

Analizy **AGH**

POLSKIE
STOWARZYSZENIE
MAGAZYNOWANIA
ENERGII



Komunikat 2/2022

Wpływ rozbudowy infrastruktury magazynów energii na rozwój gospodarczy w Polsce - prognoza do 2040 r.

AGH – Sławomir Kopeć, Łukasz Lach

PSME – Barbara Adamska, Mieczysław Wrocławski, Piotr Szczeciński



Możliwe efekty do roku 2040:

26 tysięcy trwałych miejsc pracy

69 mld zł wzrostu produkcji krajowej

33 mld zł przyrostu wartości dodanej

Cel i zakres opracowania oraz metoda analityczna

Celem opracowania jest określenie możliwego wpływu rozbudowy infrastruktury bateryjnych magazynów energii na rozwój gospodarczy Polski do 2040 r. dla różnych scenariuszy rozwoju.

W ramach badania wyznaczono prognozy wolumenu oraz sektorowego rozkładu trzech zmiennych makroekonomicznych:

- produkcji krajowej (rozumianej jako ogół produktów i usług wytworzonych w polskiej gospodarce w rozpatrywanym przedziale czasowym),
- zatrudnienia (wyrażonego w osobolatach pracy w pełnym wymiarze),
- wartości dodanej (rozumianej jako wielkość produkcji krajowej po odliczeniu kosztów pośrednich).

Zmienne te są generowane przez budowę i utrzymywanie magazynów energii powstałych w Polsce w perspektywie czasowej 2021–2040.

Typy magazynów energii i scenariusze rozwoju

Dla celów badania wyodrębniono dwa zakresy magazynów energii (**ME**):

- magazyny klasy prosumenckiej (**MP**) – małe instalacje przydomowe oraz magazyny w instytucjach i jednostkach gospodarczych o pojemności do 400 kWh,
- magazyny przemysłowe i wielkoskalowe (**MPW**) o pojemności powyżej 400 kWh.

Badanie przeprowadzono dla trzech scenariuszy rozwoju infrastruktury magazynów energii w Polsce:

- scenariusz bazowy (**BAZ**) zakłada, że dalszy rozwój technologii będzie przebiegał w oparciu o obecnie istniejące uwarunkowania prawne i rynkowe,

→ scenariusz **PEP2040** przyjmuje, że rozwój będzie przebiegał w oparciu o założenia oraz uwarunkowania prawne i rynkowe określone w aktualnej wersji Polityki Energetycznej Polski do 2040 r.,

→ scenariusz optymalny dla branży (**OPT**) opiera się na założeniu, że dalszy rozwój będzie przebiegał w zakresie i tempie optymalnym z punktu widzenia strategii i ekspansji podmiotów z branży, a także z uwzględnieniem korzyści dla KSE z wykorzystaniem istniejących zasobów w systemie elektroenergetycznym.

Optymalny scenariusz rozwoju magazynów obejmuje kryteria określające wpływ budowy magazynów energii na model arbitrażu na rynku energii oraz na realizację pokrycia potrzeb odbiorców i wytwórców energii elektrycznej, co stanowi główny cel działalności sektora elektroenergetycznego.



Założenia dla realizacji wariantu optymalnego w zależności od rozpatrywanego horyzontu czasowego zostały przedstawione w tabeli poniżej.

Horyzont czasowy	Założenia i cele
2021–2025	Od roku 2021 obowiązują zmienione zasady bilansowania KSE. Magazyny energii są pełnoprawnymi uczestnikami rynku bilansującego. Moc zainstalowana w magazynach energii elektrycznej wynika z zapotrzebowania na moc w szczycie wieczornym, a także z konieczności budowania zasobów rezerwy wirującej. Realizacja przez magazyny energii usług regulacyjnych pozwoli na bardziej efektywne wykorzystywanie konwencjonalnych źródeł wytwórczych i odbiorów dedykowanych DSR.
2026–2030	Magazyny energii budowane są w wolumenie pozwalającym na odtworzenie rezerwy wirującej. Ich zastosowanie umożliwi znaczące zmniejszenie ograniczeń źródeł wytwórczych, a także zredukuje niebezpieczeństwo ograniczeń odbiorców.
2031–2035	Magazyny energii pozwolą na ograniczenie zmienności generacji z morskiej energetyki wiatrowej na szynie północnej KSE. Spowodują zwiększenie o 4000 MW mocy przyłączniowych dla nowych źródeł. Magazyny energii elektrycznej służą budowaniu rezerwy bilansującej dla dynamicznie rozwijających się źródeł zależnych od warunków pogodowych.
2036–2040	Budowa magazynów mocy 3750 MW (15 000 MWh) pozwoli na przyłączenie dodatkowych 5000 MW w morskich elektrowniach wiatrowych bez ponoszenia dodatkowych kosztów na inwestycje sieciowe. Zastosowanie magazynów energii pozwala na wygładzenie profilu wytwórczego morskich elektrowni wiatrowych. Magazyny energii elektrycznej służą budowaniu rezerwy bilansującej dla dynamicznie rozwijających się źródeł zależnych od warunków pogodowych.

Potencjał rozwoju rynku magazynów energii w Polsce

W poniższej tabeli przedstawiono oszacowany przez ekspertów PSME potencjał rozwoju magazynów energii w Polsce w analizowanych scenariuszach. Uwagę zwraca prognozowane szybsze tempo wzrostu pojemności zainstalowanej magazynów przemysłowych i wielkoska-

lowych w stosunku do magazynów klasy prosumenckiej. Potencjał rozwoju jest, co zrozumiale, najwyższy dla scenariusza optymalnego, o kilkanaście procent większy niż dla scenariusza bazowego. Zdecydowanie najniższy wzrost pojemności magazynów przewiduje scenariusz PEP2040.

Tabela z lewej wskazuje również na kluczowe znaczenie segmentu magazynów przemysłowych i wielkoskalowych. Poniżej przedstawiono warunki jego rozwoju zgodnie ze scenariuszem optymalnym.

