

Magazyny energii elektrycznej PL, ocena za rok 2025.

Grzegorz Kwiecień

Osoba prywatna, nie reprezentująca żadnej instytucji,
mgr inż. elektroenergetyki ze specjalizacją w zakresie wytwarzania
energii i z doświadczeniem w zakresie eksploatacji elektrociepłowni.

Streszczenie: w pracy oszacowano osiągi magazynów energii elektrycznej w Polsce za rok 2025 zwracając uwagę na moce, sprzedaż i wybrane aspekty ekonomiczne.

Słowa kluczowe: magazyny, OZE, koszty.

1. Wstęp.

Praca opisuje przede wszystkim stan obecny magazynów energii elektrycznej w Polsce, aczkolwiek na pewno prezentuje nowatorski sposób spojrzenia. Podano zarówno osiągi produkcyjne, jak i towarzyszące im parametry ekonomiczne.

2. Literatura.

W tym miejscu można polecić pracę własną autora [1] *Magazyny bateryjne. Ocena możliwości zastosowania w KSEE. Elektroinstalator 5/2025*, gdzie wykazano, że w przypadku stworzenia hipotetycznego (i utopijnego przecież) systemu 100 % OZE wymagane byłyby magazyny o pojemności 20 dni podnoszące koszt energii w systemie do 5920 zł/MWh.

3. Materiały i metody badań

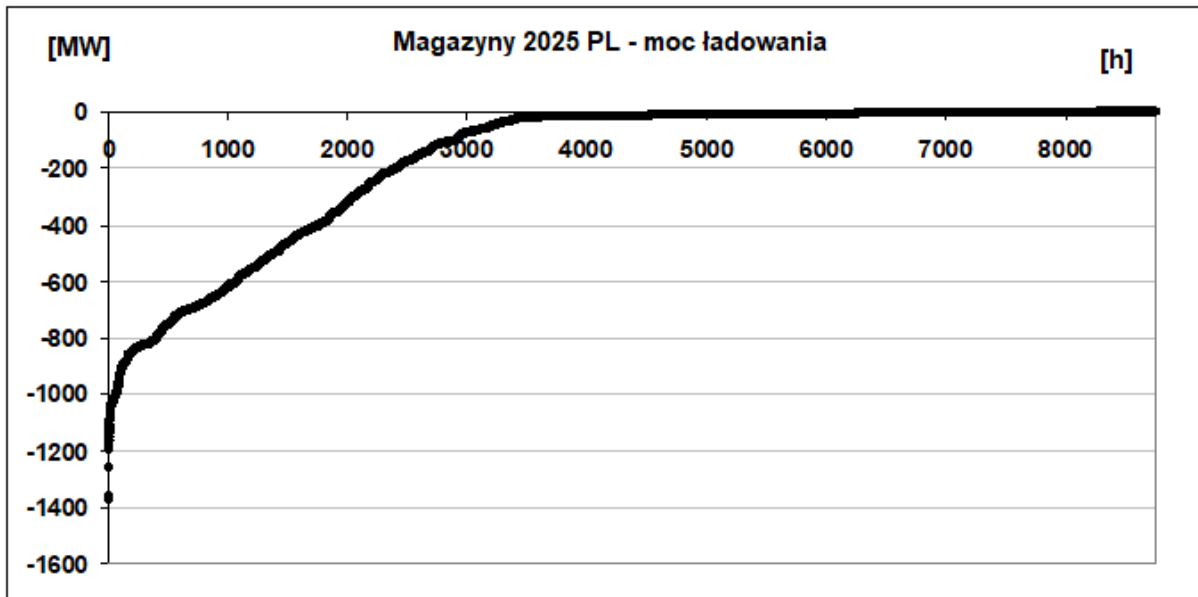
Dostęp do danych obrazujących osiągi OZE i powiązaną z nimi gospodarkę magazynową jest w Polsce dość mocno utrudniony, można nawet zaryzykować stwierdzenie, że dostęp ten jest odwrotnie proporcjonalny w stosunku do znaczenia, jakie tym instalacjom jest przypisywane. Moce zainstalowane OZE prezentowane są okresowo w formie "przecieków", odpowiednio intencjonalnych newsów medialnych. Parametry magazynów oficjalnie opisano w jednym, jak na razie raporcie URE wydanym w roku 2024 za rok 2023, oraz zaktualizowanym (wg. notki na stronie URE) w dniu 4 grudnia 2025. Wadą raportu URE jest brak obowiązku podawania energii zakupionej i sprzedanej, co uniemożliwia realną ocenę sprawności, tam są tylko sprawności deklarowane.

