

REE 2016

Bezpieczeństwo energetyczne Polski
Kazimierz Dolny, 25-27 kwietnia 2016 r.



REALNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POJEMNOŚCI MAGAZYNOWYCH ELEKTROWNI WODNYCH ZBIORNIKOWYCH DO STABILIZACJI PARAMETRÓW PRACY SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO

**Adam Adamkowski,
Mariusz Lewandowski**



**Stanisław Lewandowski
Sławomir Terkiewicz**



**REALNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POJEMNOŚCI
MAGAZYNOWYCH ELEKTROWNI WODNYCH
ZBIORNIKOWYCH DO STABILIZACJI PARAMETRÓW
PRACY SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO**

Plan prezentacji

1. Wstęp
2. Możliwości produkcyjne elektrowni wodnych zawodowych
3. Możliwości akumulacyjne elektrowni zbiornikowych
4. Regulacyjna usługa systemowa magazynowania energii
5. Wnioski

REALNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POJEMNOŚCI MAGAZYNOWYCH ELEKTROWNI WODNYCH ZBIORNIKOWYCH DO STABILIZACJI PARAMETRÓW PRACY SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO

WSTĘP

Zmienne obciążenie występujące w systemie elektroenergetycznym (głównie związane z generacją wiatrową i solarną) jest wyzwaniem dla energetyki ze względu na trudności związane z **magazynowaniem energii**.

Zasobniki (magazyny) energii elektrycznej są systemami, umożliwiającymi gromadzenie energii w dowolnej postaci (poprzez zamianę energii elektrycznej na inny rodzaj energii lub akumulowanie energii w polu magnetycznym bądź elektrycznym), a następnie w pożądanym momencie przetworzenie zgromadzonej energii i jej dostarczenie (oddanie) w postaci energii elektrycznej o określonych parametrach.

Magazynowanie energii elektrycznej jest jednym z istotnych elementów budowy „inteligentnej sieci - Smart Grid”, która jest niezbędna dla wykorzystania wielu rozproszonych źródeł energii.

REALNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POJEMNOŚCI MAGAZYNOWYCH ELEKTROWNI WODNYCH ZBIORNIKOWYCH DO STABILIZACJI PARAMETRÓW PRACY SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO

Rodzaje Magazynów energii

- Pneumatyczne magazyny energii – (CAES- Compressed Air Energy Storage)
- Kinetyczne zasobniki energii (FES – Flywheel Energy Storage)
- Superkondensatory
- Elektrownie szczytowo – pompowe **(oraz wodne przepływowe zbiornikowe)**
- Nadprzewodzące magnetyczne zasobniki energii (SMES – Superconducting Magnetic Energy Storage)
- Bateriajne zasobniki energii – akumulatory.
- Koła zamachowe (FW)
- Zasobniki energii cieplnej (TES)
- Wodór (H₂)

REALNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POJEMNOŚCI MAGAZYNOWYCH ELEKTROWNI WODNYCH ZBIORNIKOWYCH DO STABILIZACJI PARAMETRÓW PRACY SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO



Przyzbiornikowe elektrownie wodne, zaliczane do dużych elektrowni wodnych, nie są zbyt powszechnymi obiektami sektora energetyki wodnej w Polsce. Elektrownie te charakteryzują się stosunkowo wysokimi osiąganymi osiągnięciami produkcyjnymi, a ich najważniejszym produktem jest energia elektryczna, którego waga istotnie wzrosła od czasu wprowadzenia systemu wsparcia w postaci świadectw pochodzenia, wydawanych za wyprodukowaną energię z OZE, potocznie zwanych zielonymi certyfikatami. Wysokość przychodów z tytułu sprzedaży energii elektrycznej i zielonych certyfikatów, zdominowała stronę dochodową elektrowni wodnych, sprowadzając przychody uzyskiwane ze sprzedaży innych produktów do wielkości marginalnych.

