

Arkadiusz MARAT

# Magazyny energii – inteligentne zarządzanie energią na przykładzie Automatic System Engineering

**Abstrakt:** W dobie wzrastających cen i rosnącego zapotrzebowania na energię elektryczną inteligentne zarządzanie energią stało się dla przedsiębiorstw kwestią kluczową. Transformacja energetyczna, która dokonuje się na terenie Polski, nie może zostać przeprowadzona bez udziału magazynów energii. Zarządzanie energią przynosi korzyści finansowe, ale również przyczynia się do zmniejszenia śladu węglowego przedsiębiorstw. Świadoma tego jest Grupa Technologiczna Automatic System Engineering, która do swojej struktury zużycia energii elektrycznej wprowadziła energię z odnawialnych źródeł i z magazynu. Oczekiwanym efektem tego rozwiązania jest zmniejszenie zużycia paliw kopalnych oraz emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery, optymalizacja kosztów zakupu energii elektrycznej, a także poprawa jakości zasilania. Magazyn zlokalizowany na kampusie Grupy Technologicznej ASE jest połączony z instalacją fotowoltaiczną, a w przyszłości planowane jest dodanie turbiny wiatrowej. Magazyn energii spełnia pokładane w nim oczekiwania, a w przyszłości może stać się elementem infrastruktury krytycznej polskich przedsiębiorstw.

**Słowa kluczowe:** magazyn energii, jakość energii, transformacja energetyczna, magazynowanie energii, zarządzanie energią

## Potrzeba zarządzania energią elektryczną

W czasach nieustająco rosnących cen energii elektrycznej optymalizacja kosztów jej zakupu staje się jednym z kluczowych elementów prowadzenia przedsiębiorstwa – decyduje o jego zyskach, a w niektórych przypadkach nawet o jego dalszym istnieniu. W biznesowej rzeczywistości nie można jednak zapominać o wyzwaniach, które rzuca nam XXI wiek. Zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> i śladu węglowego, zrównoważony rozwój, niezależność energetyczna i gwarancja stabilnego zasilania – to elementy, które muszą być brane pod uwagę przez przedsiębiorstwa w ich strategiach rozwoju. Z punktów widzenia biznesowego, społecznego i środowiskowego zarządzanie energią elektryczną jest i będzie coraz bardziej istotne dla przedsiębiorców.

Grupa Technologiczna Automatic System Engineering podjęła te wyzwania i uruchomiła na swoim

kampusie Laboratorium Magazynowania Energii, którego elementem jest magazyn energii przedstawiony na Rys. 1. Projekt rozpoczęto od analizy obecnego i prognozowanego zapotrzebowania na energię elektryczną w przyszłości, a jego intencją było dążenie do ochrony środowiska naturalnego. Zwiększone zapotrzebowanie związane jest z planowanym przejściem na elektromobilność i koniecznością zapewnienia dodatkowej mocy chwilowej do ładowania samochodów elektrycznych. Ładowarki elektryczne, w szczególności szybkie ładowarki DC o dużej mocy, wymagają zapewnienia przyłącza o dużej przepustowości. Wzrost zapotrzebowania na moc oznacza opłaty za dodatkową moc zamówioną, może także generować kolejne koszty związane ze zwiększeniem mocy przyłączeniowej. Niestety w wielu lokalizacjach zwiększenie mocy przyłączeniowej jest niemożliwe z uwagi na ograniczoną przepustowość sieci energetycznej. Wówczas jedynym rozwiązaniem jest zastosowanie magazynu energii. Może on dostarczyć wymaganą moc i energię w chwili zwiększonego zapotrzebowania, a proces ładowania baterii może być realizowany w dolinie obciążenia, bez konieczności zwiększania mocy zamówionej i dodatkowych nakładów na rozbudowę przyłącza.



Rys. 1. Magazyn energii Elmech-ASE w zabudowie kontenerowej (źródło: materiały Elmech-ASE Sp. z o.o.)

