

■ Dr inż. Jacek Biskupski,
Wiceprezes, Polskie Stowarzyszenie Rozwoju Fotowoltaiki

Ekonomika magazynowania energii elektrycznej w chemicznych magazynach energii

- na przykładzie instalacji prosumenckich „Nowa Energia 2025”

Magazynowanie zielonej energii, kiedy występuje jej nadprodukcja w stosunku do popytu, w polskim systemie elektroenergetycznym (KSE) jest często traktowane jako panaceum na pogodozależność (w pewnym zakresie uzasadnioną) energii z OZE. Czy rzeczywiście jest, czy będzie to panaceum? Obszar Polski nie jest - jak chcą wierzyć niektórzy politycy - „miedzianą płytą”, do której w każdym jej fragmencie można „dorzucić” i „ściągnąć” dowolną ilość energii, tak aby na drugim jej końcu osiągnąć pożądane zbilansowanie.

W KSE występują regionalne nadmiary energii, głównie związane z jej chwilową nadpodażą z OZE. Jednak na poziomie instalacji prosumenckich niedoceniana jest autokonsumpcja grupowa (w ramach tworzących się OSE). Dla większych instalacji coraz częściej obserwujemy „redysponowanie nierynkowe”, sprowadzające się do wezwania do wyłączenia urządzeń wytwórczych OZE przez ich właścicieli. Tak nie powinno być, ponieważ tracimy w ten sposób ogromny potencjał produkcji wysokiej jakości bezemisyjnej energii. Jeżeli popatrzymy szerzej poza mikroinstalacje prosumenckie (źródła wytwórcze klasy A), to największe problemy z „redysponowaniem nierynkowym” mają zakłady pracy posiadające małe instalacje PV (źródła

wytwórcze klasy B lub instalacje od 50 kWp do 1 MWp). Tam obecnie powstają największe straty i dobrze dobrany magazyn BESS mógłby być rozwiązaniem problemu. Dobrze zlokalizowane systemy magazynowania energii, szczególnie te pracujące na wysokich (i najwyższych) napięciach, mogą być znacznie bardziej przydatne niż nowe „sztywne” źródła energii w KSE. Tych dużych magazynów mamy w Polsce zaplanowanych kilkanaście (o sumarycznej mocy ponad 7 GW), niektóre zaprojektowane kilkadziesiąt lat temu. W tym zakresie można ostatnio odnotować pewien postęp, ponieważ „odkurzone” projekty ESP (elektrownie szczytowo-pompowe) jak „Młoty”, czy „Tolkmicko” - wychodzą z etapu projek-

szesnaście (a nawet więcej) zaplanowanych ESP weszło jak najszybciej w etap realizacji. To zdecydowanie pomogłoby KSE w zakresie elastyczności i bilansu podaży/popytu. Chichotem losu jest, że z pierwszej naszej EJ Żarnowiec, jedynym działającym fragmentem tej inwestycji (poza „wrzuconym w błoto” mld dolarów) jest właśnie ESP Żarnowiec, najlepsza i największa nasza ESP. Tu może warto dodać, że wprowadzenie do KSE kolejnego sztywnego źródła jak EJ Choczewo, i to w miejscu, gdzie nie ma przyłącza dla takiej mocy (dodatkowy znaczny koszt dla odbiorcy?), zdecydowanie tej sytuacji nie pomoże - a raczej skomplikuje ją. Właśnie dlatego, że nasz system nie jest „miedzianą płytą”. Jednak konieczna wymiana gruntu

pod budowę EJ w Choczewie może ten problem odsunąć w czasie na kilkadziesiąt lat, a potem to już.... Aktualny (niski) poziom przyłączeń OZE - samego PV to ponad 300 MWp każdego miesiąca, a więc ponad 3,6 GW każdego roku rozwiąże problem mocy w KSE. Zdecydowanie potrzebujemy do tego magazynowania energii w KSE. Jednak czy na pewno realizowanej na poziomie prosumentów?

Przypadek magazynowania energii w BESS w mikroinstalacji OZE?

Rozwiemy kilka mitów.