Dodatkowo autor posłużył się osiąganymi energetyki polskiej dostępnymi on-line na stronie PSE. Standardowo autor przelicza wszystkie dane na godzinowe, nawet, jeśli dane źródłowe mają formę 15-minutową.

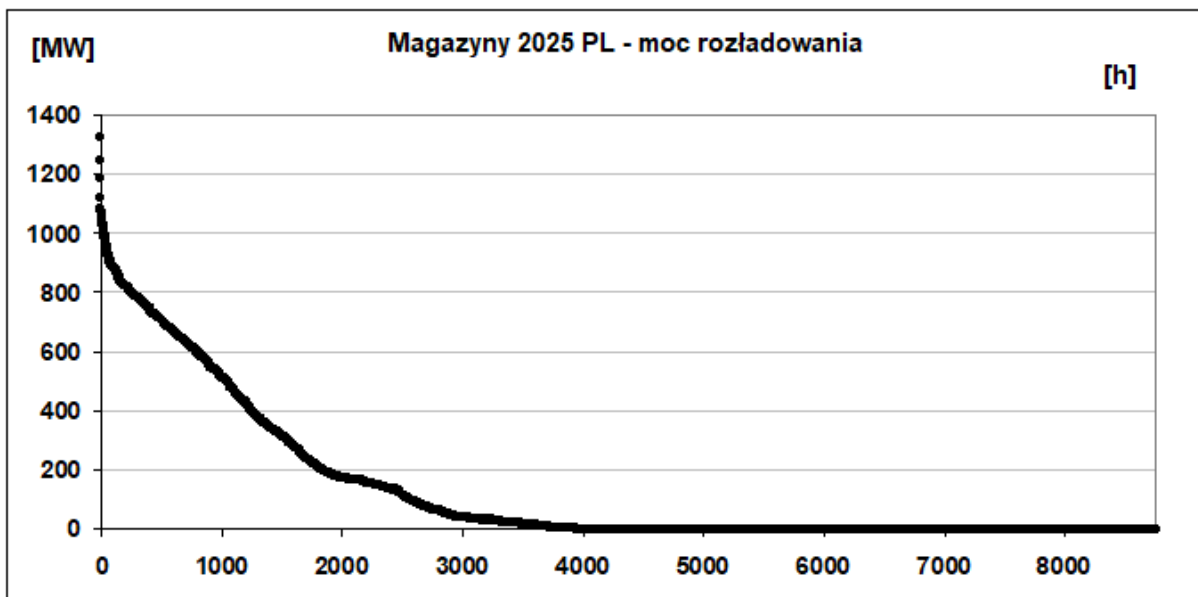
Podstawowym narzędziem badawczym jest funkcja "Sortuj" w Excelu. Może wydawać się, że opisywanie przycisku "Sortuj" przy dzisiejszym stopniu zaawansowania aparatu matematycznego stosowanego przez naukę jest przez autora pewnym nadużyciem czasu czytelnika – nic podobnego. Skoro większość autorów z tego nie korzysta, to takowe przypomnienie jest niezbędne. Nie da się ocenić chaosu generacji OZE bez podstawowego elementu pracy naukowej – uporządkowania.

4. Wyniki i dyskusja.

Zacniemy od ilustracji graficznej wybranych procesów magazynowych.



Rys.1. Roczny, uporządkowany przebieg mocy **ładowania** magazynów energii elektrycznej w Polsce za rok 2025. (To pobór).