Coraz częściej pojawiającym się problemem w wielu przedsiębiorstwach jest niska jakość energii elektrycznej. Po przeprowadzeniu pomiarów sieci na kampusie okazało się, że występują w niej wyższe harmoniczne, a z sieci pobierana jest energia bierna, która staje się dodatkowym kosztem (Rys. 2).



Rys. 2. Przebieg wyższych harmonicznych prądowych THDI

Poprawa jakości energii przyczynia się do efektywniejszej pracy urządzeń odbiorczych, a co za tym idzie również do mniejszych strat energii czynnej. Ostatecznym efektem jest mniejsze zużycie prądu i większe oszczędności dla budżetu firmy, a także większa dbałość o środowisko.

Wszystkie powyższe czynniki wskazują, że produkcja czystej energii, jej magazynowanie, a następnie inteligentne nią zarządzanie przybliżą nas do zeroemisyjnej gospodarki, większej efektywności i niższych kosztów zakupu energii elektrycznej.

## Założenia projektowe

Kampus Grupy Technologicznej ASE to biurowiec pobierający w dolinie obciążenia (poza godzinami pracy i w weekendy) moc na poziomie 25 kW, a w szczycie zapotrzebowania nawet 110 kW. Praca w biurowcu odbywa się w systemie jednoznanowym w godz. od 8:00 do 17:00, a rozliczenie za energię pobieraną z sieci energetycznej jest prowadzone na podstawie trójstrefowej taryfy B23.

Rozwiązanie przygotowane przez Elmech-ASE polega na zastosowaniu magazynu energii o mocy 48 kW i pojemności 192 kWh, do którego została przyłączona instalacja fotowoltaiczna o mocy

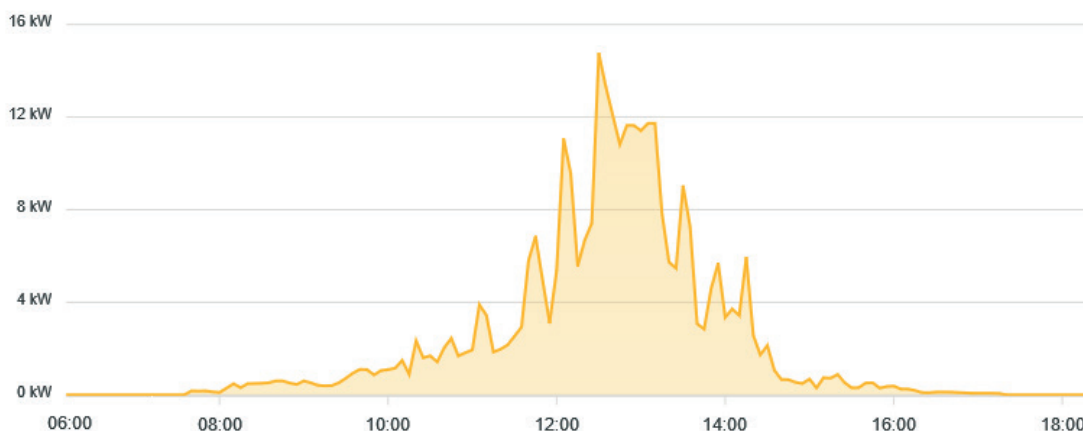
34 kWp i stacja do ładowania samochodów elektrycznych o mocy 22 kW.

Magazyn energii został wykonany w technologii kontenerowej, a w jego skład wchodzi falownik zbudowany na bazie filtra aktywnego Xinus, szafy bateryjne, instalacja przeciwpożarowa i system chłodzenia. Sercem magazynu jest falownik, który oprócz zarządzania kierunkami przepływu energią poprawia jakość energii, kompensując moc bierną i wyższe harmoniczne. Cztery szafy bateryjne o pojemności 48 kWh każda są monitorowane przez trójstopniowy BMS. Taka konstrukcja pozwala na rozbudowanie magazynu o kolejne zestawy bateryjne i skalowanie jego pojemności o 48 kWh.