	Nowa pojemność zainstalowana [MWh]					
	Magazyny klasy prosumenckiej			Magazyny przemysłowe i wielkoskalowe		
	BAZ	PEP2040	OPT	BAZ	PEP2040	OPT
2021–2025	1000	610	1150	1615	2440	2000
2026–2030	1400	990	1610	9200	3960	11 000
2031–2035	2100	1510	2415	10 400	6040	12 000
2036–2040	2400	1290	2760	12 800	5160	15 000
Łącznie 2021–2040	6900	4400	7935	34 015	17 600	40 000

Warunki spełnienia scenariusza optymalnego dla magazynów przemysłowych i wielkoskalowych

Zapotrzebowanie systemu elektroenergetycznego na moc wynika bezpośrednio z zapotrzebowania na moc odbiorców, a szczytowe zapotrzebowanie na moc przypada dokładnie wtedy, kiedy odbiorcy zużywają największą ilość energii elektrycznej. Zapotrzebowanie na moc odbiorców jest zmienne w czasie. Wiosną i jesienią w szczycie wieczornym zapotrzebowanie na moc krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE) jest na poziomie 21 000–22 000 MW, przy czym w niektórych okresach może osiągnąć nawet 24 000 MW. W marcu, kwietniu, wrześniu i październiku różnica pomiędzy doliną dzienną a szczytem wieczornym sięga 2000 MW.



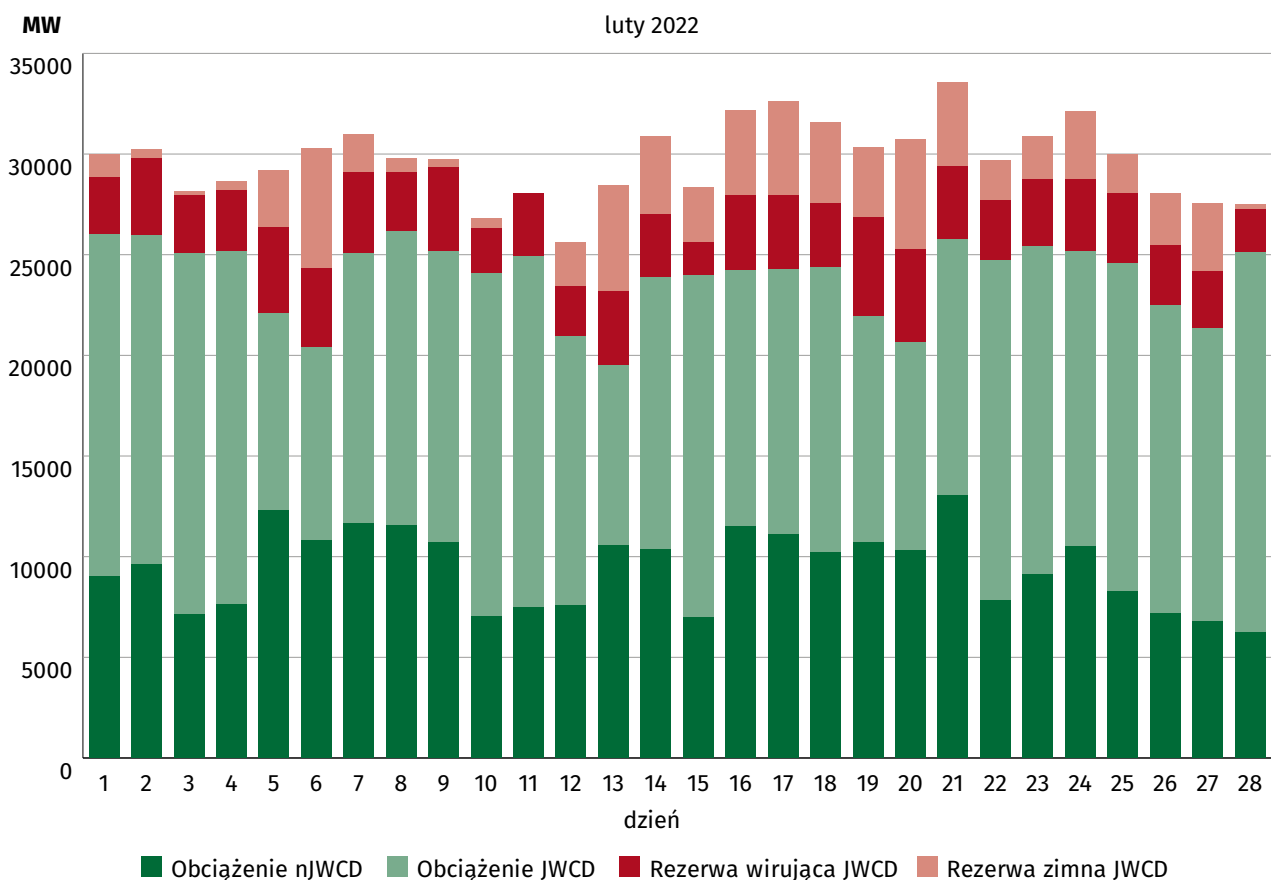
Potrzeby systemu elektroenergetycznego w zakresie wymaganych mocy wytwórczych są wymiarowane przez zapotrzebowanie mocy w szczycie. Przykładowo w okresie wiosenno-jesiennym szczyty zapotrzebowania trwają zaledwie od 1 do 2 godzin i przypadają na wieczór w okolicach godziny 20:00. W sytuacji wysokiego zapotrzebowania na moc w szczytach obciążeniowych pracują wszystkie dostępne moce wytwórcze, w tym także te najmniej efektywne, generujące najwięcej CO₂ i produkujące najdroższą energię. Mechanizmy rynkowe powodują, że to właśnie te najmniej efektywne i najdroższe elektrownie będą wyznaczały cenę rozliczeniową energii elektrycznej w danej godzinie. Wysokie zapotrzebowanie przekłada się bezpośrednio na wysokie koszty dostaw energii elektrycznej.

