

Analiza pracy domowej mikro instalacji fotowoltaicznej po 2 latach eksploatacji

Analysis of home PV micro-installations after 2 years of operation

ROMAN ULBRICH

DOI 10.36119/15.2020.5.1

W pracy przedstawiono doświadczenia po 2 latach pracy mikro instalacji fotowoltaicznej przyłączonej do sieci energetycznej. Rok temu ukazał się artykuł na ten temat [1], po roku eksploatacji. Stwierdzono, że instalacja została dobrana prawidłowo, spełnia oczekiwania a w drugim roku także pokrywa w 79 % zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku. Wskazano na pewne możliwości poprawy parametrów ekonomicznych, poprzez właściwe użytkowanie instalacji i dokonanie zmiany przyzwyczajeń użytkownika.

Słowa kluczowe: energia słoneczna, energia elektryczna, instalacja fotowoltaiczna, mikro instalacja

The paper presents experience after 2 years of operation of a micro photovoltaic system connected to the grid. A year ago an article on this subject was published [1], after a year of operation. It was found that the installation has been selected correctly, meets the expectations, and in the second year also covers 79% of the demand for the electricity in the building. Some possibilities to improve the economic parameters were pointed out, by proper use of the installation and changing the user's habits.

Keywords: solar energy, electricity, photovoltaic installation, micro installation

Wprowadzenie

Od kilku lat istnieje możliwość przyłączenia przydomowej instalacji fotowoltaicznej do sieci. Zasadą jest, że inwestor w pełni finansuje inwestycję, zaś poprzez oddanie nadwyżki energii niewykorzystanej bezpośrednio, odprowadza ją do sieci i może dysponować nią przez 1 rok. Dla instalacji do 10 kW traci jednak 20% na rzecz dystrybutora, zaś dla instalacji większych 30%. Jest jeszcze drugi warunek - jeśli wyprodukujemy więcej energii niż potrzebujemy, to po zbilansowaniu jednego roku, nadwyżkę tracimy na rzecz dystrybutora. To zatem wyraźny sygnał, aby nie przewymiarować instalacji. Problem ten jest ważny, ponieważ wraz ze stałym wzrostem sprawności nowych paneli fotowoltaicznych, można zwiększać potencjalną moc takiej instalacji umieszczonej na tej samej powierzchni naszych dachów. Warunki nasłonecznienia w Polsce i możliwości pozyskania energii słonecznej dla produkcji energii elektrycznej, w zależności od lokalizacji, nieco się różnią. Generalnie obowiązuje uproszczona zasada, że dla pozyskania 1000 kWh energii elektrycznej w ciągu roku, wymagana jest instalacja o mocy 1 kW. Właściwie jedynym problemem do rozwiązania, to określenie w jakim stopniu użytkownik wykorzysta jak najwięcej energii bezpośrednio, co może wpłynąć na skrócenie okresu zwrotu inwestycji.

Dla instalacji fotowoltaicznych kilka parametrów ma wpływ na dobór wielkości

powierzchni instalacji: ustawienie powierzchni dachu względem stron świata, pochylenie powierzchni dachu, wreszcie sprawność konwersji. I te parametry są uwzględniane na ogół w kalkulatorach internetowych. W stosunkowo krótkim okresie ostatnich kilku lat, moc 1 kW jest osiągalna przy zastosowaniu 3 zamiast 4 paneli, a według ostatnich prognoz nawet 2,5.

Trzeci parametr, zwykle charakterystyczny dla poszczególnych produktów, określa, jaką ilość energii elektrycznej można uzyskać z powierzchni jednego panelu. Wymiary te nie są zunifikowane, ale zwykle mieszczą się w pobliżu wymiarów 1640x990 mm.

Funkcjonuje wiele kalkulatorów internetowych, wg których można dobrać wielkość, a więc moc takiej instalacji w oparciu o dotychczasowe roczne zużycie energii elektrycznej.

Dla przypomnienia [1], w analizowanym domu dotychczasowe zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku o powierzchni użytkowej 270m², w której mieszkają 4 osoby dorosłe oraz 3 dzieci, wynosiło rocznie około 9000 kWh. Jest to średnia z ostatnich 3 lat z rachunków za zakupioną energię elektryczną.