Mit 1: „Prosumencki magazyn energii stabilizuje sieć elektroenergetyczną”. Wiele osób (szczególnie sprzedawców magazynów energii, czy polityków) wierzy i przekonuje społeczeństwo, że magazyny BESS będą miały zasadniczy wpływ na bilans energetyczny Polski. Zdaniem autora nie jest to teza prawdziwa. Jest na to wiele dowodów, a najprostszy jest taki, że w Niemczech, gdzie aktualnie funkcjonuje ponad 2 mln przydomowych magazynów BESS (o sumarycznej pojemności ok. 22 GWh), zasób ten nie ma żadnego wpływu na niemiecką sieć, ponieważ nie są one z tą siecią w żaden sposób skomunikowane. Niemiecka prasa fachowa zauważa, że głównym powodem takiej sytuacji jest brak specjalnych taryf dla wprowadzania i wyprowadzania energii z magazynów, co uniemożliwia stworzenie modelu biznesowego dla takiego działania [1]. W Polsce mamy aktualnie ok. 60.000 instalacji prosumenckich BESS o pojemności całkowitej ok. 300 MWh. Dlatego, zdaniem autora, jeżeli 66 razy większa pojemność nie oddziałuje na 2-3 większą sieć (zależy od przyjętego kryterium) u sąsiadów, nie można spodziewać się w najbliższym czasie zasadniczego wpływu prosumenckich BESS na KSE.

Mit 2: „Magazyny energii zwiększają u prosumentów autokonsumpcję energii”. Liczne u nas programy do-

tacyjne przekonują, że BESS znacznie zwiększy wśród prosumentów Autokonsumpcję, przyjrzyjmy się jej bliżej. Trzeba zacząć od zrozumienia czym jest autokonsumpcja energii.

Powszechna definicja, twierdzi, że „Autokonsumpcja to bieżące zużycie energii elektrycznej wyprodukowanej przez własną instalację fotowoltaiczną, bez oddawania energii do sieci.” Praktyka autora wskazuje na konieczność modyfikacji tej definicji na: „Autokonsumpcja to zużycie energii elektrycznej wyprodukowanej przez własną instalację OZE Prosumenta, zużyta w celu zaspokojenia jego potrzeb energetycznych, również tych z energii OZE zmagazynowanej”. Tak zmodyfikowana definicja po pierwsze nie ogranicza

zagadnienie zostanie poruszone jeszcze w dalszej części artykułu.

W zakresie autokonsumpcji należałoby również ją odnieść do dwóch (starego i nowego) systemów rozliczeń prosumentów w Polsce. W przypadku starych systemów rozliczeń prosumenta OSD (opustów, inaczej net-meteringu - dotyczy mikroinstalacji zgłoszonych do OSD przed 31.03.2022), autokonsumpcja nie ma żadnego znaczenia, albowiem całość energii można „zmagazynować na 365 dni w sieci”. Koszt tego magazynowania, czyli 20% wartości oddanego wolumenu (dokładnie równowartość 20% energii oddanej wyrażona w złotych po cenie zakupu energii wraz z dystrybucją i innymi podatkami doliczanymi do rachunku) jest bardzo atrakcyjny. I tu

” W KSE występują regionalne nadmiary energii, głównie związane z jej chwilową nadpodażą z OZE. Jednak na poziomie instalacji prosumenckich niedoceniana jest autokonsumpcja grupowa (w ramach tworzących się OSE)

uzyskanej z OZE energii do PV (może to być jeszcze turbina wiatrowa, CHP, mała turbina wodna), a po drugie - zawiera w sobie możliwość autokonsumpcji energii z magazynu (np. baterijnego BESS), co często nie jest uwzględniane. W praktyce branży PV również większość dostawców falowników (podobnie systemów EMS, czyli systemów zarządzania energią z PV), tak właśnie rozumie autokonsumpcję. Można zdefiniować autokonsumpcję również jako każdą energię wyprodukowaną ze źródeł OZE w granicy bilansowej i użytą na własne potrzeby prosumenta.

W rezultacie, tak zdefiniowana autokonsumpcja nie może się zwiększyć w przypadku dołożenia magazynu BESS do instalacji prosumenckiej OZE, ponieważ w ujęciu dobowym, następuje jedynie przesunięcie czasu wykorzystania tej energii, a nie dołożenie dodatkowej, „zielonej energii” u Prosumenta. To przesunięcie jest istotną wartością - ale nie dla prosumenta, a właśnie dla OSD. To

dochodzimy do sedna problemu autokonsumpcji w Polsce. Większość prosumentów o nią nie dba, ponieważ Ustawodawca stworzył system (opustów), który do niej nie zachęca, czy wręcz ją marginalizuje. Dlaczego tak jest? Chodzi o wartość tej energii. Realna wartość (rynkowa wycena) energii w domu prosumenta - to koszt zakupu 1 kWh u dystrybutora (np. 1 zł za 1 kWh), którą musi sobie dokupić, o ile nie wystarczy mu własnej produkcji. Natomiast koszt składowania własnego w BESS prądu to zdecydowanie więcej niż 20% tej ceny (zakładając np. 1 zł jako wartość dostarczonej do prosumenta 1 kWh energii, to 0,2 zł jest kosztem jej składowania w sieci). Praktycznie jednak koszt 1 kWh z własnego BESS wynosi ponad 1,2 zł, co autor postara się udowodnić w dalszej części artykułu. Innymi słowy, składowanie w sieci się opłaca, a składowanie w magazynie w domu już nie. W przypadku net-bilingu (czyli dla instalacji zgłoszonych od 01.04.2022), chwi-