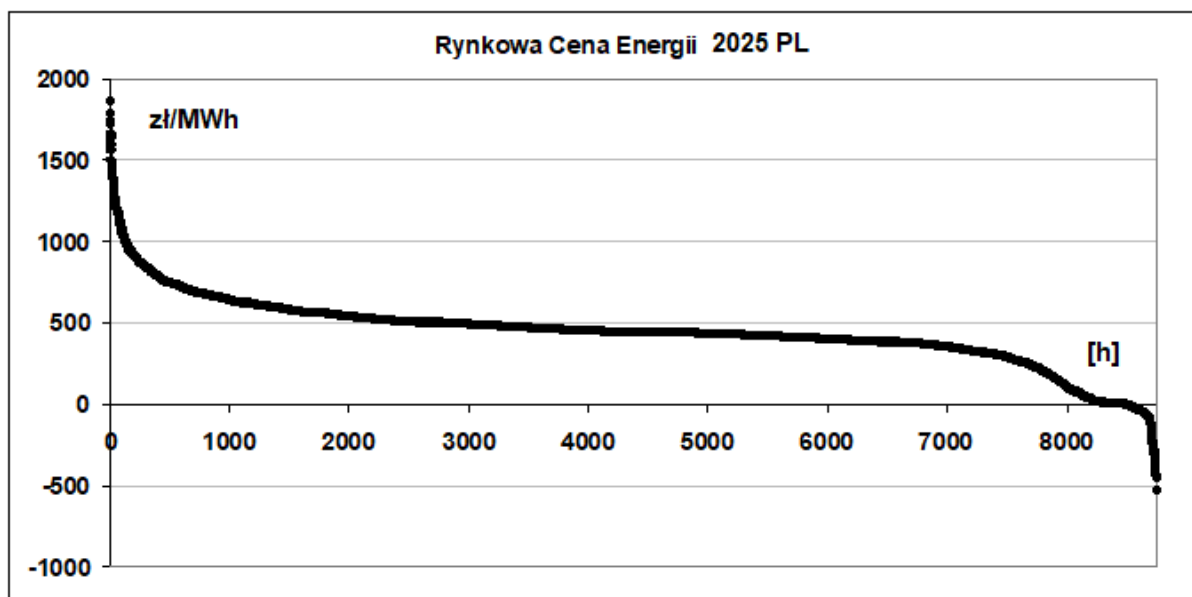


Rys.2. Roczny, uporządkowany przebieg mocy **rozładowania** magazynów energii elektrycznej w Polsce za rok 2025. (To generacja).