Magazynowanie energii elektrycznej poza szczytem i jej oddawanie w szczytach lub dostosowywanie zapotrzebowania na moc u odbiorców jest jednym ze sposobów racjonalizacji kosztów energii elektrycznej. Magazyny energii o mocy zainstalowanej 2000 MW (8000 MWh) pozwoliłyby pokryć wieczorne szczytowe zapotrzebowanie na moc. Biorąc pod uwagę moc zainstalowaną obecnie w elektrowniach wodnych szczytowo-pompowych na poziomie 1559 MW, zasadne jest zbudowanie magazynów energii o mocy 500 MW (2000 MWh). Ten dodatkowy wolumen pozwoli na pełne pokrycie zapotrzebowania na moc

w szczycie wieczornym. Dodatkowo funkcjonalność wielkoskalowych magazynów energii pozwala na wykorzystanie ich do arbitrażu cenowego na rynku energii oraz świadczenia usług regulacyjnych zgodnie z bieżącymi potrzebami KSE, w tym do budowania rezerwy wirującej.

Zmiany dotyczące zasad bilansowania, wprowadzone w styczniu 2021 r., umożliwiają jednostkom wytwórczym niepodlegającym centralnemu dysponowaniu (tzw. jednostki nJWCD) oraz magazynom energii udział w mechanizmach rynkowych strony popytowej (DSR). Wprowadzone zmiany w zasadach bilansowania mają na celu, między innymi, budowanie rezerw mocy służących pokryciu zmienności obciążenia w KSE. Potrzeby te obecnie realizowane są przy wykorzystaniu rezerwy wirującej.

Biorąc pod uwagę obecne zapotrzebowanie KSE na rezerwę wirującą (patrz wykres poniżej), średnia wartość mocy dla rezerwy wirującej w stosunku do mocy zużywanej w KSE (np. w lutym 2022 r.) wynosi ok. 3300 MW – tj. ok. 14%. Jeśli założyć, że rezerwa wirująca może być uzupełniana magazynami energii, to moc zainstalowana w magazynach powinna być na poziomie 3300 MW. W 2021 r. dla usług DSR zakontraktowana była moc 615 MW. Przy tym poziomie mocy w usługach DSR, i przy założeniu, że źródła wytwórcze nie będą brały udziału w procesie budowy zdolności regulacyjnych, zapotrzebowanie na



usługi świadczone przez magazyny energii uzasadnia budowę magazynów o mocy 2750 MW (11 000 MWh) w horyzoncie od 2026 do 2030 r. Wykres na poprzedniej stronie przedstawia obciążenie jednostek wytwórczych, zapotrzebowanie na usługę rezerwy wirującej i rezerwy zimnej (źródło: wyliczenia własne na podstawie PSE luty 2022 r.).

Obecnie rezerwa wirująca jest zapewniana przez jednostki wytwórcze centralnie dysponowane (JWCD). Jej poziomy wynikają z bieżącego zapotrzebowania na moc odbiorców, a także są pochodną zmienności generacji z 7 GW mocy zainstalowanej w elektrowniach wiatrowych i 5,5 GW zainstalowanych w elektrowniach fotowoltaicznych. Są to źródła o istotnej zmienności.

W horyzoncie czasowym po roku 2031 moc wytwórcza w elektrowniach wiatrowych na morzu zwiększy się o 10,9 GW. Tak istotny wzrost mocy zainstalowanej w źródłach odnawialnych uzasadnia tezę, że wzrosną wymagania dla zasobów rezerw mocy bilansującej. Zachowanie zdolności regulacyjnych będzie prawdopodobnie wymagać zainstalowania magazynów energii o mocy do 3000 MW (12 000 MWh). Pozwoli to zachować zasoby rezerw mocy bilansującej w źródłach wytwórczych na poziomie zbliżonym do obecnego po przyłączeniu elektrowni wiatrowych na morzu. Dotyczy to horyzontu czasowego 2031–2036. Wprowadzenie do KSE magazynów energii o mocy 3000 MW stanowi 30% pasma generacji wiatrowej o wyższej zmienności, co stopniowo może uwolnić także potencjał przyłączeniowy szyny północnej.

Generacja wiatrowa na morzu w paśmie wytwarzanej energii powyżej 70% mocy zainstalowanej charakteryzuje się dużą zmiennością. Zmagazynowanie energii wytworzonej w tym paśmie pozwala na ograniczenie szczytowej generacji wiatrowej elektrowni morskich wprowadzanej do sieci przy jednoczesnym zapewnieniu możliwości sprzedaży tej energii po korzystniejszych cenach.

Ograniczenie zmienności generacji wiatrowej na szynie północnej i doświadczenia eksploatacyjne mogą skutkować znacznym zwiększeniem mocy przyłączeniowych w infrastrukturze sieciowej powstałej w wyniku realizacji przy zachowaniu infrastruktury sieciowej powstałej wskutek realizacji planów rozwojowych PSE S.A. do roku 2031. Przy założeniu, że układy magazynowania energii mogą uwolnić pasmo wytwórcze o dużej zmienności na poziomie 30% mocy zainstalowanej przy szczytowej generacji z elektrowni wiatrowych i biorąc pod uwagę, że plany rozwojowe są dostosowane do maksymalnych możliwości wytwórczych określonych szczytową generacją wiatrową, zastosowanie magazynów energii o mocy 3000 MW przy zachowaniu planu inwestycji do roku 2031 r.

może pozwolić na przyłączenie dodatkowych 4000 MW w farmach wiatrowych na morzu.