lowa relacja wyceny wartości energii do wartości jej składowania, jest zmienna i cały czas jednak niekorzystna dla prosumenta (cena RCEm). Odnosi się wrażenie, że ktoś kto kalkulował opłacalność net-bilingu, albo nie znał realiów rynkowych, albo po prostu się pomylił, dlatego też rynek zareagował stałym (od 2022) spadkiem liczby przyłączy instalacji prosumenckich PV, pomimo zaklinania rzeczywistości przez polityków i silnego dotowania magazynów energii w Polsce przez różne agendy rządowe i samorządowe. To mogłoby się zmienić, np. w przypadku nowego systemu rozliczeń mikroinstalacji, który wprowadzałby prosumentów na rynek cen TGE i w których prosumencka energia z OZE zgromadzona w BESS mogłaby być legalnie przez niego wprowadzana do sieci w okresach najwyższych (szczytów) zapotrzebowania po wycenie giełdowej. Spółki obrotu WEK przespały chyba ten moment, ponieważ obserwujemy tu dużą aktywność nowych graczy, którzy technicznie może jeszcze „raczkują”, ale już oferują takie usługi, przejmując powoli pierwszych klientów korporacji WEK.

Mit 3: Magazyn energii jest w stanie efektywnie pracować w Polsce przez cały rok. Nie prawda. Praktyka pokazuje, że (o ile instalacja nie jest silnie przewymiarowana), to nadmiary energii PV w okresie listopad - marzec praktycznie nie występują, więc prosumencki BESS nie ładuje się w tym czasie wogóle.

Właściwa wycena wartości energii prosumenta - klucz to rozwiązanie problemu magazynowania

Warto zastanowić się nad opłacalnością takiego składowania przez prosumenta. Zakładając, że zielona energia pochodzi bezpośrednio z OZE (np. ze zamortyzowanej instalacji PV*, czyli której całkowity koszt zakupu zwrócił nam się już w NIE-kupionym prądzie z WEK¹ w danym okresie, zwanym czasem całkowitej amortyzacji lub SPBT - prostego

okresu zwrotu nakładów), to nasz koszt energii w autokonsumpcji jest równy zero. Jeżeli natomiast prosument kupi magazyn BESS (bez dotacji, lub z częściową dopłatą), to koszt tej energii może być (i zazwyczaj jest) wyższy niż koszt zakupu czarnej energii z WEK - właśnie o koszt amortyzacji magazynu energii. Dla wielu użytkowników BESS może to być zaskoczeniem, ale prowadzone badania naukowe potwierdzają, że prawidłowo policzony koszt amortyzacji magazynu energii w czasie (rachunek NPV), może wskazać, że załadowanie (darmowej) energii do naszego (nie darmowego) magazynu energii i zużycie tej energii „następnego dnia”, może kosztować nas więcej, niż kupienie jutro 1 „czarnej” kWh z WEK. Jest to związane z wysoką ceną zakupu BESS (tzw. CAPEX), łącznie z dostawą oraz instalacją, w relacji do rzeczywistego ресурсu technicznego tego typu urządzeń. Jeżeli ktoś z czytelników używał smartfon, to doskonale wie, że urządzenie tego typu najdroższej nawet marki (a również używające akumulatorów litowo-jonowych LIB) nie są w stanie po 5 latach codziennego użytkowania zagwarantować pełnej pojemności baterii i w efekcie codziennego ładowania baterie starczą na znacznie krótszy czas użytkowania niż sam telefon. Potem trzeba zamontować nową baterię, koszt mniej więcej 1/2, czy 1/3 nowego telefonu. Problem opłacalności BESS sprowadza się więc do tego co i kto zagwarantuje nam w przypadku baterii LIB do BESS.