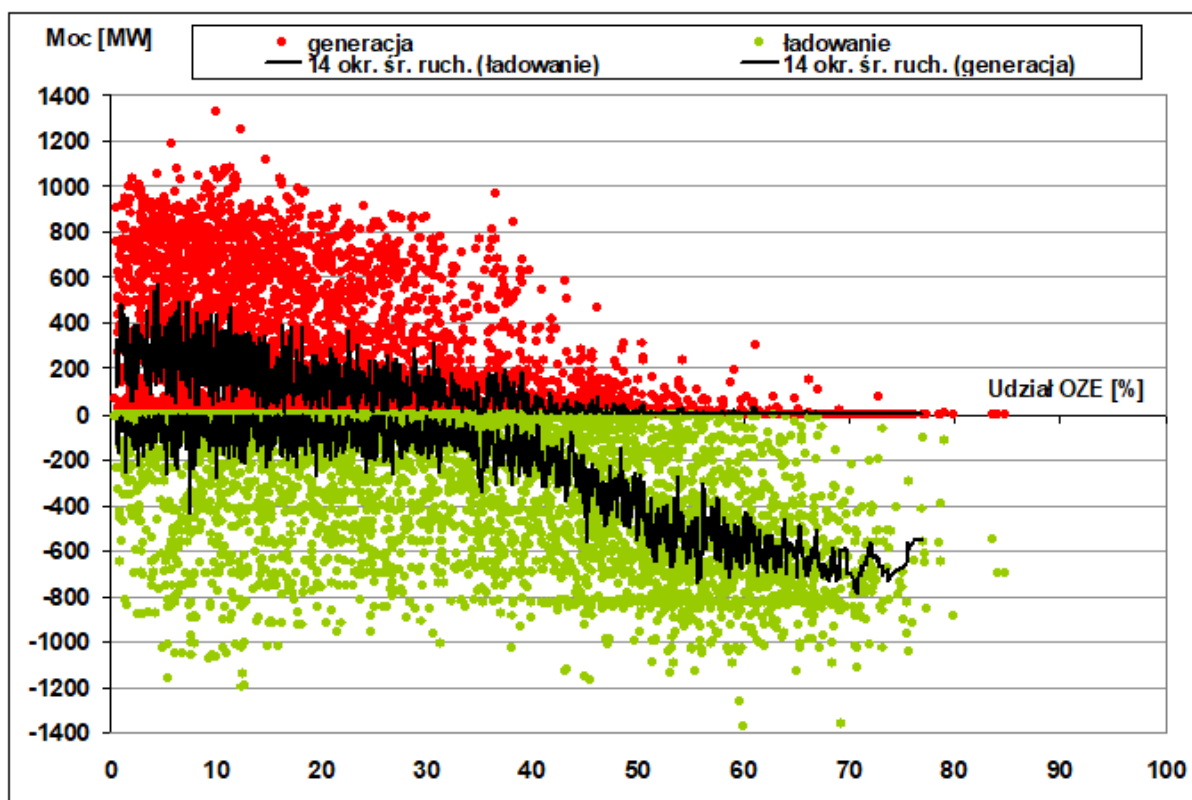
Istotne będzie też pokazanie cen energii wywołujących procesy magazynowania, patrz rysunek 3 poniżej. Wykres ten powinien mocno studzić emocje towarzyszące chęci masowego stosowania magazynów

Proszę zauważyć, że okresy cen mających uzasadniać istnienie gospodarki magazynowej są krótkie. Ładowanie to prawy dolny róg rysunku, generacja to lewy górny. Powyższe jest odwzorowaniem podstawowej wady OZE, tj. rażącej dysproporcji mocy do energii nadwyżki

OZE. Rok ma 8760 h. Mowa o okresach generacji lub poboru rzędu 1000 h/a. Jest to antyteza prawideł ekonomii żądającej małej marży i dużego obrotu.



Rys.3. Roczny, uporządkowany wykres Rynkowej Ceny Energii w Polsce za rok 2025.



Rys.4. Moce ładowania i rozładowania magazynów PL 2025 w zależności od chwilowych udziałów OZE liczonych w stosunku do zapotrzebowania.

Rysunek nr 4 wymaga dłuższego komentarza. Na osi "x" mamy tutaj chwilowe udziały OZE. Przy aktualnym stanie technologii chwilowe udziały OZE utrzymujemy na poziomie do 70 %, choć zdarzają się wielkości do 85 %. W Hiszpanii raportowano chwilowe udziały OZE

100 %, lecz jest to rodzaj manipulacji polegającej na wliczaniu lub nie wliczaniu eksportu. W samej "technice" obecnie nie zakłada się schodzenia poniżej 30 % mocy źródeł sterowalnych z powodów stabilnościowych, i tak było również w Hiszpanii. Ostatecznie, gęstość danych na rysunku prezentuje obecny kres rozwoju OZE i "prawa strona rysunku jest pusta".

Ponieważ realne udziały OZE mieszczą się w zakresie 0-84 % przeto zasadnym jest pytanie, w jakim stopniu magazyny są ładowane prądem z węgla, a w jakim prądem z OZE, i z góry podkreślamy, że mowa o stanach pośrednich.

Rysunek nr 4 daje odpowiedź na pytanie. Układ cen sprzyja sytuacji, w której magazyny energii są ładowane przy wyższych udziałach OZE, a rozładowywane są przy udziałach niskich. Powyższe oczywiście nie stanowi zaskoczenia, ciekawsze będą dane liczbowe - o tym poniżej.