Zastosowanie magazynów energii pozwala na wygładzenie profilu wytwórczego morskich elektrowni wiatrowych, co może pozwolić na zwiększenie możliwości odbioru energii elektrycznej przez odbiorców w okresach dedykowanych i w okresach zwiększonego zapotrzebowania na moc. W tym szczególnym przypadku magazyny energii powinny być lokowane na szynie północnej krajowego systemu elektroenergetycznego. Zatwierdzony przez Prezesa URE „Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2021–2030” uwzględnia morskie elektrownie wiatrowe o mocy 10,9 GW. Dokument stanowi odpowiedź na najważniejsze wyzwania w obszarze przesyłu energii elektrycznej. Biorąc pod uwagę powyższe, można przyjąć, że obecne plany rozbudowy przesyłowej infrastruktury sieciowej pozwalają na przyłączenie morskich elektrowni wiatrowych o mocy 10,9 GW. Zwiększenie mocy zainstalowanej w wiatrowych elektrowniach morskich w okresie 2036–2040 r. wymagałoby dodatkowych inwestycji w rozwój infrastruktury sieciowej. Budowa magazynów o mocy 3750 MW (15 000 MWh) pozwoli na przyłączenie kolejnych 5GW w morskich elektrowniach wiatrowych bez ponoszenia dodatkowych kosztów na inwestycje sieciowe. Oprócz zwiększenia możliwości przyłączeniowych magazyny energii stanowiąc będą źródło rezerwy bilansującej, a także źródło energii biernej potrzebnej do utrzymania poziomów napięć w sieci przesyłowej przy dużej zmienności generacji.

Metoda analityczna

W ramach przeprowadzonej analizy ilościowej obliczono tzw. całkowitz mnożniki międzygałęziowe. Rozumowanie oparte na idei mnożników międzygałęziowych często pojawia się w rozważaniach na temat polityki ekonomicznej państwa, pozwalając na ocenę skali łańcuchów produkcji powstających w związku z daną inwestycją i jej utrzymywaniem (np. obsługa magazynów energii w danym przedsiębiorstwie zwiększa liczbę miejsc pracy także w jego otoczeniu, w powiązanych usługach itd.).

Mnożniki międzygałęziowe pozwalają ocenić prognozowany wpływ inwestycji w instalację i utrzymywanie magazynów energii w Polsce na trzy rozważane zmienne makroekonomiczne. Szacując wielkość wspomnianego oddziaływania uwzględniano efekty:

- bezpośrednio, wynikające z dodatkowego popytu ze strony odbiorców końcowych,
- pośrednie, obejmujące aktywność gospodarczą stymulowaną przez zużycie dóbr pośrednich.

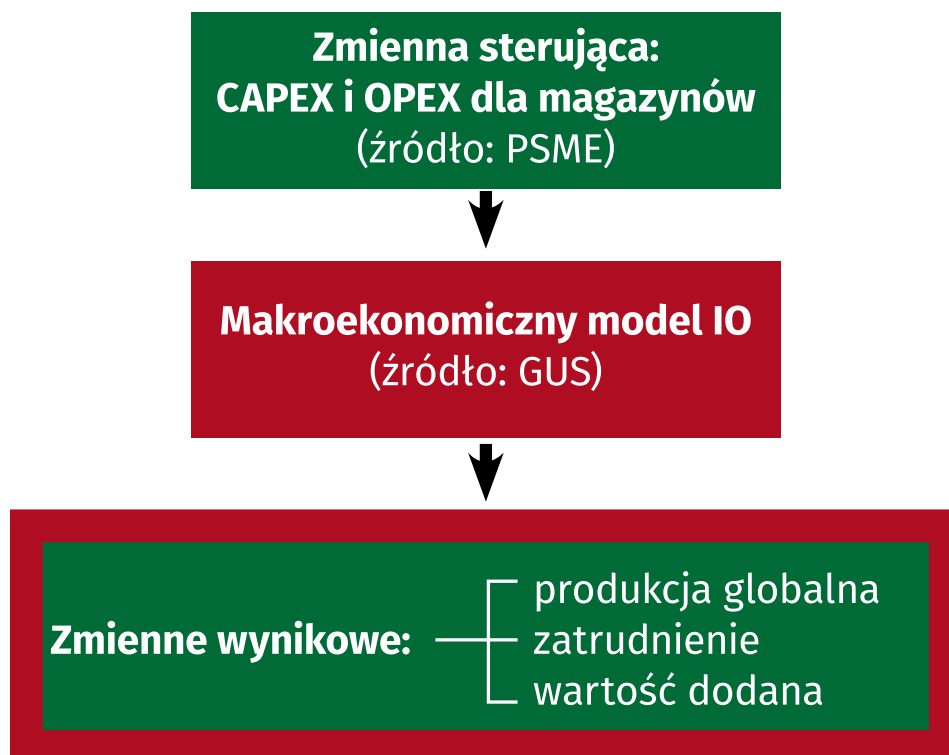


Efekty bezpośrednie obejmują końcowe transakcje zawierane na rynku ze względu na budowę lub użytkowanie infrastruktury magazynów energii. Przykładem bezpośredniego efektu wywołanego rozbudową infrastruktury magazynów energii może być wykonanie konstrukcji służącej zamontowaniu magazynu. Efekty pośrednie są z kolei związane z tworzeniem przez końcowe transakcje łańcucha powiązań międzysektorowych w systemie gospodarczym. Wracając do wspomnianej konstrukcji, jej wykonanie (transakcja końcowa) wywołuje w gospodarce łańcuch efektów pośrednich, gdyż powoduje powstanie zapotrzebowania na dobra i usługi pośrednie produkowane/oferowane w innych branżach, również takich, które nie są bezpośrednio związane z budownictwem, jak np. usługi transportowe, produkcja energii, usługi finansowe, usługi ochrony itp. Dzięki zastosowaniu metodologii input-output (IO) możliwy staje się pomiar łącznych (a więc bezpośrednich oraz pośrednich) efektów makroekonomicznych generowanych w gospodarce w efekcie prowadzenia inwestycji/utrzymywania nowych instalacji magazynów energii¹.