Różne systemy gwarancji dla magazynów energii BESS

Należy zauważyć, że na polskim rynku funkcjonuje kilka modeli gwarancji na baterie zamontowane w BESS. Pierwszy model to gwarantowanie „liczby cykli”. Jest to w praktyce bardzo mało precyzyjne, ponieważ już teraz w przypadku sporów okazuje się, że producent rozumiał cykl jako każdy proces ładowania, czy rozładowania baterii - czyli przy dołado-

waniu z sieci - może się okazać, że dzień nie bateria wykonuje do 4 cykli. W takiej sytuacji gwarantowanie np. 6000 cykli to mniej więcej tyle, co 4 lata. W takiej sytuacji prawidłowo obliczona amortyzacja powinna zakładać działanie BESS przez 4 lata i w zależności od ilości energii i ceny zakupu magazynu, koszt własny składowania wynosi średnio powyżej 1 zł. Drugi model to określony w latach czas użytkowania, który z praktyki wydaje się tym dłuższy, im dalej od Polski jest fabryka dostawcy. Być może perspektywa sporu gwarancyjnego za 5 lat, w którym trzeba będzie dostarczyć stu kg magazyn energii do jego dalekowschodniego producenta na koszt prosumenta (w celu realizacji gwarancji), jest na tyle mało prawdopodobna, że producent zadeklaruje jakąkolwiek datę, licząc po prostu na to, że prosument nie porwie się na zawile procedury celno-spedycyjne w celu wysłania urządzenia do niego jedynie w celu stwierdzenia, dlaczego BESS ma obecnie tylko 30% swojej nominalnej pojemności. Polscy „producenci” zestawów BESS mają tego świadomość i pomimo ustnych zapewnień „to będzie panu działało przez wiele lat” dają pisemną gwarancję jedynie na 2 lata. Tak więc, okres amortyzacji takiego BESS należałoby przyjąć na 2 lata, a koszt składowanej energii kilka zł z 1 kWh. I w końcu najlepszy trzeci model - gwarancyjny (stosowany jedynie przez kilku profesjonalnych dostawców baterii na polskim rynku), czyli model „gwarantowanej dostępnej pojemności”. Jeden z nich w przypadku swojego systemu proponuje 56 MWh rozładowanej energii, gwarantując po tym czasie min. 60% pojemności tej baterii w okresie maksymalnie 10 lat. Wszyscy użytkownicy smartfonów (z bateriami LIB) wiedzą, że kiedy bateria da się naładować maksymalnie do 60% swojej nominalnej pojemności oznacza to, że telefon MUSI BYĆ doładowywany w ciągu dnia (czyli w praktyce bateria nadaje się do wymiany). Gwarancję, że możemy uzyskać 16,5 MWh, a potem będzie dostępne 60% pojemności znaczy, że po rozładowaniu z niej 16,5 MWh może to być koniec jej użytkowania. Praktycznie

więc, zakupiona za 23.000 zł (aktualna cena za 10 kWh dobry BESS w Polsce) będzie wyznaczała koszt własny (przy empirycznej sprawności pełnego cyklu ładowania i rozładowania 75-80%) wniesie nieco ponad 1,7 zł/kWh. Problem w tym, że bateria LIB ma teoretycznie pojemność, ale nie będzie w stanie dać założonej mocy, co dyskwalifikuje ją do zastosowań jako główny (nie awaryjny) magazyn energii w domu Zakładając poziom cen promocyjnych (nawet tych najlepszych, czyli o najdłuższej gwarancji w Polsce) urządzeń BESS do 23.000 zł (aktualna cena) - mamy 1,78 zł za 1 kWh składowanej energii - bez policzenia kosztu pieniądza, amortyzacji oraz obsługi, co zasadniczo zmienia tę kalkulację. Jeżeli jednak Prosument już otrzymał 16.000 zł dotacji, to może to być atrakcyjne, jeśli przyjmijemy kilka założeń podstawowych. Prosument nie brał na pozostałe 7000 zł kredytu (koszt pieniądza ok. 10% rocznie), będzie miał odpowiednie pomieszczenie (dopuszczenie do przegrzania >45°C znaczyć będzie utratę gwarancji) i ma on tak dobraną PV, która rzeczywiście będzie w stanie w okresie 10 lat naładować min. 16500 kWh „dodatkowej” energii. Inaczej może on stracić swoją 10-letnią gwarancję, przez okresem amortyzacji. W praktyce 16500 kWh w okresie 60 miesięcy „letnich” (praktycznie w warunkach Polskich tyle rocznie pracuje BESS, ponieważ przez 6 miesięcy zimowych nie ma czego składować) - znaczy 275 kWh miesięcznie, czyli ok. 9 kWh dobowo w okresie letnim - czyli ułamek produkcji dziennej instalacji 10 kWp. Dla dobrze zaprojektowanej instalacji PV jest to absolutne minimum dla gospodarstwa domowego dla składowania w trybie dobowym, bez działającej po zmroku klimatyzacji. Tylko jak to praktycznie zagwarantować w ostatnich latach użytkowania?