Podkreślamy, że biznes rządzi się swoimi prawami – decyduje wyłącznie układ cen, "algorytmy biznesowe" nie wiedzą, że chodzi o preferencję w postaci "uratowania klimatu". Istotne będą też względy pragmatyczne. Jeśli dyspozytor KDM będzie posiadał prognozę wysokiego zapotrzebowania w najbliższym szczycie energetycznym, będzie wiedział, że brakuje mu elektrowni sterowalnych, a ma "luzy" w okresie podszczytowym – to oczywiście naładuje magazyny prądem z węgla. Dlatego stopień wykorzystania magazynów jest wyższy, niżby to sugerował kształt nadwyżki OZE.

Wskaźnik wykorzystania mocy zainstalowanej nOZE (niestabilnych) za rok 2025 wynosi 0,133. (Moc zainstalowana wiatraków i fotowoltaiki 35358 MW, moc średnia 4689 MW, zestawienie liczb j.w. daje oczywiście inny obraz, niż w znanym, nagłośnionym politycznie wystąpieniu pani Minister klimatu i Środowiska).

Średni udział nOZE obliczony w stosunku do zapotrzebowania za rok 2025 wynosi **0,262**. I teraz uwaga: **średni udział OZE w tych okresach, kiedy prowadzono ładowanie magazynów wyniósł 0,416**.

Zatem wszystko się zgadza – średni roczny udział OZE wynosi 0,262, ale średni udział w czasie ładowania 0,416. Znaczy to, że magazynowanie spełnia swoją rolę i do magazynów kierowane jest wyraźnie więcej prądu wtedy, kiedy generuje OZE. Jednocześnie oznacza to, że średnio do magazynów kierujemy 60 % prądu z węgla (lub źródeł stabilnych). Dzięki temu czas wykorzystania magazynów jest wyższy i gospodarka magazynowa osiąga (w miarę) realne wskaźniki kosztowe. Natomiast magazynowanie prądu z węgla oznacza kolejną stratę na sprawności procesu.

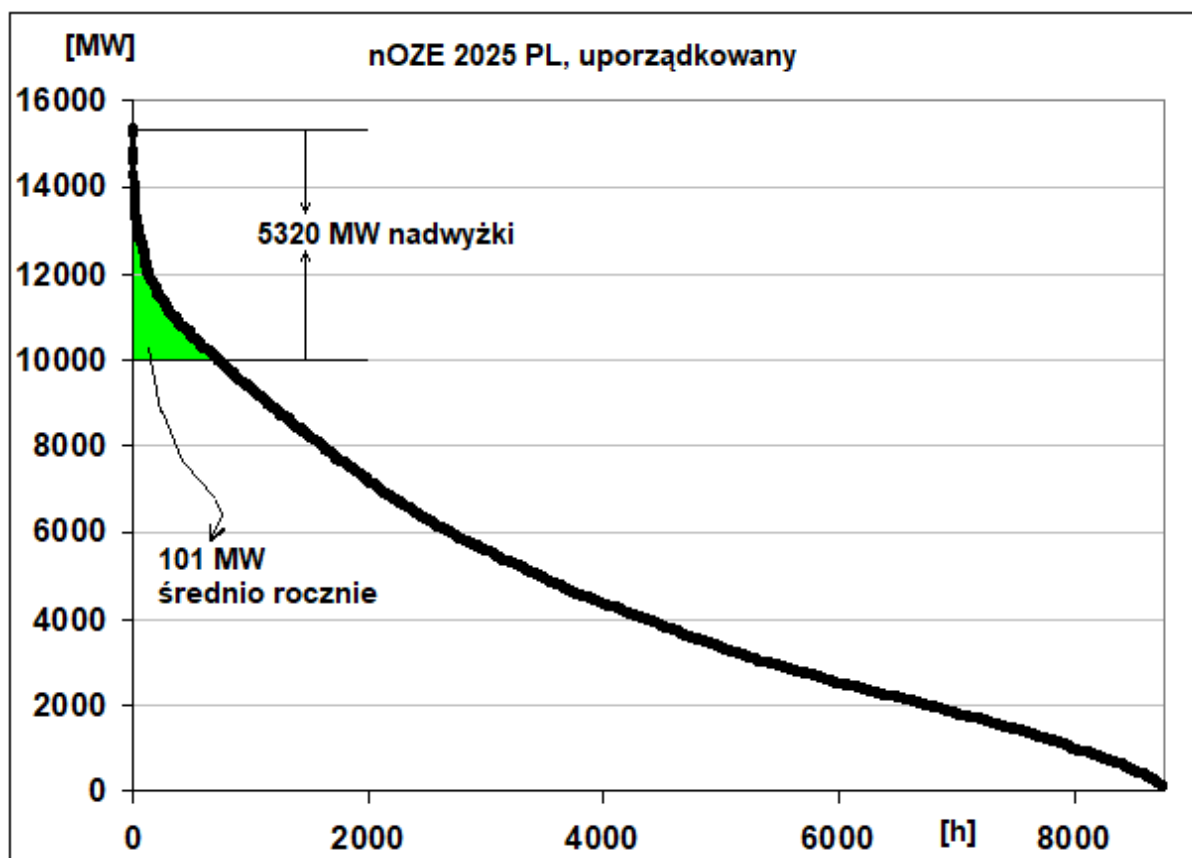
Pozostałe dane w tabeli nr 1 poniżej.