W celu wyznaczenia możliwych efektów mnożnikowych w polskiej gospodarce, powstałych w wyniku budowy i użytkowania magazynów energii dla obu rozważanych zakresów (MP i MPW) i każdego scenariusza rozwoju (BAZ, PEP2040, OPT), wyznaczono trzy rodzaje mnożników (IO), wykorzystując liniowy statyczny popytowy model Leontiefa (Lach 2020). Zastosowany model makroekonomiczny został sparametryzowany w oparciu o dwa zbiory danych: bilans przepływów międzygałęziowych w polskiej gospodarce opublikowany w GUS (2019) oraz wielkość i sektorsowy rozkład kosztów inwestycyjnych i operacyjnych dla technologii magazynów bateryjnych sporządzony przez ekspertów PSME.

Dla zobrazowania logiki wykorzystywania modelu IO w ocenie makroekonomicznych efektów prowadzenia i utrzymywania infrastruktury magazynów energii w polskiej gospodarce, poniżej przedstawiono uproszczony schemat badania empirycznego przeprowadzonego w ramach niniejszego raportu.

Szerszy opis metodyki – patrz odnośnik na s. 12.



1. W badaniach wykorzystujących pojęcie mnożników międzygałęziowych poza efektami bezpośrednimi i pośrednimi rozpatruje się niekiedy tzw. efekty indukowane, które obrazują dodatkową aktywność gospodarczą powodowaną przez konsumpcję dochodów powstałych wskutek występowania efektów bezpośrednich i pośrednich. W niniejszym opracowaniu odstąpiono od oceny tego typu efektów, gdyż dla polskiej gospodarki nie są obecnie dostępne wymagane dane statystyczne pozwalające na ich rzetelne szacowanie (Lach 2020).

Jednostkowe efekty gospodarcze

W pierwszym etapie prac oszacowano wpływ inwestycji w instalacje magazynów energii oraz ich utrzymywania na generowanie popytu na zatrudnienie, wzrost produkcji krajowej oraz wzrost wartości dodanej. Pozwoliło to na

wyznaczenie jednostkowych efektów mnożnikowych dla trzech rozpatrywanych zmiennych makroekonomicznych w przeliczeniu na 1 MWh zainstalowanej lub 1 GWh utrzymywanej pojemności. Poniższe ilustracje obrazują otrzymane wyniki.

Faza instalacji – scenariusz OPT²

1MWh zainstalowanej pojemności	Pełnoetatowe jednoroczne miejsca pracy							
	Magazyny klasy prosumenckiej				Magazyny przemysłowe i wielkoskalowe			
	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040
	9,41	8,03	7,06	6,04	5,33	4,76	4,16	3,56
1MWh zainstalowanej pojemności	Przyrost produkcji krajowej w polskiej gospodarce [mln zł]							
	Magazyny klasy prosumenckiej				Magazyny przemysłowe i wielkoskalowe			
	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040
	2,65	2,27	1,99	1,71	1,68	1,50	1,32	1,12
1MWh zainstalowanej pojemności	Przyrost wartości dodanej w polskiej gospodarce [mln zł]							
	Magazyny klasy prosumenckiej				Magazyny przemysłowe i wielkoskalowe			
	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040
	1,29	1,10	0,97	0,83	0,80	0,72	0,63	0,54

Faza utrzymywania instalacji

1GWh utrzymywanej pojemności	Pełnoetatowe trwałe miejsca pracy	
	Magazyny klasy prosumenckiej	Magazyny przemysłowe i wielkoskalowe
	444	203
1GWh utrzymywanej pojemności	Przyrost produkcji krajowej w polskiej gospodarce [mln zł]	
	Magazyny klasy prosumenckiej	Magazyny przemysłowe i wielkoskalowe
	153	80
1GWh utrzymywanej pojemności	Przyrost wartości dodanej w polskiej gospodarce [mln zł]	
	Magazyny klasy prosumenckiej	Magazyny przemysłowe i wielkoskalowe
	70	37

2. W scenariuszach BAZ i PEP2040 mnożniki jednostkowe są wyższe o kilka-kilkanaście procent w związku z wyższymi kosztami inwestycyjnymi wynikającymi z założonego niższego stopnia rozwoju rynku ME.



Wpływ rozwoju rynku magazynów energii na gospodarkę

Znajomość wielkości jednostkowych efektów mnożnikowych oraz potencjału rozwoju rynku magazynów energii dla rozpatrywanych scenariuszy umożliwia wyznaczenie zagregowanych efektów mnożnikowych dla każdego rozpatrywanego typu magazynów energii i każdego analizowanego scenariusza rozwoju.

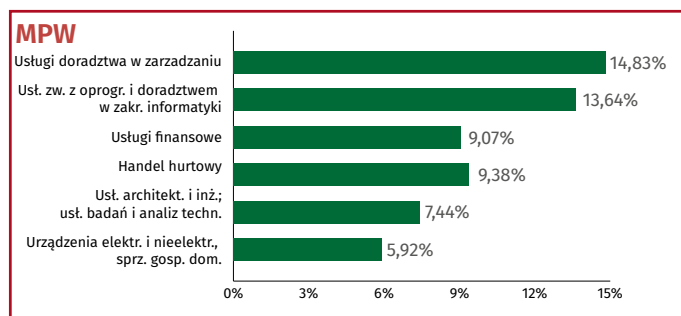
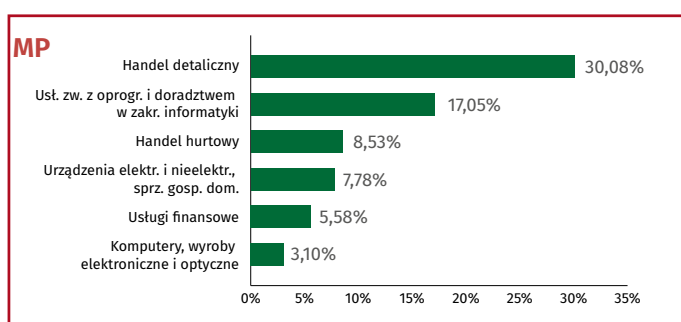
W uzupełnieniu do zagregowanych wyników przedstawionych w tabeli po lewej stronie, na rysunku poniżej przedstawiono listę sześciu sektorów polskiej gospodarki, w przypadku których zanotowano największy udział w zagregowanych efektach mnożnikowych dla generowanego zatrudnienia³.