Najważniejszymi urządzeniami zasilanymi energią elektryczną są: płyta ceramiczna 4 kW, piec elektryczny 3 kW, 2 kuchnie mikrofalowe odpowiednio 800 i 600 W, pralka 2,2 kW, suszarka, 2 stacje z żelazkiem o mocy 1800 W każda, 3 telewizory, prawie 30 punktów świetlnych

o mocy w przedziale 10-150 W. W 80% oświetlenie zostało zmodernizowane i są to albo żarówki energooszczędne, albo oświetlenie LED. W ostatnim roku pojawił się nowy odbiornik energii elektrycznej w postaci ogrzewanego jacuzzi o mocy 2 kW, który w okresie wczesno-jesiennym wymaga pracy nawet przez 5 godzin dziennie.

Dom zlokalizowany jest w południowo-wschodniej dzielnicy Opola. Dom jest po gruntownej termomodernizacji przeprowadzonej w 2002 roku z zastosowaniem 12 cm warstwy styropianu na ścianach zewnętrznych i 20 cm wełny mineralnej pod powierzchnią dachu pokrytego początkowo gontami bitumicznymi, a po modernizacji dołożono blacho-dachówkę oraz wymieniono okna. Dom ogrzewany jest z instalacji c.o. z wykorzystaniem kotła gazowego, kominka na drewno z rozplywem powietrza oraz z instalacji solarnej ze zbiornikiem o objętości 600 l.

Na powierzchni dachu od strony południowej odchylonej o 15° w kierunku zachodnim, znajdują się dwa okna dachowe, dwa wyloty komina, a także zamontowane wcześniej 4 kolektory słoneczne, w instalacji przygotowania ciepłej wody (rys.1) rozmieszczono 27 paneli CSUN 270-60P o mocy jednostkowej 270 W, zaś łącznej mocy 7,25 kW [2]. Układ jest zarządzany systemem SolarEdge z falownikiem o mocy 10 kW [3]. Ważnym wskaźnikiem jest, że w instalacji podłączonej w ramach umowy z TAURON - dystrybutorem energii elektrycznej na mikro-instalację fotowoltaiczną,

energia odsyłana do sieci może być wykorzystywana ponownie ze współczynnikiem 0,8 w okresie rozliczeniowym 1 roku.

Początkowo, posługując się kalkulatorami do wstępnego doboru wielkości instalacji, wyznaczono moc na poziomie 9 kW. W trakcie zabudowy powierzchni dachu, biorąc pod uwagę już istniejące elementy po tej stronie dachu, zmieszczono tylko 27 paneli (rys.1). W trakcie pierwszego roku użytkowania stwierdzono, że, przy tej nieco zmniejszonej instalacji, współpraca z siecią wypadła korzystnie [1].

W pierwszym okresie rozliczeniowym (od maja 2018 do kwietnia 2019 r.) wyprodukowano 7728 kWh i potwierdziły się prognozy na poziomie 7700 kWh.

W tej chwili dysponuję już wynikami w drugim roku eksploatacji (od maja 2019 r. do kwietnia 2020 r.). Uzyskano 7918 kWh, o 2,5% wyższe.

Na rys. 2 przedstawiono wyniki uśrednionych wartości miesięcznej produkcji energii elektrycznej na tle wartości uznanych jako normowe [4, 5]. W niektórych miesiącach pojawiają się chwilowe różnice nawet na poziomie 300 kWh, ale raczej linia trendu rocznego w odniesieniu do danych normowych jest utrzymywana. Różnice pojawiają się właściwie dla kilku miesięcy: kwietnia, maja i czerwca, ale jest to kompensowane prawie natychmiast w następnym kolejnym miesiącu.

Wprowadzenie arbitralnie współczynnika wykorzystania części energii oddanej do sieci ustalonego na 0,8 dla energii używanej po czasie sprawia, że dążąc do jak najkorzystniejszego wyniku ekonomicznego, powinniśmy dążyć do jak największego udziału energii wykorzystywanej bezpośrednio.