ESP	Pojemność	zainstalowana	MWh	6 440
Baterie	Pojemność	zainstalowana	MWh	23
Suma	Pojemność	zainstalowana	MWh	6 463
ESP	Pojemność względem mocy zainst.	zainstalowana	h	4,444
Baterie	Pojemność względem mocy zainst.	zainstalowana	h	1,480
Suma	Pojemność względem mocy zainst.	zainstalowana	h	4,413
ESP	Pojemność względem zapotrzeb.śr.PL	zainstalowana	h	0,357
Baterie	Pojemność względem zapotrzeb.śr.PL	zainstalowana	h	0,001
Suma	Pojemność względem zapotrzeb.śr.PL	zainstalowana	h	0,358
Zapotrzebowanie PL	Moc	średnia	MW	18 059
ESP	Moc	zainstalowana	MW	1 449
Baterie	Moc	zainstalowana	MW	15
Suma	Moc	zainstalowana	MW	1 464
Ładowanie do magazynów	Moc	max	MW	1 374
Generacja z magazynów	Moc	max	MW	1 325
Ładowanie do magazynów	Moc	średnia	MW	171
Generacja z magazynów	Moc	średnia	MW	133
Ładowanie wsk. wykorzystania	Moc średnia / Moc max		-	0,125
Generacja wsk. wykorzystania	Moc średnia / Moc max			0,101
Sprawność magazynów				0,778
RCE w trakcie zakupu		średnia	zł/MWh	330
RCE w trakcie sprzedaży		średnia	zł/MWh	642
nOZE	moc	średnia	MW	4 689
nOZE śr. / Zapotrzeb. Śr			%	26,0
Udział nOZE do zaporzeb.	min-max		%	0,5-84,9
nOZE	Moc w czasie ładowania	średnia	MW	71
nOZE	Udział w czasie ładowania	średnia	%	41,6
Udział ładowania magazynów	do zapotrzeb.śr.	średnia		0,009
Udział generacji magazynów	do zapotrzeb.śr.	średnia		0,007

Tabela 1. Osiągi magazynów w Polsce za rok 2025.

Przede wszystkim: **posiadamy 6,46 GWh pojemności magazynów, z czego 6,44 GWh to elektrownie szczytowo pompowe. Baterie to margines.**

Łączna pojemność wszystkich magazynów to 4,41 h licząc w stosunku do mocy zainstalowanej własnej. **Licząc w stosunku do średniego zapotrzebowania PL jest to pojemność 0,358 h, czyli 21,5 minuty. Realizacja celów nazywanych, jako "pełna neutralność" wymagałaby pojemności rzędu 15-30 dni.**



Rys.5. Roczny uporządkowany wykres generacji nOZE w Polsce za rok 2025.