## Korzyści i problemy OZE

Korzystanie z odnawialnych źródeł energii to symbol energetyki XXI wieku. W Polsce dużą popularność zyskały instalacje fotowoltaiczne, farmy wiatraków i elektrownie wodne. Korzystanie z odnawialnych źródeł energii wiąże się zarówno z wieloma korzyściami, jak i problemami. Największą zaletą OZE jest możliwość jej produkcji z darmowego surowca. Energia pozyskiwana z promieni słonecznych, siły wiatru czy płynącej wody nic nie kosztuje. Dodatkowo pozytywnym skutkiem korzystania z odnawialnych źródeł energii jest redukcja emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery. Niestety, korzystanie z naturalnej energii niesie za sobą także ograniczenia. Podstawowym problemem jest niestabilność produkcji energii elektrycznej zilustrowana na Rys. 3. Proces wytwarzania energii może zachodzić jedynie w określonych warunkach atmosferycznych. Szczególnie wrażliwe są pod tym względem instalacje fotowoltaiczne, które nie pracują w nocy i w czasie dużego zachmurzenia, a także farmy wiatrowe, które nie produkują energii, gdy nie wieje wiatr.

Rozwiązaniem niestabilności zasilania z odnawialnych źródeł energii jest magazyn energii elektrycznej. Połączenie OZE i magazynu energii, dodatkowo wspierane dostawą energii z sieci elektroenergetycznej, daje gwarancję stabilności zasilania obiektów.

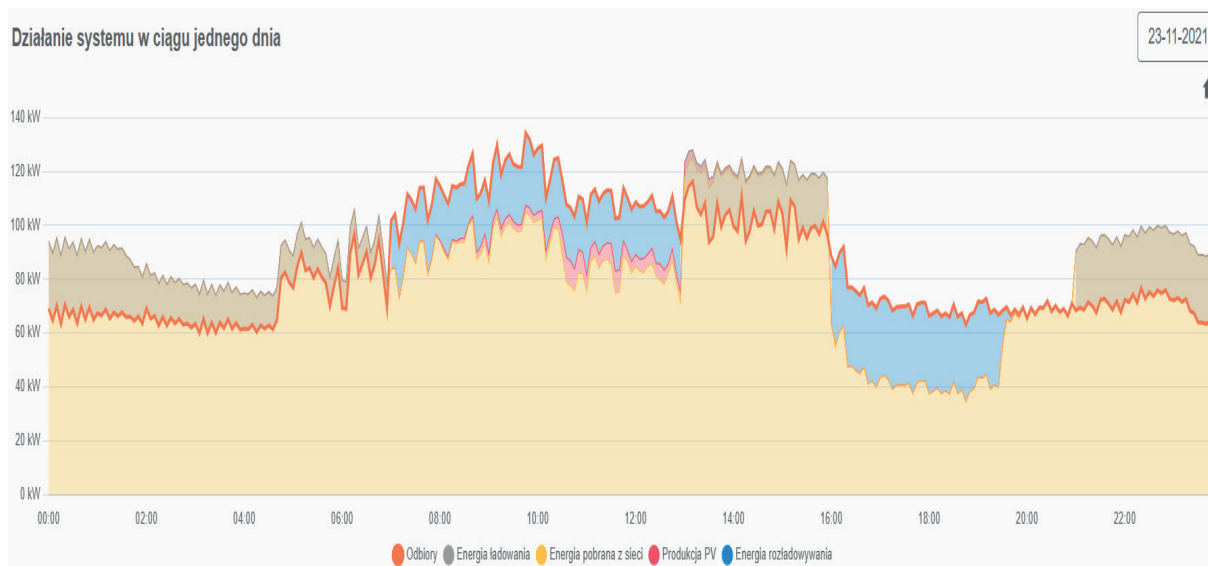
**Produkcja PV**

Rys. 3. Niestabilność produkcji energii w instalacji fotowoltaicznej

**Model zarządzania energią**

Elmech-ASE na bazie symulacji i doświadczeń wypracował model zarządzania energią bazujący na odrębnych cyklach w dni robocze oraz w dni wolne od pracy. W pierwszym przypadku magazyn energii jest ładowany nocą tańszą energią z sieci. Około godz. 8:00, kiedy w biurówcu gromadzą się pracownicy, następuje proces oddawania energii z magazynu, który trwa do około godz. 13:00. Po tym okresie, pomiędzy szczytami taryfowymi, magazyn jest

