzielony system.**



Poprawa sprawności wytwarzania energii poprzez optymalizację pracy elektrowni wodnej z przystosowaniem systemu sterowania i instalacji oraz urządzeń pomocniczych do nowych uwarunkowań hydrologicznych związanych z zmianą zakresu korzystania z pojemności użytecznej zbiorników wodnych, co w efekcie przyniesie zwiększenie produkowanej energii z dysponowanego potencjału hydroenergetycznego stopnia wodnego.

Proponowany zakres prac

- Inwentaryzacja zbiorników wodnych
- Rozpoznanie i opracowanie strategii rewitalizacji magazynów energii w postaci zbiorników wodnych przyzbiornikowych elektrowni wodnych;
- Opracowanie koncepcji i projektów wykorzystania energetycznego zbiorników elektrowni wodnych;
- Badania i ocena istniejących i proponowanych rozwiązań sterowania;
- Budowa infrastruktury niezbędnej do wykorzystania zbiorników retencyjnych jako magazyny energii;
- Badania optymalizacyjne i energetyczne istniejących turbin wodnych w poszerzonym zakresie zmian spadów oraz wypracowanie narzędzi umożliwiających podniesienie efektywności ich pracy w takich warunkach;



Proponowany zakres prac

- Projektowanie maszyn hydraulicznych (pompoturbin, pomp i turbin) umożliwiających efektywne wykorzystanie istniejącego potencjału hydroenergetycznego zbiorników retencyjnych (opracowania nowych maszyn, badania laboratoryjne i terenowe);
- Opracowanie sposobów desedymantacji.
- Zaprojektowanie lub dobór oraz budowa członów pompowych do współpracy z elektrowniami zbiornikowymi w celu zwiększenia możliwości magazynowania i regulacji;
- Opracowanie i wdrożenie w postaci pełnej, funkcjonalnej infrastruktury komputerowej (programy, wyposażenie pomiarowe, itd.) algorytmów optymalnego sterowania współpracy maszyn z siecią elektroenergetyczną;
- Przystosowanie elektrowni wodnych różnych typów (przepływowych, przyzbiornikowych, pracujących w kaskadzie) do pracy w systemach lokalnych i wydzielonych (w warunkach wystąpienia black – out'u);

**To czy energetyka wodna odegra większą rolę
w nowej formule działania systemu elektroenergetycznego
będzie przede wszystkim zależać od woli
operatorów elektrowni wodnych**

- czy będą eksploatować swoje urządzenia tak, aby zapewnić jak największą elastyczność w systemie elektroenergetycznym
- czy potrafią wykorzystać wszystkie walory elektrowni wodnych w tym zdolność magazynowania energii
- czy aktywnie będą działać w kierunku zmian przepisów prawnych i reguł funkcjonowania rynku energii elektrycznej



**NIE
PRZEŚPIJMY TEJ SZANSY,
BO MOŻE BYĆ OSTATNIA.**



Stanisław Lewandowski

Mariusz Lewandowski

Jacek Cieślak