Na rysunku 5 zaznaczono na uporządkowanym wykresie generacji nOZE pole nadwyżki OZE o mocy 5320 MW. Jej średnia wartość roczna to 101 MW. Zatem wskaźnik wykorzystania mocy instalacji magazynowej pracującej wyłącznie na nadwyżce OZE wyniósłby około 2 %. Nie da się zorganizować warunków finansowych dla biznesu z takim stopniem wykorzystania.

Powyżej już podano, że całe nOZE osiąga w Polsce wsk. wykorzystania mocy zainstalowanej 13,3 %. Wielkość pola nadwyżki 2 % jest tego logiczną konsekwencją. Tę część nadwyżki generacji OZE po prostu się wyłącza.

Polskie magazyny osiągną wskaźnik wykorzystania mocy zainstalowanej 10,1 %, jak podano w tabeli 1. Jest to wskaźnik stosunkowo duży, znacznie większy od wyobrażonego pola nadwyżki OZE. Wskazuje on na wykorzystanie magazynów utylitarne, biznesowe i techniczne (ze względów bezpieczeństwa). Jak podkreślono, na pewno realizujemy ładowanie magazynów prądem z węgla: szersza dyskusja tutaj po części miałaby tylko wartość sporu akademickiego. Jednocześnie wskaźnik wykorzystania mocy zainstalowanej

10 % w przypadku biznesów nie obarczonych zadaniem tak silnie upolitycznionym zostałyby uznany za skrajnie niekorzystny. Środowiska skrajnie konserwatywne podsumowałyby to stwierdzeniem "płacimy za stanie".

Co jeszcze warto zestawić ze sobą:

średnie zapotrzebowanie 2025 PL	-	18 059 MW,
średnia moc ładowania magazynów	-	171 MW,
średnia moc rozładowania magazynów	-	133 MW,
średnia Rynkowa Cena Energii w trakcie zakupu	-	330 zł/MWh
średnia Rynkowa Cena Energii w trakcie sprzedaży	-	642 zł/MWh.

Spread $642 - 330 = 312$ zł/MWh zapewne dobrze służy właścicielom magazynów i na pewno nie służy odbiorcom energii elektrycznej.

RCE 330 zł/MWh pośrednio dowodzi, że magazyny są wykorzystywane utylitarnie i na pewno nie kupujemy wyłącznie prądu po "zero".

W tym miejscu autor przypomni, że elektrownie szczytowo pompowe owszem posiadają zestaw urządzeń jak w elektrowni i o koszcie, jak w elektrowni, ale per saldo żadnymi elektrowniami nie są. Są wyłącznie suwnicami przeładunkowymi magazynów o energetycznym koszcie własnym rzędu 0,25. Jedna czwarta energii zielonej (lub, jak wykazano czarnej) jest tu po prostu marnowana. Zatem nikt do takich strat się nie spieszy bez większego uzasadnienia – elektrownie szczytowo pompowe nie powstały, jako magazyny zielonej energii. Oferowały one po prostu czas rozruchu 2 min, a blok cieplny pracujący w ARCM potrzebuje na pokonanie zakresu 45-100 % mocy czasu 27,5 minuty z prędkością 2 %/min. El.szczytowo pompowe o pojemności 4 godziny z nawiązką wypełniały zadanie polegające na pokryciu luki między chwilą awarii bloku w systemie, a czasem podjazdu z rezerwy wirującej.

Zakładając średni wskaźnik wykorzystania mocy zainstalowanej, jak w prezentowanych badaniach można pokusić się o ocenę kosztów współczesnego magazynu bateryjnego.

Przyjmujemy następujące dane.

Koszt inwestycji	4,79 mln zł/MW
Oprocentowanie kredytu	6 %
Rata równa (144 miesiące)	12 lat
Wsk. wykorzystania mocy zainstalowanej	10,1

Byłaby to klasa magazynu Żarnowiec 263 MW, 981 MWh, 3,7 h.

Wynik obliczeń (**jednostkowy koszt inwestycyjny**) **637 zł/MWh.**

Byłby to narzut na cenę energii z tytułu kosztów inwestycyjnych, albo **inaczej cena energii przy zakupie prądu po "zero"** bez kosztów utrzymania.