doładowywany energią z sieci, aby następnie oddać ją w szczycie popołudniowym, np. po godzinie 19:00 w sezonie letnim. W ciągu całego dnia roboczego energia produkowana przez instalację fotowoltaiczną jest przeznaczana na bieżącą konsumpcję. Natomiast po godz. 22:00 magazyn znowu ładuje się energią pobraną w ramach tzw. reszty doby, aby w kolejnym dniu pracy móc dostarczać energię w chwili jej najwyższej ceny lub zwiększonego na nią zapotrzebowania. Na Rys. 4 przedstawiono uśrednioną charakterystykę poboru energii w dniu roboczym.



Rys. 4. Uśredniona charakterystyka poboru energii w dniu roboczym

Z kolei w dniach wolnych od pracy produkowana energia jest przeznaczana na autokonsumpcję biurowca, zaś nadwyżka z produkcji instalacji fotowoltaicznej jest magazynowana. Taki model zarządzania energią pozwala zmniejszyć ilość energii pobieranej z sieci. Nadwyżki wynikające z produkcji własnej są magazynowane, a następnie zużywane w 100% w najbliższym dniu roboczym. W ten sposób przedsiębiorstwo całą energię wytworzoną we własnej instalacji PV zużywa na własne potrzeby, unikając przepływu tej nadwyżkowej energii przez sieć elektroenergetyczną i strat w sieci przedsiębiorstw energetycznych. Ponadto uzyskuje większą efektywność, gdyż dysponuje całością energii, a nie tylko jej częścią, jak ma to miejsce w przypadku mikroinstalacji o mocy powyżej 10 kWp, gdzie 30% energii wprowadzonej do sieci jest tracone na rozliczenia dokonywane przez przedsiębiorstwa energetyczne. Tu należy zaznaczyć, że w roku jest ponad 100 dni, w których firmy takie jak ASE nie pracują, a to odpowiada blisko 1/3 rocznej produkcji energii z fotowoltaiki.

## Efekty

Każdy z elementów laboratorium przyniósł oczekiwane efekty. Panele fotowoltaiczne zapewniają darmową energię i przyczyniają się do zmniejszenia śladu węglowego przedsiębiorstwa. Istotnym czynnikiem dla Grupy Technologicznej ASE jest zmniejszenie poboru energii z sieci zakładu energetycznego, która jest produkowana z paliw kopalnych zanieczyszczających środowisko naturalne.

Moduł zarządzania energią przyczynił się do ogólnej poprawy jakości energii i zredukował straty energii czynnej. Ważnym elementem jest kompensacja mocy biernej pobieranej z sieci energetycznej. Pobór energii biernej wiąże się dla przedsiębiorstw z dodatkowymi opłatami nakładanymi przez zakład energetyczny. W przypadku kampusu Grupy Technologicznej ASE największymi odbiornikami energii biernej są serwerownie, system klimatyzacji oraz oświetlenie LED. Użycie magazynu energii pozwoliło na nadążną

kompensację energii biernej i utrzymywanie jej poboru na poziomie około 0 kVar, co widać na Rys. 5.