Efekty zrealizowanych inwestycji

W poniższej tabeli przedstawiono prognozę średniego stanu zatrudnienia rozumianego jako przeciętny poziom jednorocznych kontraktów pełnoetatowych generowanych na rynku pracy w Polsce przez inwestycje w magazyny klasy prosumenckiej (MP) oraz przemysłowe i wielkoskalowe (MPW) w trzech scenariuszach rozwoju.

	Średnia roczna liczba miejsc pracy [tys.]					
	MP			MPW		
	BAZ	PEP2040	OPT	BAZ	PEP2040	OPT
2021–2025	2,01	1,23	2,16	1,92	2,90	2,13
2026–2030	2,44	1,72	2,59	9,83	4,24	10,48
2031–2035	3,23	2,33	3,41	9,88	5,75	9,99
2036–2040	3,22	1,73	3,34	10,65	4,29	10,68

Prognozowana średnia liczba jednorocznych miejsc pracy jest prawie identyczna dla scenariuszy BAZ i OPT, zarówno dla magazynów klasy prosumenckiej, jak i przemysłowych i wielkoskalowych. Do zdecydowanie niższego stanu zatrudnienia prowadzi realizacja scenariusza PEP2040.



Tabele na kolejnej stronie przedstawiają skumulowaną wartość dodaną oraz skumulowaną produkcję krajową generowane w polskiej gospodarce przez inwestycje w magazyny energii dla momentów prognozy w 2030 i 2040 r.

Analogicznie do prognozowanego stanu zatrudnienia, skumulowana wartość dodana i produkcja krajowa niewiele się różnią dla scenariuszy BAZ i OPT. Znacznie niższe (o niemal 50% dla magazynów klasy MPW) poziomy są osiągnięte dla scenariusza PEP2040.

3. Ze względu na metodologię prowadzonego badania lista sektorów o największym udziale w generowanym zatrudnieniu zależy tylko od rozpatrywanego typu magazynów energii, a nie zależy od podokresu i scenariusza rozwoju.

Moment prognozy	Skumulowana generowana wartość dodana [mld zł]					
	MP			MPW		
	BAZ	PEP2040	OPT	BAZ	PEP2040	OPT
2030	3,05	2,02	3,25	8,86	5,38	9,51
2040	7,47	4,80	7,88	24,33	12,95	25,09

Moment prognozy	Skumulowana generowana produkcja krajowa [mld zł]					
	MP			MPW		
	BAZ	PEP2040	OPT	BAZ	PEP2040	OPT
2030	6,28	4,16	6,70	18,55	11,28	19,91
2040	15,38	9,88	16,21	50,96	27,13	52,57

Efekty związane z użytkowaniem inwestycji

Poza badaniem efektów mnożnikowych wynikających z inwestycji w rozbudowę infrastruktury magazynów energii przeprowadzono również analizę efektów makro-gospodarczych związanych z użytkowaniem już zainstalowanych magazynów.

W odróżnieniu od skutków wywoływanych przez inwestycje w magazyny energii, efekty ekonomiczne wynikające z użytkowania magazynów mają charakter trwały (trwały roczny przyrost produkcji krajowej, stały roczny przyrost wartości dodanej, permanentne pełnoetatowe miejsca pracy).

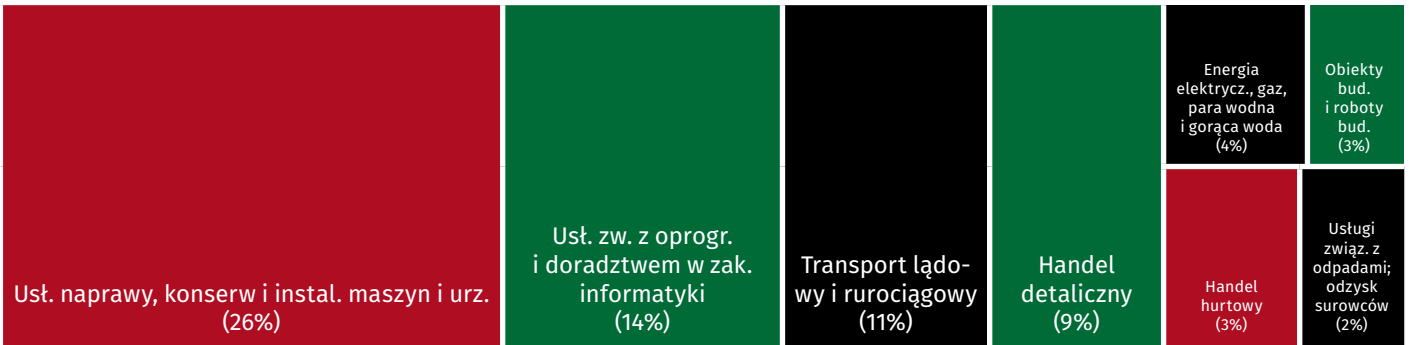
Zagregowane efekty mnożnikowe dla scenariusza OPT są dla obu zmiennych wyższe o około 17% od wyników dla scenariusza BAZ i około dwa razy wyższe niż analogiczne efekty dla scenariusza PEP2040.

W uzupełnieniu do zagregowanych wyników przedstawionych w poniższej tabeli, na kolejnej stronie przedstawiono listę ośmiu sektorów polskiej gospodarki, w przypadku których zanotowano największy udział w zagregowanych efektach mnożnikowych dla zatrudnienia generowanego przez użytkowanie magazynów energii obu typów.