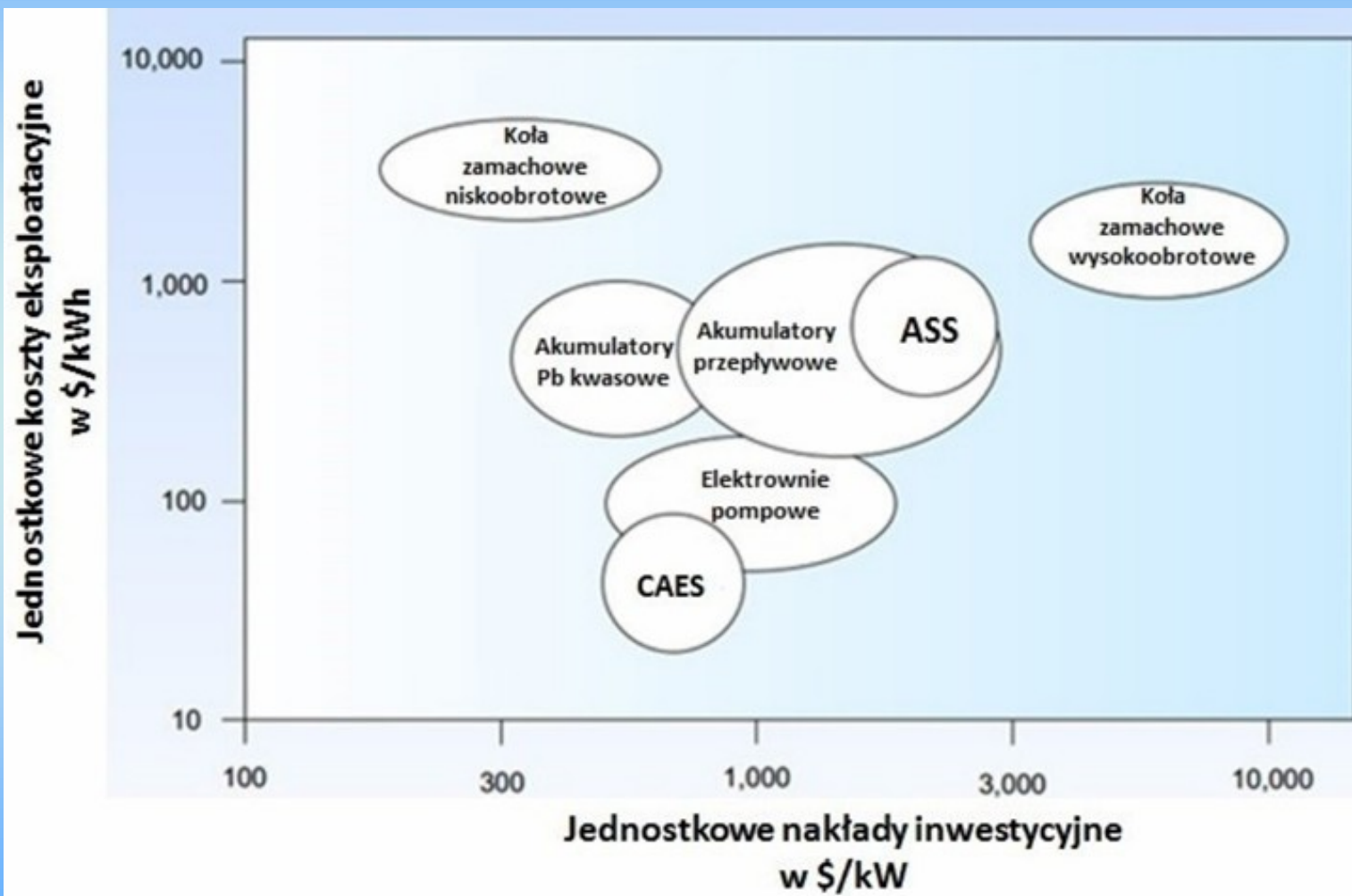


REE 2016

Bezpieczeństwo energetyczne Polski
Kazimierz Dolny, 25-27 kwietnia 2016 r.

REALNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POJEMNOŚCI MAGAZYNOWYCH ELEKTROWNI WODNYCH ZBIORNIKOWYCH DO STABILIZACJI PARAMETRÓW PRACY SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO

Towarzystwo Elektrowni Wodnych



REE 2016

Bezpieczeństwo energetyczne Polski
Kazimierz Dolny, 25-27 kwietnia 2016 r.

REALNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POJEMNOŚCI MAGAZYNOWYCH ELEKTROWNI WODNYCH ZBIORNIKOWYCH DO STABILIZACJI PARAMETRÓW PRACY SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO

Towarzystwo Elektrowni Wodnych



Możliwości 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		

REALNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POJEMNOŚCI MAGAZYNOWYCH ELEKTROWNI WODNYCH ZBIORNIKOWYCH DO STABILIZACJI PARAMETRÓW PRACY SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO

Zalety przyzbiornikowych elektrowni wodnych w odniesieniu również do projektowanych nowych uwarunkowań formalno-prawnych wiążą się z:

- ogólnoświatową polityką preferowania pozyskiwania energii z odnawialnych źródeł;
- koniecznością wdrażania programów oszczędnościowych, w tym programu jej retencjonowania wynikającej z występującego w Polsce niedoboru wody;
- relatywnie niskimi kosztami eksploatacji związanymi z wykorzystywaniem praktycznie darmowego odnawialnego źródła energii;
- możliwością akumulacji energii i dużej elastyczności produkcji związanej z wysoką regulacyjnością tych elektrowni;
- możliwością pracy ze zmiennym programowym obciążeniem, odpowiednio do wielkości zapotrzebowania na moc i energię w systemie energoelektrycznym.
- możliwością świadczenia regulacyjnych usług systemowych, takich jak:
 - rezerwa mocy sekundowej i minutowej;
 - praca kompensatorowej;
 - regulacja napięcia i mocy biernej w systemie ARNE;
 - udział w odbudowie napięcia i pracy na sieć wydzieloną;
 - praca interwencyjnej.

REALNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POJEMNOŚCI MAGAZYNOWYCH ELEKTROWNI WODNYCH ZBIORNIKOWYCH DO STABILIZACJI PARAMETRÓW PRACY SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO

- Duża zależność produkcji od zmiennych warunków hydrologicznych oraz wysokie koszty budowy elektrowni wodnych to najistotniejsze spośród czynników, które decydują o słabej pozycji energetyki wodnej w segmencie paliwowo – energetycznym kraju. Ponadto rozwój i eksploatacja dużych przyzbiornikowych elektrowni wodnych natrafia na poważne ograniczenia związane z:
 - coraz częstszymi i bardziej długotrwałymi suszami, skutkującymi obniżeniem potencjału hydroenergetycznego;
 - zaostrzonymi uwarunkowaniami hydrologicznymi, dotyczącymi dopuszczalnych zmian poziomu wody na stanowisku górnym i dolnym elektrowni oraz szybkości zmian przepływu wody przez elektrownię;
 - obostrzeniami nałożonymi przez obowiązujące przepisy prawa ochrony środowiska;
 - warunkami współpracy z innymi użytkownikami stopnia wodnego uznanymi jako priorytetowe;
 - ograniczeniami techniczno – ekonomicznymi;
 - ograniczeniami dostępu do systemowego rynku regulacyjnych usług systemowych i faktycznym brakiem rynków lokalnych tych usług.

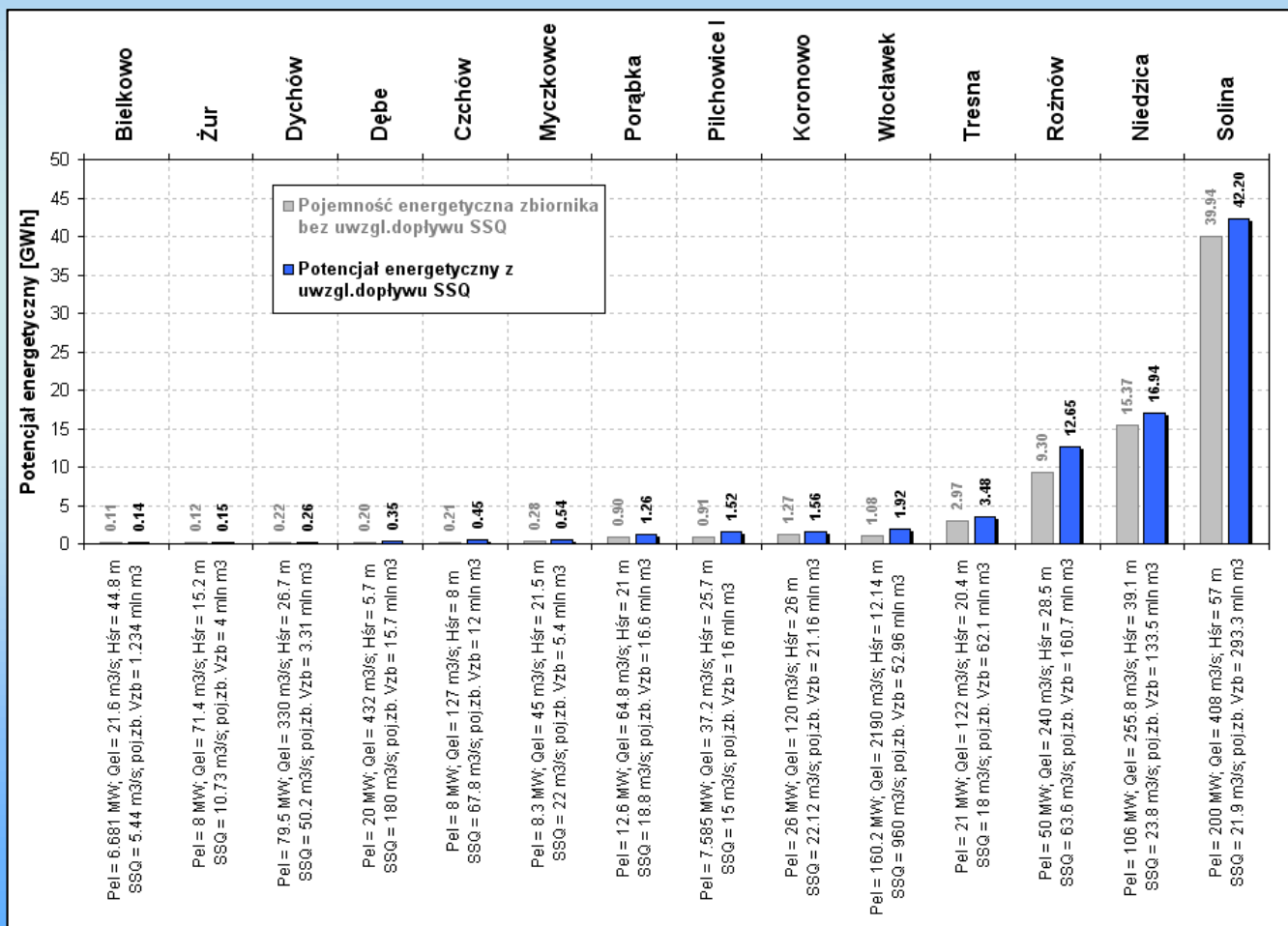
REALNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POJEMNOŚCI MAGAZYNOWYCH ELEKTROWNI WODNYCH ZBIORNIKOWYCH DO STABILIZACJI PARAMETRÓW PRACY SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO

- Eksploatacja przyzbiornikowych elektrowni wodnych wymaga uwzględniania szeregu uwarunkowań, które decydują o dysponowanym potencjale hydroenergetycznym stopnia wodnego, takich jak:
 - charakterystykę hydrologiczną stopnia wodnego (wielkości dopływu, dopuszczalne wielkości piętrzeń na stanowisku górnym i dolnym, zjawiska eoliczne, lodowe, itp.),
 - ochronę środowiska (zapobieganie degradacji brzegów, ochrona siedlisk ptaków, zwierząt i roślin, utrzymywanie drożności dla ryb itd.),
 - współpracę z innymi użytkownikami stopnia wodnego (turystyka, żegluga śródlądowa, gospodarka wodna),
 - charakterystyki techniczno - produkcyjne elektrowni wodnej (parametry znamionowe, sprawność urządzeń głównych i pomocniczych, zakres regulacji parametrów technicznych, dyspozycyjność, wytwarzane produkty),
 - uwarunkowania związane z funkcjonowaniem elektrowni na rynku energii elektrycznej (sposób rozliczania i planowania produkcji energii elektrycznej oraz świadczenia regulacyjnych usług systemowych).
- Większość z wymienionych uwarunkowań ma charakter ograniczeń rzutujących na realne możliwości maksymalizacji produkcji energii elektrycznej. Niezwykle istotna jest wiarygodna prognoza zmian tych uwarunkowań.

Możliwości akumulacyjne elektrowni zbiornikowych o mocy powyżej 5 MW

Potencjał energetyczny istniejącego stopnia hydroenergetycznego wynikający z:

1. pojemności użytkowej zbiornika
2. pojemności użytkowej zbiornika oraz dopływu średniorocznego