Ekonomika składowania energii w BESS w warunkach polskich

1. Większość spotykanych na rynku polskim kalkulacji opłacalności BESS nie

jest zdaniem autora przygotowana rzetelnie, nawet ta wstępna opisana w poprzednim akapicie. Po pierwsze, występuje w nich zbyt optymistyczne założenie całej dostępności teoretycznej nominalnej pojemności BESS w całym okresie gwarancji, co nie jest w praktyce prawdą. Jak wspomniano powyżej, podobnie jak w bateriach smartfonów, baterie LIB mają tendencję do zmniejszania dostępnej pojemności w czasie - i to już w pierwszych latach użytkowania. Po drugie, nie bierze się pod uwagę sprawności procesu ładowania i rozładowania, która znacznie ogranicza dostępny z BESS wolumen energii. Kolejnym błędem jest stosowanie obliczeń SPBT (prostego okresu czasu zwrotu), zamiast poprawnego w tym przypadku rachunku NPV, uwzględniającego wiele dodatkowych czynników jak realny koszt pieniądza w czasie, kosztu obsługi, czy właśnie efektywność cyklu ładowania i rozładowania baterii. Poprawne obliczenia okresu zwrotu nakładów na przydomowy magazyn energii o pojemności 10 kWh w porównaniu do wartości składowanej energii*2 ilustruje rys. 1.

Do przeprowadzonego w tym przypadku rachunku NPV przyjęto założenia, jak koszt zakupu i instalacji 10 kWh BESS - 23.000 zł, sprawność pełnego cyklu załadowanie i rozładowanie 75%, roczny koszt obsługi 100 zł oraz koszt pieniądza (stopa dyskontowa 5,35% rocznie zgodnie z NBP). W wykresie rachunku NPV, przecięcie się linii obliczeniowej (kolorowej) z osią X wyznacza punkt opłacalności inwestycji. Rys. 1 ilustruje sześć różnych okresów pracy takiego magazynu przy założeniu cyklu dziennego 8 kWh, w zestawieniu do wartości składowanej energii. Punkt przecięcia się krzywej NPV z osią X wyznacza wartość jednostki energii jaka musiałaby być uzyskiwana po procesie składowania energii w BESS dla opłacalnej amortyzacji w danym okresie. Proszę zauważyć, że wartość energii przyjęto jedynie z amortyzacji (liczonej rachunkiem NPV) samego BESS, zakładając, że koszt pozyskania składowanej energii z OZE jest

już zerowy (tzn. mikroinstalacja wyprodukowała już wcześniej wolumen energii równy wartości jej zakupu, w Polsce osiągnięty praktycznie w Polsce po 5-10 latach). Dla instalacji nowych, czy jeszcze nie zamortyzowanych, należałoby więc każdorazowo doliczyć koszt „generacji prądu z OZE”. Teoretycznie więc, dla zamortyzowanej już mikroinstalacji OZE PV po dołożeniu do niej magazynu energii BESS, przy obecnych cenach energii (1-1,2 zł /kWh) należałoby mieć możliwość użytkowania BESS przez 20 lat z pełną dostępnością 8 kWh energii każdego miesiąca. A tego nikt z dostawców na polskim rynku nie chce zagwarantować. Jeżeli natomiast zgodnie z piśmienną gwarancją urządzenia BESS - np. 10 lat, założymy, że będzie on pracował przez 10 lat, to realny koszt składowania w nim energii (8 kWh na każdą dobę) po 11 r. wyniesie 1,70 zł (po 9, r. 1,90 zł za każdą kWh). Innymi słowy, koszt własny składowania energii w Polsce, w magazynie BESS, wynosi aktualnie 1,80 zł za każdą kWh, przy aktualnej średniej cenie 1,20 zł/kWh **jest po prostu nieopłacalny!** Nawet jeżeli magazyn nie będzie pracował przez 365 dni - tylko przez np. 225 dni (w praktyce w zimie w przeciętnej instalacji prosumenckiej nie będzie miał z czego się ładować), to czas ten się tylko wydłuży, powodując prawdopodobnie wcześniejsze osiągnięcie czasu zakończenia gwarancji (tu 10-letniej). Są oczywiście jeszcze dotacje na magazyny energii. Nawet jeżeli prosument zapłaci tylko połowę aktualnej ceny 23.000 zł za BESS (np. dzięki dotacji), to ma szansę osiągnąć własny koszt składowania energii na poziomie 1 zł dopiero po 9 latach (pełnego 8 kWh/dzień) użytkowania BESS. W rezultacie BESS są za drogie w Polsce w relacji do ceny prądu i składowanie w nich energii dla OSD nie jest opłacalne. Każdy dobrze liczący prosument dojdzie do tego, że taniej będzie kupować energię w sieci niż płacić za jej magazynowanie w domu, a swój magazyn potraktować jako bardzo drogi UPS „na wypadek W”. Dlatego sporą szansę na tanie składowanie energii z BESS sta-