Na podstawie danych zbieranych przez dystrybutora sieci:

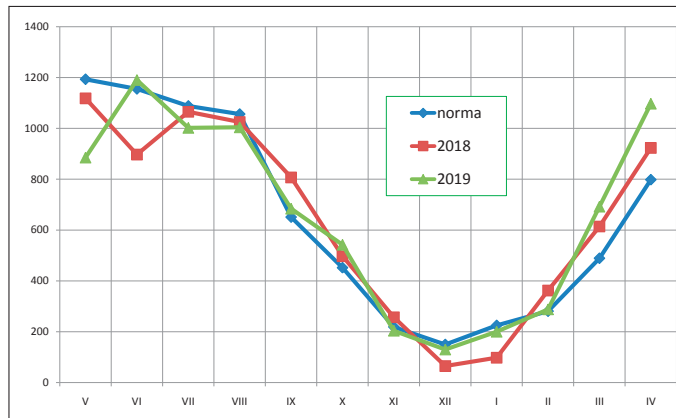
- energii pobieranej, czyli zakupionej z sieci,
- energii przesłanej do sieci w celu jej zmagazynowania
- oraz w stacji sterującej instalacji fotowoltaicznej w postaci ilości energii wyprodukowanej,

można dość łatwo wyznaczyć ilość energii elektrycznej zużywanej bezpośrednio.

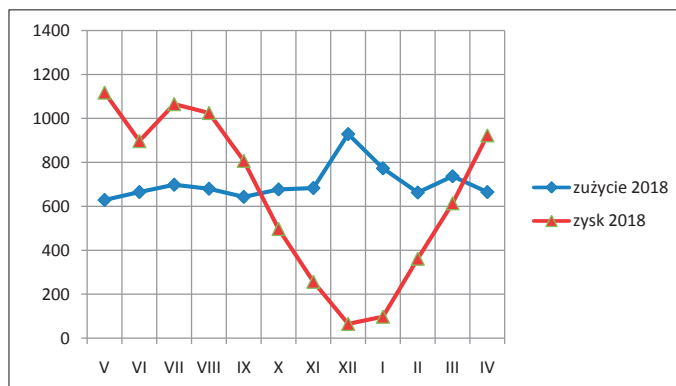
Daje to podwójną korzyść jako, że energia nie jest w tym momencie pobierana z sieci, jako energia „obca” i nie jest obciążona żadnym współczynnikiem wykorzystania, stanowiącym uzasadniony przychód dystrybutora.

Wymaga to jednak wprowadzenia i utrwalenia pewnych nawyków u mieszkańców w postaci korzystania z najważniejszych odbiorników energii elektrycznych (gotowanie, pranie, prasowanie, suszenie) wtedy, gdy słońce zasila instalację fotowoltaiczną. O ile w przypadku wielu

Rys. 1. Widok dachu po zainstalowaniu ogniw fotowoltaicznych



Rys. 2. Rozkład uzyskanych wartości energii elektrycznej w kolejnych 2 latach na tle wartości normowych wg [4,5]



Rys. 3. Porównanie wartości zużytej i pozyskanej energii elektrycznej w pierwszym roku (maj 2018 - kwiecień 2019) eksploatacji

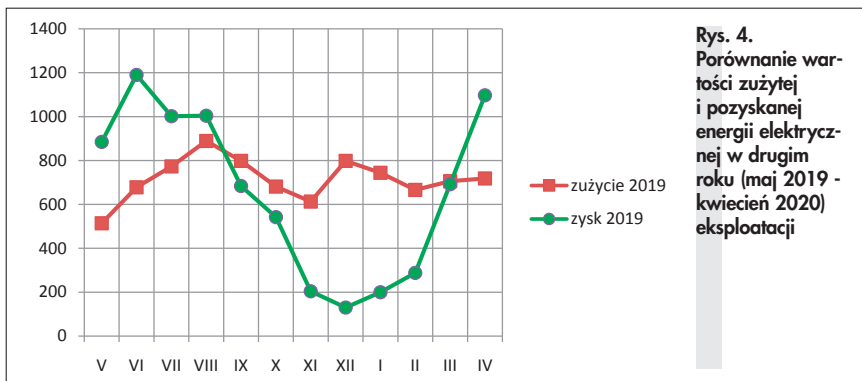
czynności np. gotowania trudniej jest dokonywać istotnej zmiany pory dnia, to pozostałe odbiorniki mogą z powodzeniem pracować w dogodnej porze, a często nawet w innym dniu.