Jak wykazano, średnia RCE przy zakupie wynosi 330 zł/MWh, więc taki magazyn sprzedawałby prąd po 967 zł/MWh bez zysku własnego. Istniejące elektrownie szczytowo pompowe mogą schodzić z ceną do 642 zł/MWh ponieważ są zamortyzowane. W przypadku

nowych magazynów perspektywy dla odbiorców prądu są, jak widać mało korzystne.

5. Podsumowanie.

Zasadniczym celem autora była próba obalenia stereotypu myślowego sugerującego nam, że transformacja oznacza powszechny dostęp do "darmowej energii OZE" zmagazynowanej "za darmo" w magazynach zbudowanych za pieniądze z KPO, a więc również "za darmo".

Gospodarka magazynowa to proces trudny i w zasadzie opiera się na spekulacji cenowej. Jest to określenie o charakterze pejoratywnym i powszechnie źle postrzegane społecznie. Nie od rzeczy będzie tu przypomnienie znanych z historii buntów społecznych, w których to "rozwrzeszczany i uzbrojony motłoch" kwestionował, mówiąc oględnie ceny pieczywa wystawione słusznie przez przezornego piekarza w zamian za długookresowy koszt magazynowania mąki. Oczywiście to nie jest wezwanie do rewolucji, tylko próba desakralizacji magazynów energii – one będą generować realne koszty.

W pracy wykazano rażącą rozbieżność pomiędzy potrzebami, a realnymi osiągnięciami elektrycznej gospodarki magazynowej w Polsce za rok 2025.

Uwaga: koszt energii z magazynu **637 zł/MWh**, choć wysoki, jednak porównywalny z obecnymi RCE mógłby sugerować, że cele transformacji są w zasięgu ręki – nie prawda, to było wyliczenie dla magazynu **3,7 h**. Takie samo wyliczenie dla magazynu o pojemności **1 tydzień** daje wynik **10240 zł/MWh**. Takie samo wyliczenie dla magazynu o pojemności **20 dni** (teoretyczna pełna dekarbonizacja "na styk" bez rezerwy) daje wynik **28503 zł/MWh**. W pracy [1] wykazano 23 tys. zł/MWh – to nieznacząca rozbieżność wobec skali utopii.

Magazyn o pojemności 3,7 h nie zdejmuje z systemu kosztów elektrowni sterowalnych. Jak łatwo zauważyć jest to zaledwie 0,02 część zapasu tygodniowego i 0,0077 część zapasu 20-dniowego. Zatem na obecnym etapie rozwoju **odbiorca energii elektrycznej ponosi zwielokrotniony koszt zabezpieczenia mocy będący sumą kosztów nowo powstających magazynów bateryjnych i jednocześnie elektrowni węglowych lub gazowych.** To drugi, równoległy system mocy o podobnym koszcie, lecz krótkoterminowy. Oczywiście w zamian magazyn zdejmuje z rachunku koszt paliwa, ale jak widać, koszt inwestycyjny jest znacznie większy. Obecnie ilości energii "czarnej" (koszty paliwa, dodatkowy efekt dekarbonizacyjny, "nie zmarnowana energia nadwyżek OZE") zdjęte z rynku są niewielkie. Jak podano, produkcja magazynów wynosi średnio 133 MW w stosunku do 18059 MW zapotrzebowania.

Czy prąd surowiec dla magazynów jest kupowany po "zero"? Wykazano, że średniorocznie - nie. Ale w odniesieniu do okresów rzeczywiście 0 zł/MWh należy zauważyć, że to iluzja. OZE na kontraktach aukcyjnych otrzymują rekompensatę cen zerowych z **magazynu pieniędzy*** ładowanego ceną prądu w godzinach szczytów energetycznych, w czasie których cena jest podbijana mechanizmem "pay-as-clear" między innymi dzięki kosztom **magazynów energii**. *Fundusz Rozliczeń OZE.

Zakończono 31.05.2026.