nowi potencjalnie „drugie życie” baterii z aut elektrycznych, co autor opisał we wspomnianym art [2].

Praktyczne przykłady użycia BESS w Polsce

Porównajmy dwie instalacje Prosumenckie (korzystające z takich samych falowników): jedna 4 kWp z baterią 14 kWh, druga działająca bez baterii. W obu celom jest maksymalizacja auto-konsumpcji. W drugiej (większej 28 kWp, ale bez BESS) zastosowano zaawansowany system automatyki domowej BMS/EMS (Unihome v8), w pierwszej działa tylko system EMS dostarczony przez dostawcę falownika.

Opisy są dostarczone przez dostawcę aplikacji, wymagają jednak wyjaśnienia.

Energia wyjściowa AC = (Energia PV - Energia ładowania BESS + Energia rozładowania baterii) x złożona sprawność procesów ładowania i rozładowania,

Autokonsumpcja = „Energia wyjściowa AC” - „Sprzedaż energii”,

Sprzedaż energii = Energia dostarczo-

na do OSD (zmierzona przez falownik na liczniku OSD),

Zużycie obciążenia PV + bateria = Energią pobrana bezpośrednio z PV i BESS,

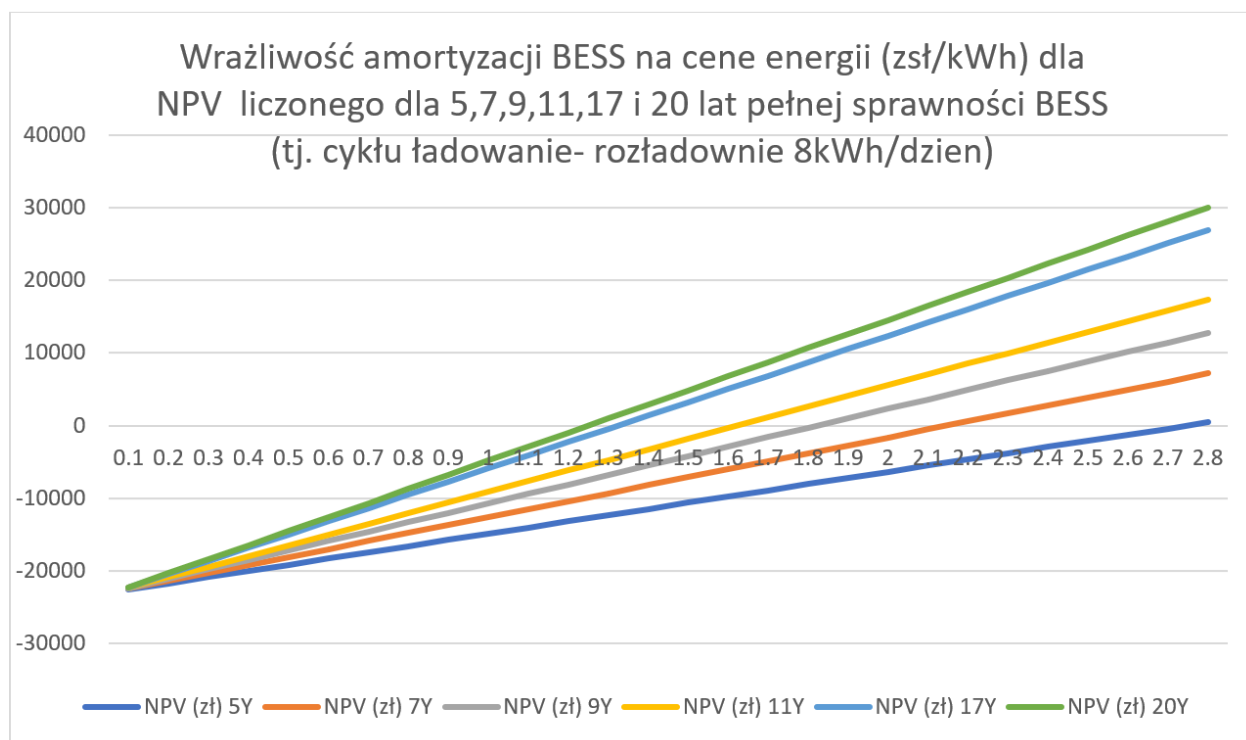
Zużycie obciążenia sieć = Energia pobrana z sieci AC.