O tym, że element bezpośredniego wykorzystania energii elektrycznej przy współpracy z instalacją fotowoltaiczną jest ważny, do tej pory niezauważany, świadczy sytuacja w dokonywaniu opłat, szczególnie w początkowym okresie. Zdając sobie sprawę, że włączenie instalacji w okresie wczesno-wiosennym jest najkorzystniejsze, w tym przypadku miało to miejsce 22 kwietnia 2018 roku, praktycznie od samego początku ilość energii produkowanej przewyższała potrzeby. Dystrybutor sieci nie uwzględnił jednak tego elementu w swoich kalkulacjach. Stąd w 3 kolejnych krótkoterminowych umowach założył, że zużycie będzie takie jak przed założeniem instalacji. Bardzo szybko okazało się w toku dalszej eksploatacji, że było to założenie prze-

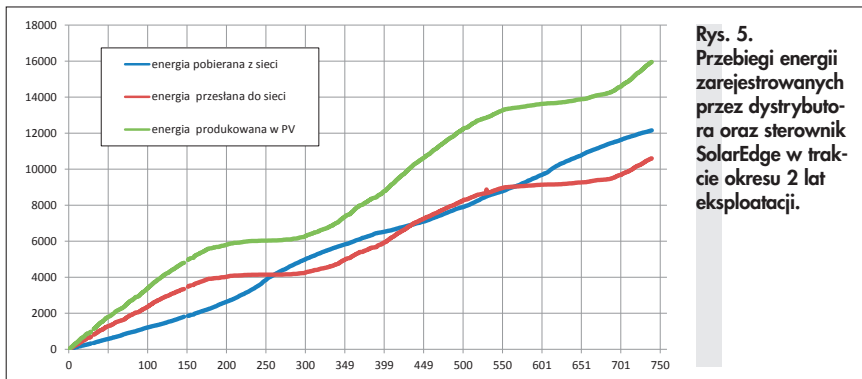
sadne. Już po półtora miesiąca okazało się, że pojawił się pierwszy miesiąc wolny od opłat. Potem przy umowie szacunkowej na drugą część 2018 roku pojawił się znowu 1 miesiąc całkowicie wolny od opłat. Ale już w następnej 3 i 4 umowie za dwie połowy 2019 roku wszystkie miesiące okazały się wolnymi od opłat. Tymczasem jest ogólnie znany przeciętny rozkład w produkcji miesięcznej w ciągu roku (rys. 2), a uwzględnienie nawet niewielkiego korzystania bezpośrednio z wyprodukowanej energii elektrycznej, nie powodowałoby powstania od razu takich różnic.

Warto zwrócić uwagę, że występuje pewne odstępstwo w rozkładzie miesięcznym energii wyprodukowanej od planowanej, ale nie wpływa praktycznie na wartość roczną (rys.2).

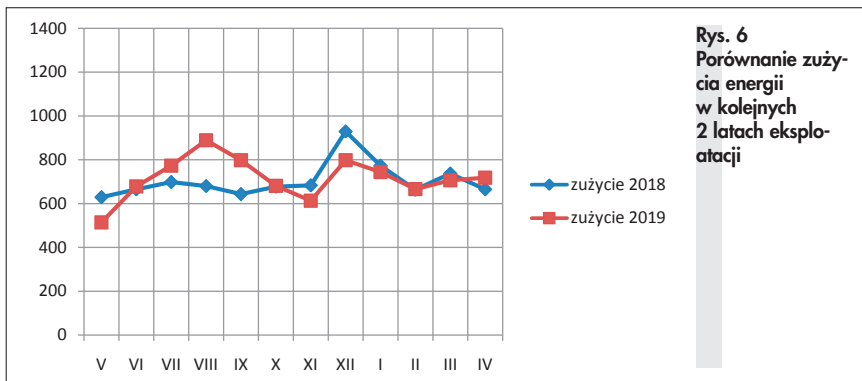
Na rys 3 i 4 przedstawiono porównania zysków od instalacji fotowoltaicznej oraz zużycia energii w budynku. Ma miejsce wyraźna asymetria w produkcji w skali roku -