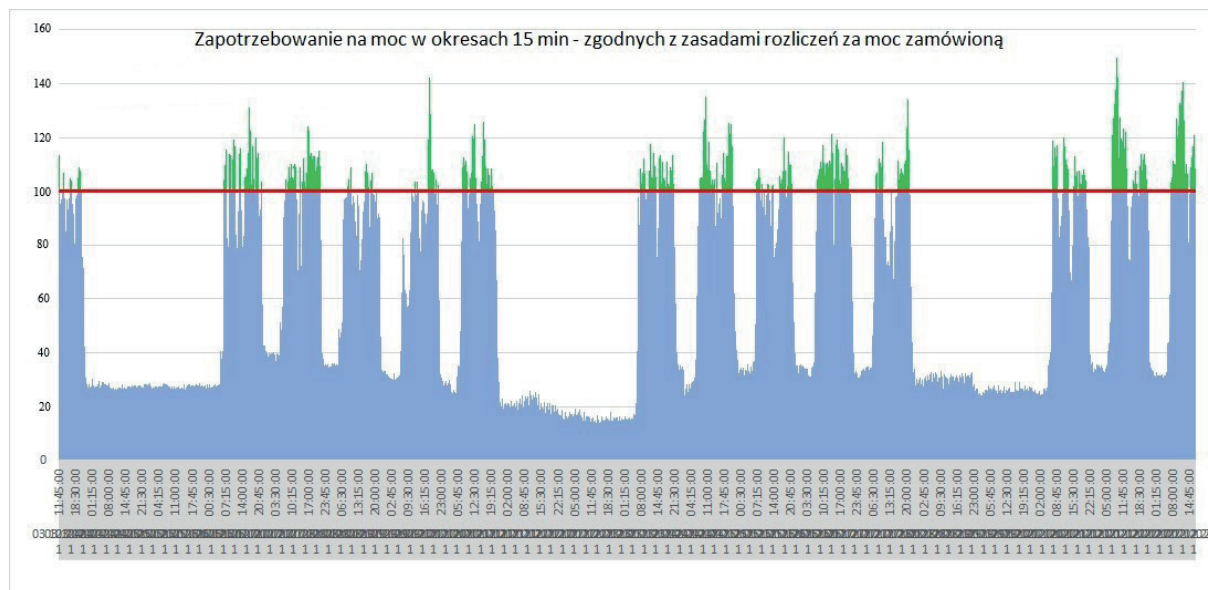


Rys. 5. Pobór mocy biernej sieci na kampusie Grupy Technologicznej Automatic Systems Engineering w ciągu dnia roboczego po zastosowaniu magazynu energii jako urządzenia kompensującego

Co więcej, magazyn energii odgrywa rolę „strażnika”, nie pozwalając na pobór większej mocy z sieci w czasie szczytu i zwiększonego zapotrzebowania. Pobór mocy wyższy niż zakontraktowany skutkuje nałożeniem dodatkowych opłat. W zależności od profilu pracy obiektu, do przekroczenia poboru mocy zamówionej dochodzi o różnych porach lub cyklicznie. Rolą magazynu energii jest *peak shaving*, czyli ścinanie zapotrzebowania na moc, które przekracza zakontraktowaną wartość. Na Rys. 6 czerwoną linią zaznaczono zakontraktowaną moc zamówioną. Wartości zaznaczone zielonym kolorem zostały pokryte przez magazyn energii. W efekcie nie doszło do ani jednego przekroczenia zamówionej mocy.

Kolejnymi efektami elastycznego zarządzania energią przez magazyn są:

- przechowywanie nadwyżek energii wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną i możliwość zużycia jej w czasie szczytów taryfowych,
- zoptymalizowanie kosztu zużycia energii, pobieranie jej w taryfach najtańszych, a oddawanie w najdroższych,
- obniżenie opłaty za moc zamówioną,
- zasilanie w czasie braku produkcji energii,
- poprawa jakości energii elektrycznej,
- wyeliminowanie opłat za energię bierną.