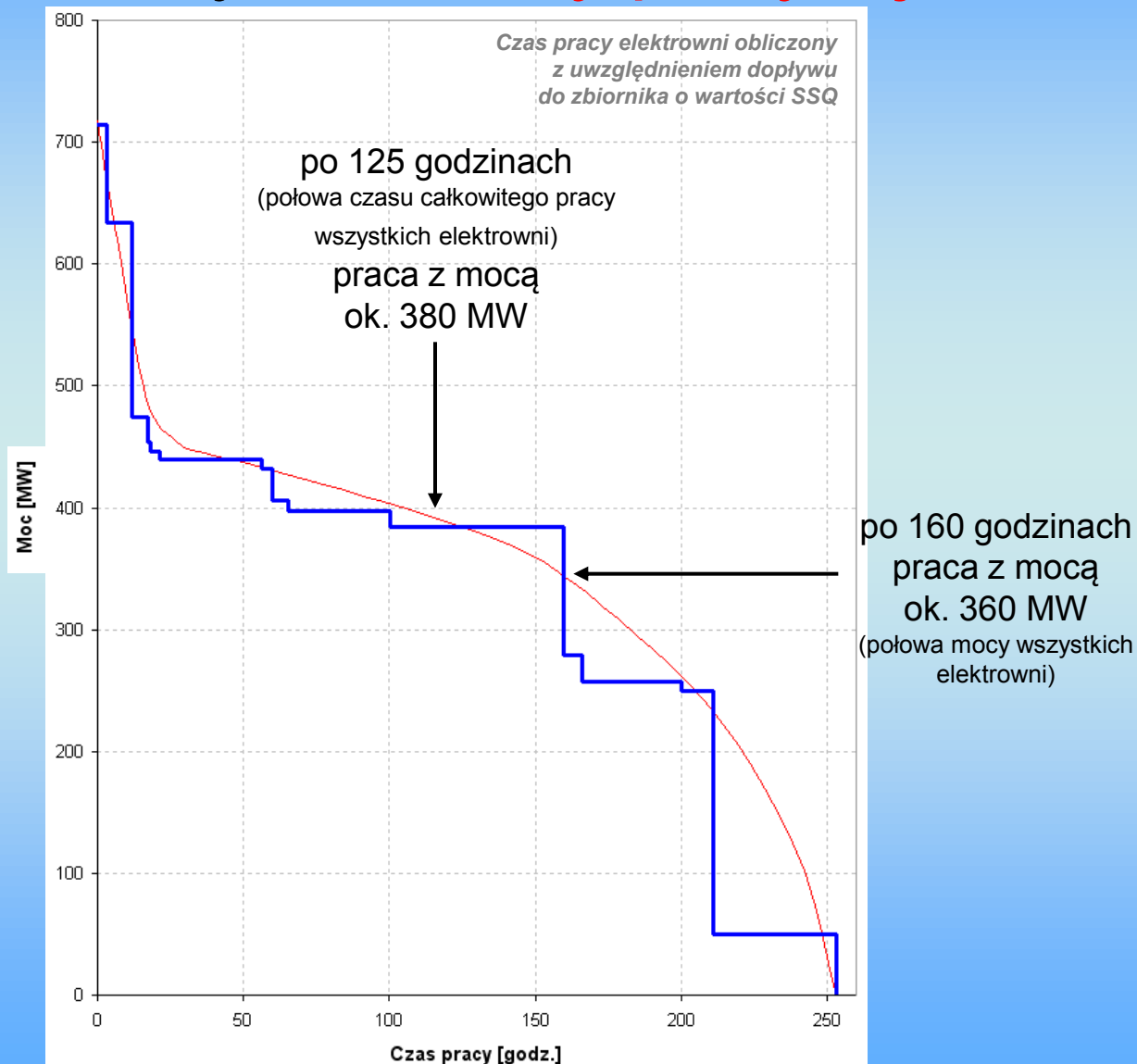


Sumaryczny
potencjał
energetyczny
magazynu
energetycznego
reprezentowanego
przez wszystkie
analizowane
elektrownie
(powyżej 5 MW):

83.43 GWh

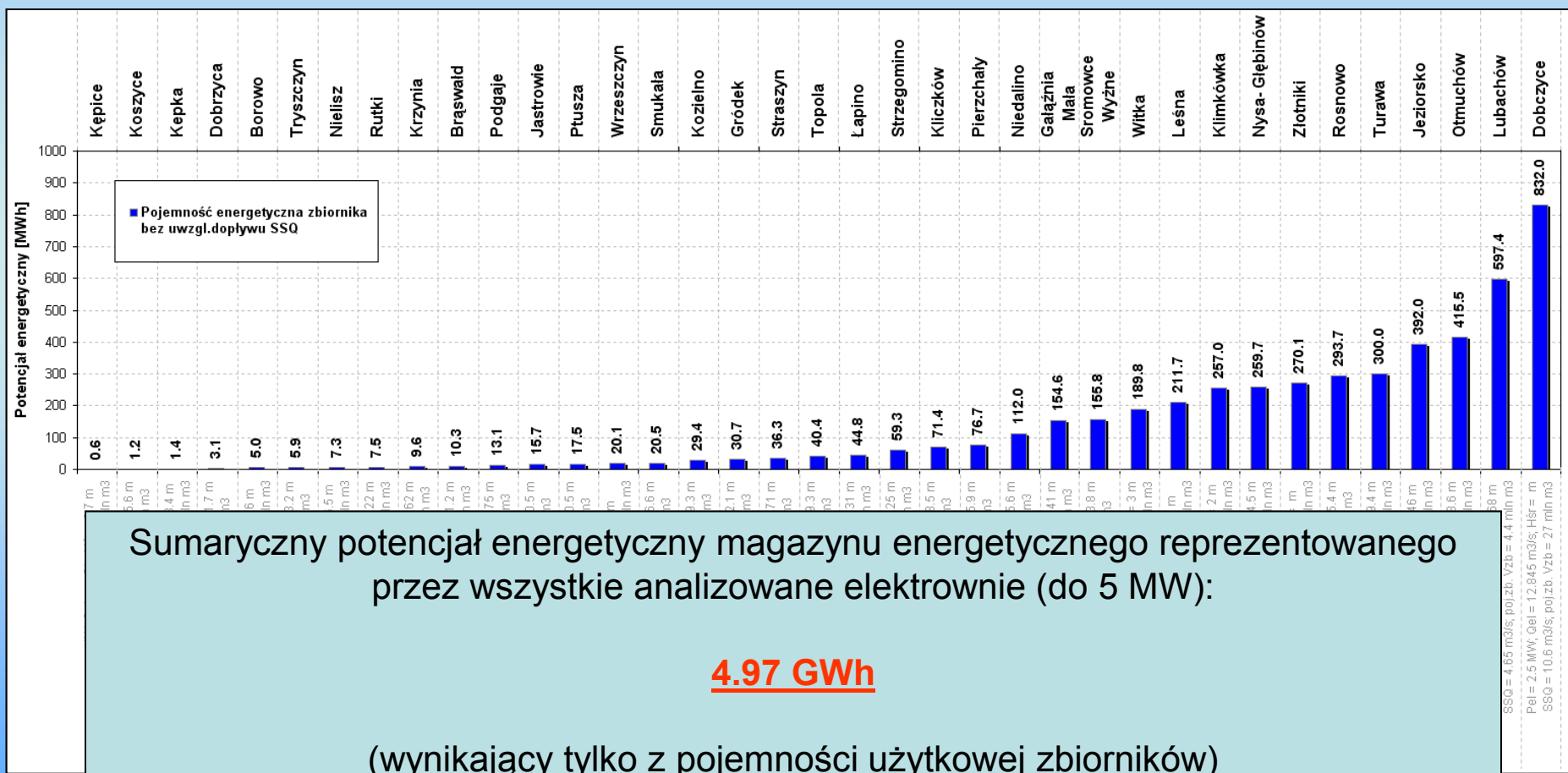
(z uwzględnieniem
dopływu o wartości
SSQ dla każdego
hydrozwiązła)