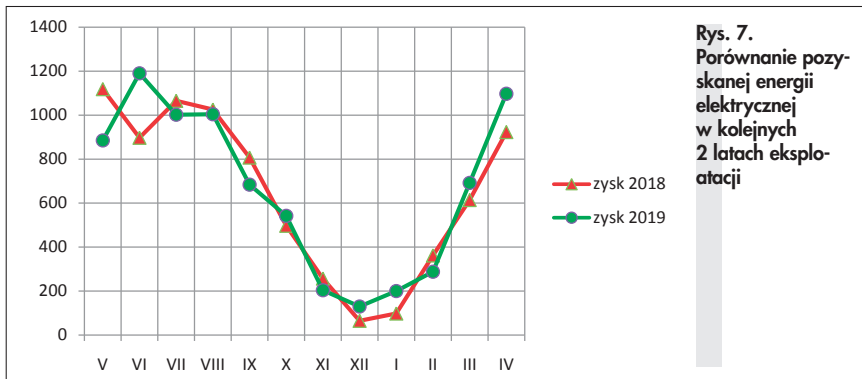
Rys. 4. Porównanie wartości zużytej i pozyskanej energii elektrycznej w drugim roku (maj 2019 - kwiecień 2020) eksploatacji



Rys. 5. Przebiegi energii zarejestrowanych przez dystrybutora oraz sterownik SolarEdge w trakcie okresu 2 lat eksploatacji.



Rys. 6. Porównanie zużycia energii w kolejnych 2 latach eksploatacji



Rys. 7. Porównanie pozyskanej energii elektrycznej w kolejnych 2 latach eksploatacji

ponad 70% produkcji przypada na miesiąc kwiecień-wrzesień. To sprawia, że nie ma właściwie innego sposobu na wykorzystanie ogniw fotowoltaicznych, jak współpraca instalacji z dużym magazynem energii, w tym przypadku z siecią. W okresie zimowym od listopada do lutego zużycie bardzo istotnie przewyższa wielkość produkcji energii. Z tym faktem należy się po prostu godzić. W analizowanym okresie 2 lat najwyższa nadwyżka wynosiła 512 kWh w czerwcu

2019 roku, zaś największa strata 864 kWh w grudniu 2018 roku. W pierwszym roku 6 miesięcy wykazywały nadwyżkę produkcji energii nad zużyciem, zaś w drugim tylko 5.

Na rys. 5 przedstawiono wyniki rejestracji licznika energii Tauronu oraz systemu SolarEdge w ciągu dwóch lat eksploatacji:

- energia pobierana z sieci, osiągnęła po roku 6065 kWh, a po 2 latach 12061 kWh,