W obu przypadkach celem Prosumentów jest maksymalizacja wartości wyprodukowanej energii - nie wchodząc w szczegóły tego, jak zarządzają oni pozyskiwaną/zużywaną energią.

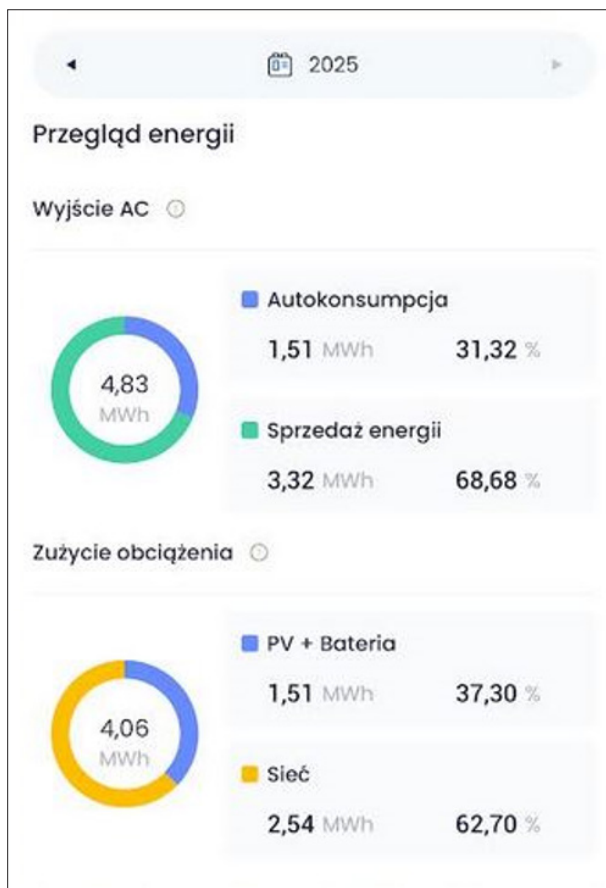
W instalacji 1 z magazynem BESS (w net-bilingu) - Autokonsumpcja nie jest tak istotna. Prosument skupia się na dobowym składowaniu energii, ponieważ może on sprzedać swoją energię w najkorzystniejszej cenie danej doby. Ten prosument gra na wartości energii i buduje swój magazyn energii nie przez składowanie jej w baterii LIB, tylko przez korzystne jej sprzedanie w określonych rynkiem energii godzinach doby. Wymagało to jednak zmiany Spółki obrotu na prywatną, dającą możliwość odkupu oraz oferującą mu znacznie lepsze stawki godzinowe

za energię, niż duże spółki WEK. Bateria służy jako narzędzie do zarabiania pieniędzy, a nie do realizacji w peak-shaving (ścinanie pików generacji energii) - co jak wspomniano jest interesem OSD, a nie Prosumenta (on z tego nic nie ma). Klienta, który sprzedał w 10 miesięcy 3320 kWh po dobrych stawkach „stać” na kontrolowany zakup energii (2540 kWh) od mądrej spółki obrotu, w dowolnej chwili - ponieważ i tak ma nadmiary środków ze sprzedaży energii w jej wirtualnym banku. To jest właśnie oferta, którą miały zaoferować spółki obrotu WEK i chyba przegrały czekając przez wiele miesięcy z korzystną dla prosumentów ofertą taryf dynamicznych.

W drugim przypadku, celem Prosumenta przez 10 miesięcy 2025 r. była minimalizacja zakupu czarnej energii w dzień (wysoka autokonsumpcja 1790 kWh) oraz składowanie nadmiarów energii na zimę u OSD (net-metering), stąd pojawia oddawanie nie wykorzystanych 600 kWh w celu odzyskania ich zimą. W takiej sytuacji nie potrzebny jest magazyn, tylko dobre zarządzanie zużyciem



Rys. 1.



Fot. 1. System PV 5 kWp z magazynem BESS



Fot. 2. System PV 28 kWp bez BESS

energii, co jak widać udaje się temu prosumentowi.