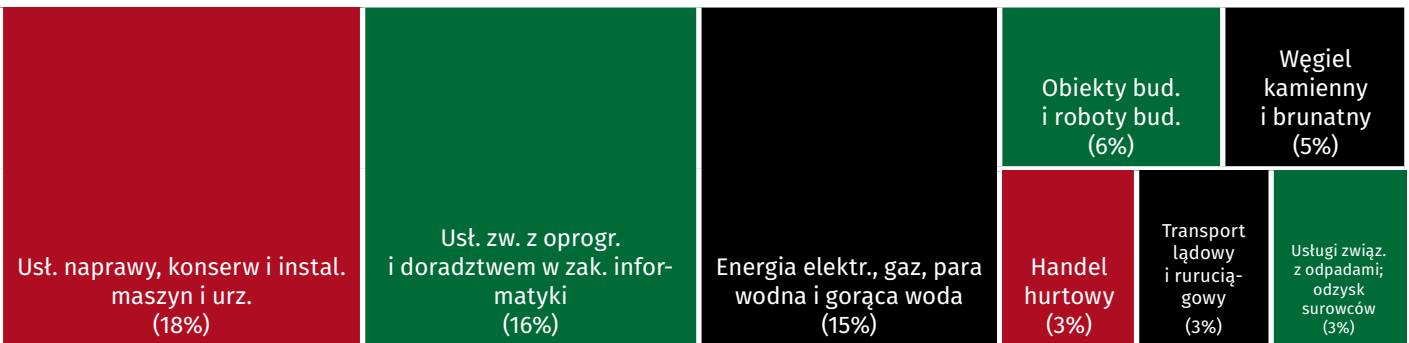
Typ magazynu	Moment prognozy	Trwały (coroczny) przyrost wartości dodanej [mln zł]			Trwały (coroczny) przyrost zatrudnienia [os. zatrudnione]		
		BAZ	PEP2040	OPT	BAZ	PEP2040	OPT
MP	2030	166	111	192	1066	710	1225
	2040	480	306	552	3063	1954	3523
MPW	2030	375	222	450	2197	1300	2641
	2040	1178	610	1386	6910	3575	8126



Zatrudnienie generowane przez utrzymywanie magazynów klasy MP



Zatrudnienie generowane przez utrzymywanie magazynów klasy MPW



Dla obu klas magazynów najwięcej miejsc pracy powstaje w sektorach „Usługi naprawy, konserwacji i instalacji maszyn i urządzeń” oraz „Usługi związane z oprogramowaniem i doradztwem w zakresie informatyki”. W przy-

padku magazynów klasy MPW znacząca liczba miejsc pracy jest generowana w sektorze „Energia elektryczna, gaz, para wodna i gorąca woda”.



Uwagi końcowe

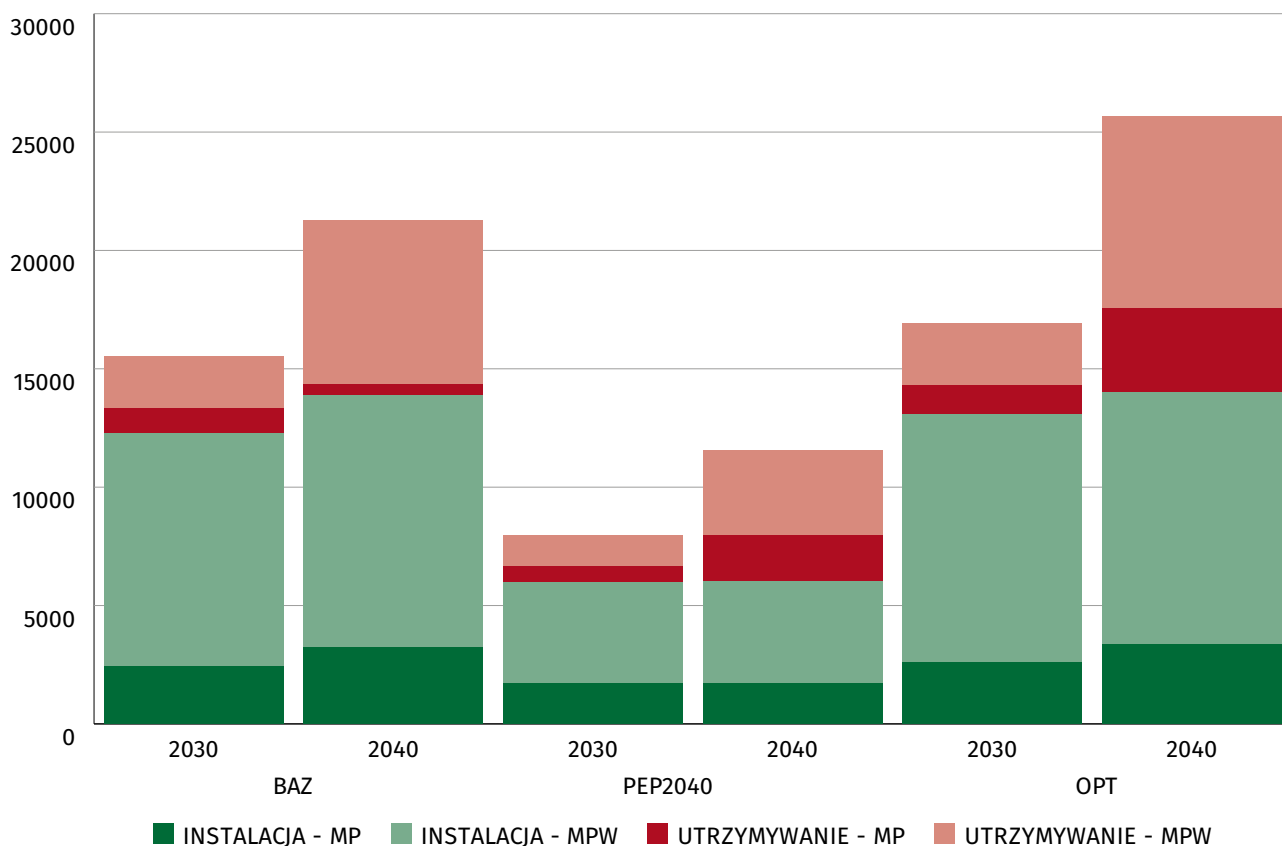
Niniejszą analizę przedstawiono w oparciu o dostarczone przez ekspertów PSME dane dotyczące wielkości i sektorowego rozkładu kosztów inwestycyjnych i operacyjnych dla bateryjnych magazynów energii. W szczególności założono, że wraz z upowszechnianiem i rozwojem technologii będzie następował spadek jednostkowych nakładów inwestycyjnych w kolejnych 5-letnich okresach. Skutkuje to zmniejszaniem się w czasie wartości mnożników jednostkowych dla analizowanych zmiennych makroekonomicznych.