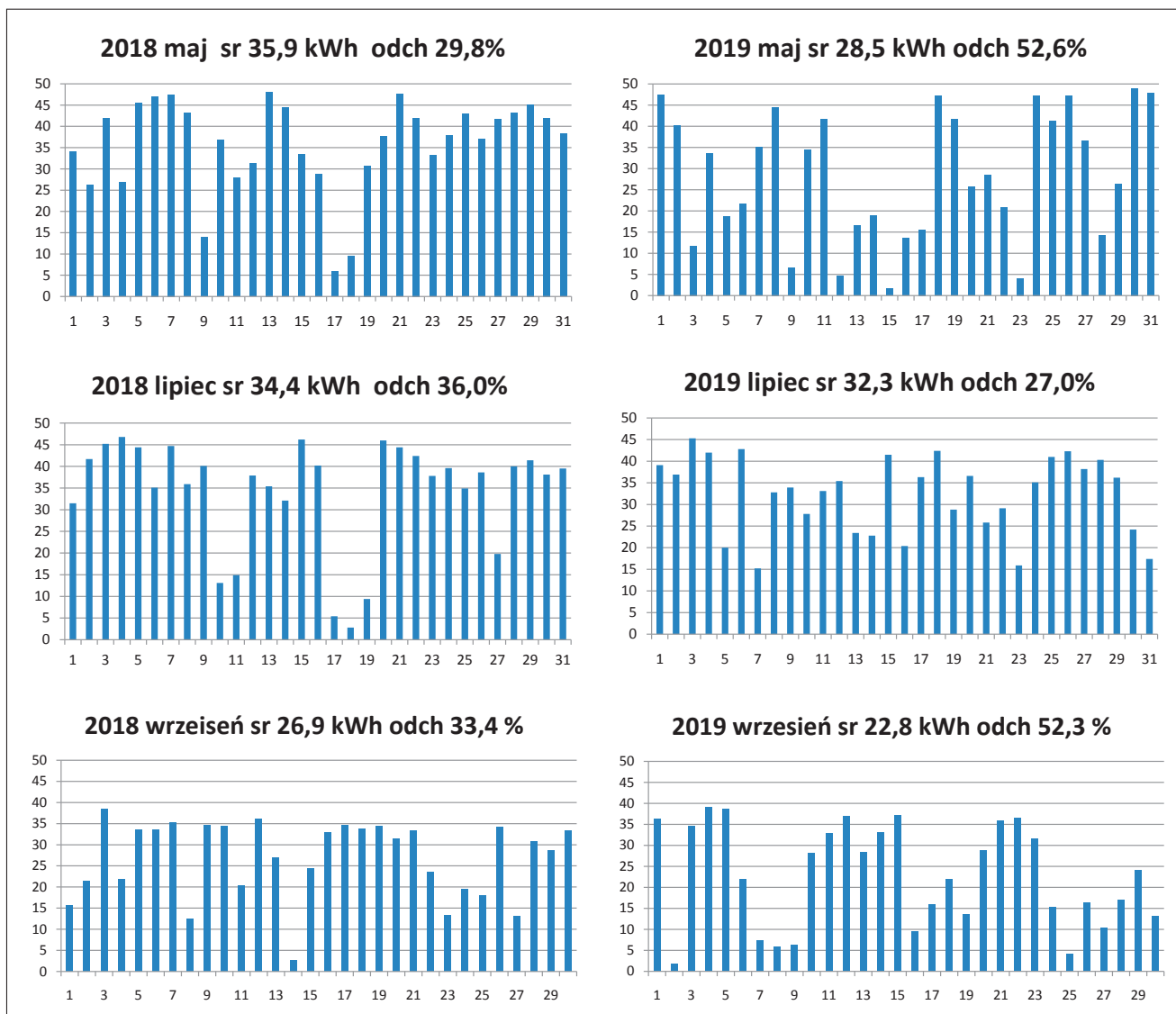
- energia przesyłana do sieci, osiągnęła po roku 5304 kWh, a po 2 latach 10420 kWh,
- energia wyprodukowana w instalacji fotowoltaicznej, osiągnęła po roku 7728 kWh, a w drugim roku 7918 kWh.

Na osi czasu są kolejne dni, licząc od momentu zainstalowania, a więc od 23 kwietnia 2018 roku. Drugi rok rozpoczyna się od 366 dnia.

Z bilansu energii można określić wynik końcowy po roku, osiągając po pierwszym roku -761 kWh, zaś w szczytowym momencie nadwyżkę +1680 kWh. Odpowiednio w drugim roku osiągnięto - 880 kWh a w szczytowym okresie nadwyżkę +390 kWh. W obu latach wystąpiło pokrycie zapotrzebowania w 79%.

Powyższe wyniki mogłyby sugerować, że instalacja mogłaby mieć większą moc. Należy jednak pamiętać o tym że, po każdym roku następuje ocena ilości odbieranej i wprowadzanej do sieci energii elektrycznej. W interpretacji graficznej oznacza to, że krzywa energii pobieranej musi po każdym roku leżeć powyżej linii energii oddawanej do sieci (rys. 5) i dopuszcza się jedynie chwilowe odstępstwa w trakcie roku.

Dodatkowo podczas projektowania należy brać pod uwagę, że okresowo mogą mieć miejsce znacznie korzystniejsze warunki nasłonecznienia oraz zmniejszone zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku. Drugi rok pokazuje, że przy wyjątkowo dobrym nasłonecznieniu o 190 kWh wyższym niż w pierwszym, gdyby nie pojawiło się dodatkowe większe zapotrzebowanie na energię elektryczną, w tym przypadku na potrzeby jacuzzi (około 450 kWh i to tylko w okresie lipiec 2019 - wrzesień 2019 - rys. 6), już nastąpiłoby niebezpieczne zbliżenie tych linii w drugim roku użytkowania (rys. 5) do wartości -430 kWh. Także w okresie wyraźnej nadwyżki energii pozyskiwanej w stosunku do zapotrzebowania w maju 2019 roku spowodowało, że chwilowe maksimum nie osiągnęło poziomu jak w 2018 roku, a mimo to wynik końcowy za rok 2019 jest znacznie bardziej korzystny. Warto zatem zabezpieczyć się przed niepotrzebnym potencjalnym zwrotem energii na rzecz dystrybutora po okresie rozliczeniowym. Można to zrealizować dzięki np. zainstalowaniu w zasobniku ciepła instalacji c.w. podgrzewacza elektrycznego, gdyby wyniki monitorowania wskazywały na możliwość naruszenia zasady umowy i przekroczenia ilości oddawanej nad pobieraną z sieci w bilansie rocznym. W używanej instalacji ta rezerwowa wartość jest na poziomie połowy przeciętnego miesięcznego zużycia energii elektrycznej, dokładnie 17 dni. Już po 2 latach eksploatacji wiadać, że planowana wielkość instalacji na poziomie 9 kW, byłaby przewymiarowana.