Rys. 6. Zapotrzebowanie na moc w okresach 15-minutowych z uwzględnieniem granicy mocy przyłączeniowej

W podsumowaniu można wskazać trzy typy efektów działania magazynu: finansowe, ekologiczne i jakościowo-techniczne. Finansowe przyczyniły się do wygenerowania oszczędności związanych z zakupem energii z sieci i wyeliminowania dodatkowych opłat za pobór energii biernej oraz za przekroczenie mocy zamówionej. Do grupy efektów w segmencie ekologicznym należy zaliczyć zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery oraz wykorzystanie odnawialnych źródeł energii zamiast poboru z sieci energii produkowanej z paliw kopalnych. Z kolei do efektów jakościowo-technicznych powinno się zakwalifikować: zwiększenie niezależności energetycznej firmy, zapewnienie stabilnego źródła zasilania w czasie przerw w dostawach energii i poprawę jej jakości.

## Plany rozwoju

Laboratorium Magazynowania Energii jest tak skonstruowane, aby w przyszłości bez problemu można było zasilać je innymi źródłami energii odnawialnej, a także zwiększyć jego pojemność. Planowana rozbudowa obejmie turbinę wiatrową, która będzie wspomagać produkcję z paneli fotowoltaicznych w ciągu dnia, ale pełną efektywność osiągnie nocą. Dodatkowo planuje się rozbudowę instalacji fotowoltaicznej o kolejny segment carportów z fotowoltaiką.

Grupa Technologiczna ASE w przyszłości planuje wymienić 30 posiadanych pojazdów na flotę w pełni elektryczną. Obecnie zamontowana stacja ładowania służy pierwszym modelom elektrycznym, jednak 30 samochodów będzie wymagało ładowarek o większej mocy. Zajdzie konieczność zwiększenia pojemności i mocy magazynu. Przy korzystaniu z takich rozwiązań magazyn energii stanie się jedynym rozwiązaniem dla przedsiębiorstw zlokalizowanych w wysoko zurbanizowanych miastach, w których instalacja przesyłowa była budowana dziesiątki lat temu. W tej sytuacji zwiększenie mocy przyłączeniowej jest praktycznie niemożliwe, a zwiększone zapotrzebowanie energetyczne będzie musiał pokryć magazyn energii.

## Wnioski

Ochrona środowiska, wysokie ceny energii, elektromobilność i rozwój technologiczny przyczynią się do rozpowszechnienia zarządzania energią z użyciem magazynów – zarówno w przedsiębiorstwach, jak i gospodarstwach domowych. Magazyny energii staną się niezbędnym elementem systemu zwiększania efektywności energetycznej i stałym elementem infrastruktury krytycznej.

Najbliższa przyszłość i zmiany w polskiej energetyce będą kluczowe dla pozycji Polski na arenie międzynarodowej. Zmiany wynikające z transformacji energetycznej powinny być kompleksowe – od regulacji prawnych i źródeł produkcji energii do zarządzania nią przez odbiorcę. Laboratorium zrealizowane przez Elmech-ASE, służące badaniom i rozwojowi technologii magazynowania energii, jest znakomitym przykładem dla wszystkich przedsiębiorstw w Polsce.

---

### **Energy storages – intelligent energy management on an example of Automatic System Engineering**

**Abstract:** In the era of rising prices and growing demand for electricity, intelligent management of it has become a key issue for enterprises. The energy transformation taking place in Poland cannot be carried out without the participation of energy storages. Energy

management brings financial benefits, but also reduces the carbon footprint of companies. The Automatic System Engineering Technology Group will follow this path. The Technology Group implements renewable energy sources and storages into its energy profile. The expected effects of the operation of the warehouse are the reduction of CO<sub>2</sub> emissions to the atmosphere, optimization of electricity purchase costs and creation of a development base for renewable energy sources. The warehouse on the ASE Technology Group campus is connected to a photovoltaic installation. In addition, a wind turbine is planned to be added in the future. The energy storage confirms predicted effects. What is more, in the future it may become an element of the critical infrastructure of Polish enterprises.

**Keywords:** energy storage, energy management, energy quality, energy transformation, energy storing

---

**Arkadiusz Marat**

Prezes Elmech-ASE sp. z o.o.  
a.marat@elmech.pl