Wyliczone wartości mnożników jednostkowych dla magazynów klasy prosumenckiej nie odbiegają znacząco od dostępnych w literaturze wskaźników globalnych. Z kolei wyznaczone wartości mnożników dla magazynów klasy MPW są wyższe o kilkadziesiąt procent od dostępnych dla innych krajów (patrz np. Ram et al. 2022). Należy to tłumaczyć tym, że ponieważ rozwój instalacji magazynów wielkoskalowych jest w Polsce w początkowej fazie, rynek podmiotów specjalizujących się w ich serwisowaniu dopiero zaczyna się formować.

Jak wspomniano w przypisie na s. 6, niniejsza analiza nie obejmuje, z powodu niejasności metodologicznych, miejsc pracy związanych z tzw. efektami indukowanymi. W literaturze szacuje się, że liczba indukowanych miejsc pracy może stanowić od 33% do nawet 100% miejsc pracy związanych z efektami bezpośrednimi i pośrednimi. Efekty indukowane związane z rozwojem infrastruktury magazynów energii mogą więc w bardzo istotny sposób zwiększać stowarzyszone z nimi efekty bezpośrednie, w tym liczbę miejsc pracy.

Porównanie zagregowanych efektów mnożnikowych dla obu typów magazynów oraz trzech scenariuszy rozwoju wskazuje, że wyniki dla scenariusza optymalnego są nieco wyższe niż dla scenariusza bazowego. Znacznie niższe (nawet o około 50%) poziomy są osiągnięte przy realizacji scenariusza PEP2040. To zjawisko dobrze ilustruje poniższy rysunek przedstawiający łączne możliwe zatrudnienie związane z instalacją i utrzymywaniem magazynów energii.

Łączna liczba miejsc pracy



Stosunkowo wysokie wartości efektów mnożnikowych dla scenariusza bazowego są odbiciem aktywności inwestycyjnej skutkującej dużą liczbą wydanych warunków przyłączeniowych do roku 2028 (ponad 2 GW w już wydanych warunkach dla magazynów). Powodem niskich wartości zagregowanych efektów mnożnikowych dla scenariusza opartego na PEP2040 jest to, że dokument powstał kilka lat temu i nie przewidział potencjału i dynamiki rozwoju rynku. Należy zauważyć, że przyjęte ostatnio założenia do aktualizacji PEP2040 podkreślają potrzebę wzmocnienia bezpieczeństwa i niezależności energetycznej i jako jeden z priorytetów wskazują zwiększenie potencjału magazynowania energii elektrycznej i ciepła na poziomie prosumentów, wytwórców OZE, operatorów sieci oraz agregatorów.

Załącznik metodologiczny

Metodyka niniejszego badania jest tożsama z przedstawioną w artykule: S. Kopeć, Ł. Lach, A. Spirydowicz (2022), *Wpływ rozbudowy infrastruktury fotowoltaicznej na rozwój gospodarczy w Polsce – prognoza do 2040 r.*, "Energetyka Rozproszona" 7: 29–53, <https://journals.agh.edu.pl/er/article/view/4819/2766>.

Źródła danych

- GUS (2016), *Pracujący w gospodarce narodowej w 2015 roku*, Warszawa, Główny Urząd Statystyczny.
- GUS (2019), *Bilans przepływów międzygałęziowych w bieżących cenach bazowych w 2015 roku*, Warszawa, Główny Urząd Statystyczny.
- Lach Ł. (2020), *Tracing Key Sectors and Important Input-Output Coefficients: Methods and Applications*, C.H. Beck, Warszawa.
- Polskie Stowarzyszenie Magazynowania Energii, *Wielkość i sektorowy rozkład kosztów inwestycyjnych i operacyjnych dla bateryjnych magazynów energii – informacja bezpośrednia*.
- Ram M., Osorio-Aravena J.C., Aghahosseini A. et al. (2022), *Job creation during a climate compliant global energy transition across the power, heat, transport, and desalination sectors by 2050*, "Energy" 238, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121690> [dostęp: 29.04.2022].
- Założenia do aktualizacji Polityki Energetycznej Polski do 2040 r. (PEP2040) – wzmocnienie bezpieczeństwa i niezależności energetycznej, Kancelaria Prezesa Rady Ministrów, <https://www.gov.pl/web/premier/zalozenia-do-aktualizacji-polityki-energetycznej-polski-do-2040-r-pep2040--wzmocnienie-bezpieczenstwa-i-niezalezności-energetycznej> [dostęp: 29.04.2022].

Autorzy:

AGH – Sławomir Kopeć, Łukasz Lach,
PSME – Barbara Adamska, Mieczysław Wrocławski,
Piotr Szczeciński
Redakcja i korekta: Malwina Mus-Frosik

Wydawca:

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie oraz Polskie Stowarzyszenie
Magazynowania Energii
Kraków, maj 2022

Projekt współfinansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu badań naukowych i prac rozwojowych „Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków” GOSPOSTRATEG, umowa nr Gospostrateg1/385085/21/NCBR/19.