Możliwości akumulacyjne elektrowni zbiornikowych o mocy powyżej 5 MW

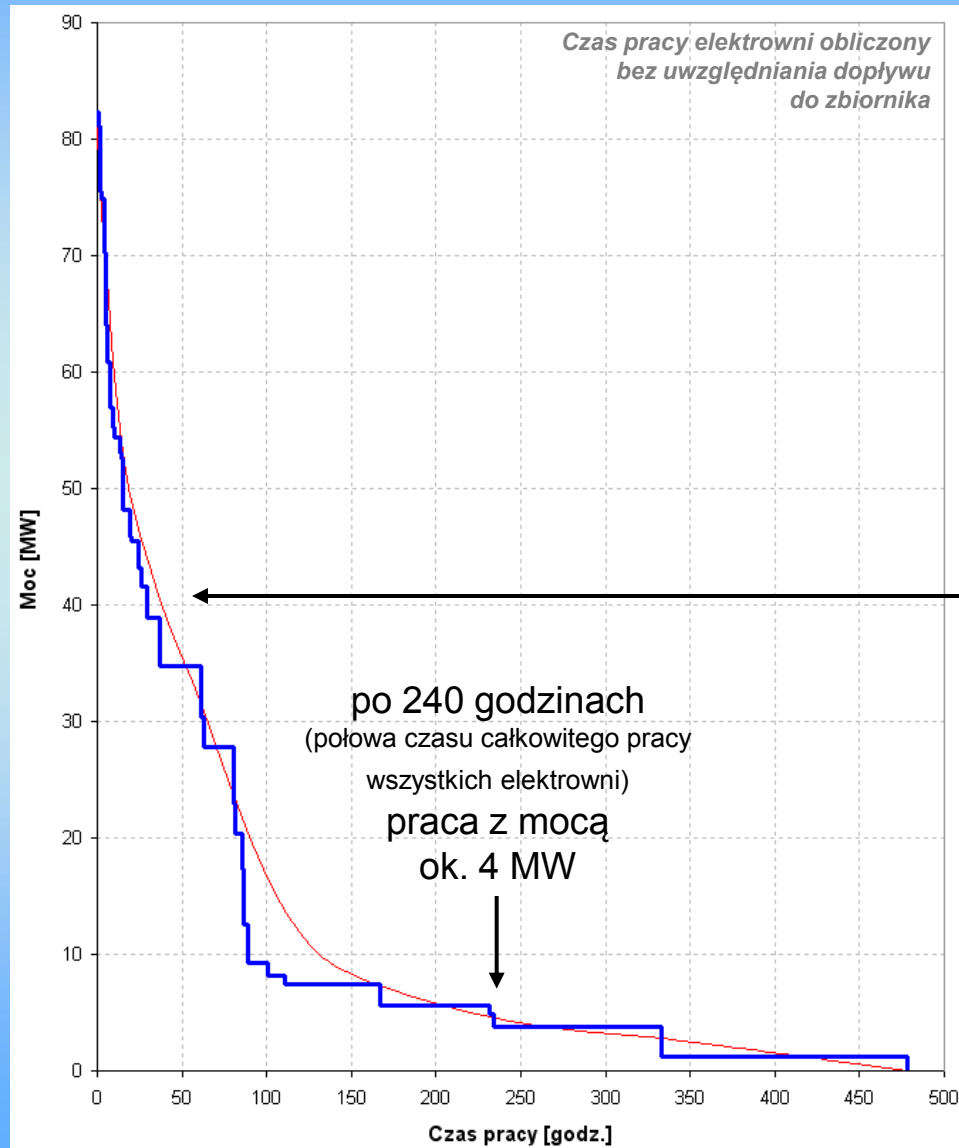


Możliwości akumulacyjne elektrowni zbiornikowych o mocy do 5 MW

Potencjał energetyczny istniejącego stopnia hydroenergetycznego wynikający z pojemności użytkowej zbiornika



Możliwości akumulacyjne elektrowni zbiornikowych o mocy do 5 MW



REALNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POJEMNOŚCI MAGAZYNOWYCH ELEKTROWNI WODNYCH ZBIORNIKOWYCH DO STABILIZACJI PARAMETRÓW PRACY SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO

Regulacyjna usługa systemowa magazynowania energii

- Techniczne możliwości świadczenia regulacyjnych usług systemowych przez duże przyzbiornikowe elektrownie wodne stwarzają szanse utrzymania rentowności tych elektrowni w projektowanych nowych uwarunkowaniach formalno – prawnych.
- Elektrownie wodne o dużej regulacyjności znakomicie nadają się do współpracy z niespokojnymi źródłami wytwarzania i choć duże elektrownie przyzbiornikowe mają mniejszy zakres regulacyjności niż np. elektrownie szczytowo – pompowe, dysponujące dużymi możliwościami akumulacyjnymi energii, to jednak one również mogą być wykorzystywane do takiej współpracy.
- OSP chętnie sięga po możliwości techniczne dużych elektrowni wodnych przy opracowywaniu programów odbudowy napięcia w systemie energetycznym po wystąpieniu black – out'u, co stanowi dodatkowe źródło podnoszenia rentowności tych obiektów.
- Należy się spodziewać, że rozwój energetyki rozproszonej stworzy nowy rynek usług, które będą zabezpieczać funkcjonowanie tych niewielkich systemów. Na ten aspekt właściciele elektrowni wodnych również powinni zwrócić swoją uwagę i już dzisiaj przygotowywać się do wejścia na ten rynek.

Zasadność reaktywowania pierwotnej funkcji jaką pełniły zbiornikowe elektrownie wodne jest podyktowana przede wszystkim:

- ogólnoswiatową polityką preferowania pozyskiwania energii z odnawialnych źródeł;
- koniecznością wdrażania programów oszczędnościowych zasobów wodnych, w tym programu jej retencjonowania wynikającej z występującego w Polsce niedoboru wody;
- relatywnie niskimi kosztami eksploatacji związanymi z wykorzystywaniem praktycznie darmowego odnawialnego źródła energii;
- możliwością akumulacji energii i dużej elastyczności produkcji związanej z wysoką regulacyjnością tych elektrowni;
- możliwością pracy ze zmiennym programowym obciążeniem, odpowiednio do wielkości zapotrzebowania na moc i energię w systemie energoelektrycznym.
- możliwością świadczenia regulacyjnych usług systemowych, takich jak:
 - rezerwa mocy sekundowej i minutowej;
 - praca kompensatorowej;
 - regulacja napięcia i mocy biernej w systemie ARNE;
 - udział w odbudowie napięcia i pracy na sieć wydzieloną;
 - praca interwencyjnej.

REALNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POJEMNOŚCI MAGAZYNOWYCH ELEKTROWNI WODNYCH ZBIORNIKOWYCH DO STABILIZACJI PARAMETRÓW PRACY SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO

• **Najważniejsze oczekiwane efekty**

- Wykorzystanie stosunkowo dużego potencjału magazynowania energii, jakim dysponują klasyczne elektrownie przyzbiornikowe bez konieczności ponoszenia nadmiernych nakładów inwestycyjnych.
- Energetyczne wykorzystanie małych zbiorników retencyjnych poprzez ich wykorzystanie jako magazyny energii.
- Umożliwienie efektywnego wykorzystania magazynowania oraz regulacji mocy czynnej i biernej operatorom systemów nasyconych tzw. niespokojnymi źródłami energii (np. stabilizacja lokalnych obszarów energetycznych).
- Zwiększenie produkcji energii elektrycznej z OZE przy wykorzystaniu nowych rozwiązań konstrukcyjnych hydraulicznych maszyn przepływowych.
- Wypracowanie nowoczesnych metod optymalnego sterowania współpracą maszyny w sieciach elektroenergetycznych z uwzględnieniem dowolnych uwarunkowań
- Aktywizacja lokalnych społeczności - rynek pracy, turystyka, promocja OZE itp.

W celu doprecyzowania zdolności elektrowni do świadczenia usługi w pierwszej kolejności należy:

- Ustalić aktualne zdolności magazynowania energii w zbiornikach elektrowni wodnych, które mogą być wykorzystane do świadczenia usługi magazynowania energii bez dodatkowych postępowań administracyjnych oraz modernizacji urządzeń i/lub instalacji technologicznych.

Na tym etapie proponujemy również:

Ustalenie dla tych elektrowni realnych technicznych możliwości świadczenia usługi magazynowania energii, a w szczególności wyznaczenie:

- Możliwego do zdeklarowania obszaru zmiany obciążenia elektrowni w kierunku dodatnim (*zwiększenie generowanej mocy*) i ujemnym (*zmniejszenie generowanej mocy*).
- Minimalnego i maksymalnego czasu świadczenia usługi w określonych uwarunkowaniach hydrologicznych (*różne wielkości dopływu naturalnego do zbiornika górnego elektrowni*) oraz w zależności o generowanej mocy.
- Czasu reakcji na polecenie zmiany obciążenia.

**REALNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POJEMNOŚCI
MAGAZYNOWYCH ELEKTROWNI WODNYCH
ZBIORNIKOWYCH DO STABILIZACJI PARAMETRÓW
PRACY SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO**

Ponadto proponujemy:

- 1. Ustalenie przyczyn ograniczenia możliwości wykorzystywania pojemności użytkowej przez pozostałe elektrownie wodne.**
- 2. Dokonanie oceny możliwości przywrócenia pierwotnych pojemności użytkowych**
 - ograniczenia formalno – prawne**
 - ograniczenia techniczne**
- 3. Ustalenie zakresu niezbędnych czynności idących w kierunku zwiększenia pojemności użytkowych oraz podanie szacunkowych kosztów tych działań.**

**REALNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POJEMNOŚCI
MAGAZYNOWYCH ELEKTROWNI WODNYCH
ZBIORNIKOWYCH DO STABILIZACJI PARAMETRÓW
PRACY SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO**



Aby w sposób pewny świadczyć usługę magazynowania energii/stabilizacji parametrów systemu el-en, elektrownie wodne będą musiały dostosować swoje parametry techniczne i produkcyjne do wymagań stawianych przez operatorów systemu el-en. Dotyczy to przede wszystkim szybkości reagowania na sygnały inicjujące zmiany obciążenia i zakresu możliwych zmian obciążeń.

REALNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POJEMNOŚCI MAGAZYNOWYCH ELEKTROWNI WODNYCH ZBIORNIKOWYCH DO STABILIZACJI PARAMETRÓW PRACY SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO

Elektrownie muszą także zmodyfikować posiadane komputerowe systemy wspomagania operatorów elektrowni, tak aby z hydrowęzła do operatora systemu mogły być *on line* przekazywane informacje m. innymi, o:

- dopuszczalnym czasie pracy przy określonym obciążeniu,
- ilości energii możliwej do wprowadzenia do sieci podczas świadczenia usługi,
- ilości energii możliwej do zakumulowania w zbiorniku w przypadku konieczności zmniejszenia obciążenia do żądanej wartości, bądź uruchomieniu członu pompowego (*o ile w taki człon wyposażona jest elektrownia wodna*).

Wnioski:

1. Poszukując możliwości magazynowania energii należy przede wszystkim wykorzystać zbiorniki elektrowni wodnych, ze względu na ich dostępność bez konieczności ponoszenia dodatkowych kosztów inwestycyjnych charakteryzujących inne technologie magazynowania. Przejawem dużej niegospodarności byłoby nieuwzględnianie w planach tworzenia nowych reguł działania REE oraz w planach rozwoju sieci el-en istniejącego potencjału magazynowania energii, jakim dysponują elektrownie wodne zbiornikowe.

Wnioski:

2. Problem magazynowania energii i stabilizowania parametrów systemu el-en w miarę rozwoju generacji rozproszonej będzie się coraz bardziej uwydatniał. Dynamika zmian zapotrzebowania na energię i zdolności wytwórczych będzie znacznie bardziej odczuwalna na poziomie lokalnych obszarów bilansowania niż na poziomie systemu przesyłowego. Stąd potrzeba wykorzystania każdej możliwości magazynowania energii, w tym także wykorzystania pojemności magazynowej zbiorników retencyjnych i koryt cieków wodnych.

REALNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POJEMNOŚCI MAGAZYNOWYCH ELEKTROWNI WODNYCH ZBIORNIKOWYCH DO STABILIZACJI PARAMETRÓW PRACY SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO

Wnioski:

3. Ukazuje się coraz więcej naukowych opracowań wskazujących na niewielką szkodliwość dla środowiska naturalnego właściwie eksploatowanych i dobrze zaprojektowanych elektrowni wodnych, co stanowi dobrą prognozę skuteczności działań idących w kierunku reaktywacji pojemności magazynowej elektrowni wodnych zbiornikowych. Konieczna jest jednak konsolidacja wielu środowisk wokół tej inicjatywy. Ważny jest udział środowisk naukowych, polityków, samorządów terytorialnych, rolnictwa i leśnictwa, a także instytucji odpowiedzialnych za bezpieczeństwo energetyczne kraju.

Wnioski:

4. Globalne zmiany klimatu i związane z tym rosnące problemy zaopatrzenia w wodę oraz z zapewnieniem bezpieczeństwa energetycznego wskazują na racjonalną potrzebę postrzegania zbiorników wodnych w aspekcie magazynowania wody i energii. Tylko takie podejście do tych problemów umożliwi uzyskanie efektów synergii w zakresie gospodarowania zasobami wodnymi i bezpieczeństwa energetycznego.

REE 2016

Bezpieczeństwo energetyczne Polski
Kazimierz Dolny, 25-27 kwietnia 2016 r.

**REALNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POJEMNOŚCI
MAGAZYNOWYCH ELEKTROWNI WODNYCH
ZBIORNIKOWYCH DO STABILIZACJI PARAMETRÓW
PRACY SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO**



TOWARZYSTWO ELEKTROWNI WODNYCH



Dziękuję za uwagę