Rys. 8. Rozkłady dzienne produkcji energii elektrycznej w wybranych miesiącach.

Można zauważyć (rys. 6), że niemal przez cały czas miesięczne zużycie energii jest praktycznie stałe, na poziomie 650-750 kWh, poza krótkimi okresami świątecznymi, związanymi głównie z przygotowaniem oraz obecnością większej liczby gości w okresie świąt. Przeciętna wartość dobowego zużycia energii przed założeniem instalacji wynosiła 24,6 kWh/d, zaś po załączeniu instalacji i wdrożeniu nawyków pro oszczędnościowych została zmniejszona do 23,0 kWh/d, czyli o około 4%. Przedział dobowego zużycia energii elektrycznej jest dość zmienny i mieści się w przedziale od 13 do nawet 48 kWh/d, ale ogólny trend, już nawet w sekwencjach tygodniowych, jest utrzymany. Można zauważyć, że także prawie nie zależy to od pory roku, mimo że w okresie zimowym dzień jest znacznie krótszy. To jednak dowód, że potrzeby na oświetlenie sztuczne są stosunkowo niskie. W okresie letnim, gdy zyski dobowe energii pozyskanej osiągną wartości nawet 50 kWh, moż-

na w całości pokrywać nawet ekstremalne dzienne zużycie energii dochodzące do 50 kWh.

Po rocznej pracy instalacji zamiast dokonywać opłaty za 8623 kWh, zmniejszono tą wartość do 1822 kWh, co daje poziom 21% wartości początkowej, a więc prawie 5-krotne zmniejszenie opłaty za rzeczywiście użytą energię. Po dwóch latach uzyskano łącznie 17020 kWh.

Produkcja energii w obu analizowanych latach (rys. 7) ma bardzo podobny przebieg, poza pewnymi anomaliami pogodowymi w okresie wiosennym od kwietnia do czerwca. Prawie identyczne wyniki osiągnięto w drugim roku mimo, że zarówno zużycie, jak i produkcja energii elektrycznej uległy nieco zmianie.

Z uwagi na zaliczkowe opłaty oraz skomplikowany sposób opłat statycznych i zmiennych, analizy kosztów będą możliwe po dłuższym okresie eksploatacji. Szacunkowo w 2 połowie 2017 roku za około 4600 kWh zapłacono łącznie 2499 zł,

w ramach wszystkich składników energii zużytej. Można zatem założyć, że w okresie rocznym jest to 5000 zł. Wskazana oszczędność po uruchomieniu instalacji zmniejsza w tej chwili tę kwotę do około 1100 zł. Przy koszcie inwestycji rzędu 40 000 zł, daje to prosty okres zwrotu rzędu 10 lat. Wobec zapowiadanych i nieuniknionych zwiększonych kosztów wytwarzania energii elektrycznej, okres zwrotu odpowiednio się zmniejszy. Z uwagi na nadwyżki opłat w początkowym okresie pierwsza część 2020 roku jest także bez opłat. Pełne rozliczenie nastąpi dopiero pod koniec 2020 roku.

Stwierdzono również, że można dążyć do oszczędności zużywanej energii poprzez pełniejsze wykorzystanie bezpośrednie energii wyprodukowanej, ale efekty nie będą już istotnie wpływać na wynik analizy ekonomicznej. Tutaj o wyniku ekonomicznym zdecyduje pełne urynkowienie opłat za energię elektryczną, której cena jednostkowa z pewnością wzrośnie.