Obydwa systemy, pierwszy w mieście (stąd ograniczenie mocy PV), a drugi pod miastem (instalacja częściowo na gruncie) zużywają po 2,5-2,7 MWh czarnej energii rocznie. Różnica między nimi jest taka, że system (drugi) podmiejski - choć nie ma magazynu energii, pokrywa zdecydowanie większość potrzeb energetycznych (z autem EV), a kosztował mniej niż system (pierwszy) miejski z magazynem, który pokrywa jedynie część potrzeb gospodarstwa domowego (konieczność dokupienia energii). System (pierwszy) miejski sprzedaje więcej energii niż jej kupuje, ponieważ możliwość sprzedania w określonych godzinach jest dla niego opłacalna i to na tyle, że w relacji do drugiego płaci za energię mniej, niż system posiadający pięć razy tyle zainstalowanej mocy PV na

swoim terenie. System ten zdecydowanie więcej zarabia na energii, choć sporo energii musi dokupić - i był zdecydowanie droższy (CAPEX).

Podsumowanie

Opłacalność BESS silnie zależy od tego, do czego będzie stosowany. Peak shaving jest najgorszym możliwym zastosowaniem magazynu z punktu widzenia standardowego prosumenta³. Nie służy do niczego prosumentowi, który zakupił BESS, a profity płyną wyłącznie do jego lokalnego OSD. Niedoceniany jest aspekt magazynowania ciepła z OZE wśród polskich prosumentów [3].

Amortyzacja BESS silnie zależy od wyceny magazynowanej energii - przy aktualnej wycenie RCem nie ma żadnego ekonomicznego uzasadnienia dla zakupu BESS, oprócz zmiany sprzedawcy

na innego niż spółka obrotu WEK, który zaproponuje prosumentowi ceny z giełdy TGE (plus rozsądna marża).

Podobnie, nie ma sensu instalacja magazynu BESS u prosumenta, który rozlicza się w systemie net-billing. Koszt „składowania energii” w KSE jest najtańszą możliwą opcją.

Aktualnie oferowane przez WEK „taryfy dynamiczne” nie są atrakcyjne, ponieważ nie umożliwiają prosumentom korzystania z rynku energii (np. cen ujemnych), a zamiast tego znacznie podrażniają swoje usługi przez wprowadzenie dodatkowych, opłat stałych do tej oferty. Natomiast niektóre prywatne firmy energetyczne (spółki obrotu) zaczynają oferować realnie opłacalne stawki powiązane z cenami godzinowymi na giełdzie (choć też należy zwracać uwagę, z których indeksów giełdowych korzystają w rozliczeniu). W ich przypadku

magazyn energii może się opłacać - jak to opisano na przykładzie 2.

Dopóki wycena energii z prosumenckiej instalacji OZE będzie tak niska jak

ceny RCEm, a ceny magazynów BESS tak wysokie, to Autokonsumpcja nie ma dla Prosumenta żadnego sensu, i zdecydowanie będzie on kupował czarną ener-

gię, nawet po wysokich cenach. Inaczej może to wyglądać w społecznościach prosumenckich, np. w modelu jaki autor zaproponował w pracy [4]. □

Literatura:

1. https://www.cleanenergywire.org/news/germany-misses-out-large-scale-batteries-potential-stabilise-grid-report?utm_source=chatgpt.com.
2. Practical Validation of nearZEB Residential Power Supply Model with Renewable Electricity Brought into the Building Using Electric Vehicles (via V2G) Instead of the Distribution Network, <https://www.mdpi.com/1996-1073/18/11/2786#>.
3. <https://unihome.pl/domowe-magazyny-energii-bess/>.
4. Osiedla zeroenergetyczne z lokalnym magazynem energii https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=xkbiNskAAAAJ&citation_for_view=xkbiNskAAAAJ:Y0pCki6g_DkC.

Przypisy:

- 1 WEK (Wielkopolowa Energetyka Korporacyjna) w Polsce to wg prof. J. Popczyka, korporacje takie jak: PGE, Tauron, Enea, Energa i EoN.
- 2 Pełna metodyka obliczeń NPV dla BESS autor zawarł w opublikowanym we wrześniu 2025 w czasopiśmie naukowym Energy Storage and Applications art., pt „Techno-Economics of Using Second Life BEV Traction Batteries as BESS in Domestic RES Installations”. Uwaga - zawarte tam dane liczbowe dotyczą cen magazynów energii BESS (oraz konsekwentnie cen energii) wyrażonych w Euro, tak więc wykresy w tamtej publikacji wyglądają inaczej niż w tej (choć prowadzą do identycznych wniosków).
- 3 Standardowy Prosument, to taki, który korzysta z aktualnych taryf sprzedawców WEK - czyli rozlicza się z nimi w net-bilingu.