Najczęściej jednak dobowe pozyskiwanie energii jest dość zmienne i nawet w okresach najkorzystniejszych (maj - wrzesień), w obu analizowanych latach, stwierdzono, że nie ma możliwości na inne formy magazynowania energii, niż korzystanie z sieci energetycznej jako magazynu energii. Na rys. 8 przedstawiono przykładowo rozkłady dla wybranych miesięcy z podaniem wartości średnio dobowej oraz średniego odchylenia standardowego. Osiągając średnią wartość na poziomie normowej w miesiącu maju 2018, średnie odchylenie standardowe jest stonkowo wysokie, bo stanowi prawie 30% wartości średniej. W okresie tym zakres dobowych zysków zmienia się od 7 do 49 kWh/dobę. W kolejnym roku, maj 2019 roku był wyjątkowo niekorzystny, osiągając zaledwie 80% wartości normowej, a średnie odchylenie jest bardzo duże, bo przekracza 50% wartości średniej. O ile w maju 2018 roku tylko przez 3 dni produkcja była poniżej potrzeb, to w maju 2019 roku pojawia się już przez połowę dni.

Po dwóch latach analizy stwierdzono, przy założeniu, że stopień wykorzystania bezpośredniego wyprodukowanej energii elektrycznej zwiększy się, przy zachowaniu tych samych potrzeb, wartość pokrycia zapotrzebowania na energię może osiągnąć nie 81 a nawet 87%.

Podsumowanie

Wszystkie wnioski przedstawione w artykule sprzed roku [1] są w mocy.

Drugi rok eksploatacji potwierdził, że roczne wartości pozyskiwanej energii są do siebie bardzo zbliżone, niezależnie od tego, że w krótszych miesięcznych okresach pojawiały się różnice, czasem nawet rzędu 400 kWh przy uśrednianiu miesięcznym.

Instalacja na tym etapie analizy, mimo wysokich kosztów inwestycyjnych, jest w dalszym ciągu działaniem korzystnym. W drugim roku okazało się, że zamiast przewidywanego ok. 1% zmniejszenia wielkości produkcji wynikającego ze starzenia się paneli, nastąpił wzrost produkcji energii. Ten stan spowodowany był znacznie lepszymi warunkami nasłonecznienia, szczególnie w okresie marzec - kwiecień 2020 r. Już jednak w pierwszych dniach maja 2020 roku widać, że wyjątkowo korzystny, bardzo ciepły i suchy kwiecień odbywa się prawdopodobnie „kosztem” maja 2020 r.

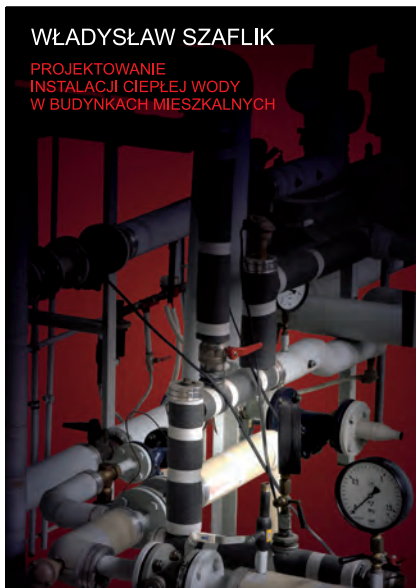
Ważnymi parametrami w użytkowaniu są: rozkład dzienny produkowanej energii, ilość energii zużywanej w bezpośredni sposób tzn. korzystanie z najważniejszych odbiorników w okresie nasłonecznienia, wreszcie tygodniowy rozkład zużycia energii dopasowany do prognozy. Szacuje się, że bezpośrednie wykorzystanie energii może być zwiększone nawet o 800-1000 kWh, co w ogólnym bilansie stanowi prawie 10%. Wymaga to jednak stałego monitorowania pracy oraz dalszego wdrażania pewnych nawyków, co jest procesem bezinwestycyjnym. Zmiana lub podwyższenie sprawności urządzeń odbiorczych w domu nie jest przedmiotem tej

analizy. Biorąc jednak pod uwagę, że część energii elektrycznej jest zużywana w godzinach wieczornych i tzw. poza słonecznych, osiągnięcie wartości 90% wykorzystania energii wydaje się być kresem górnym.

Można sobie np. wyobrazić zastosowanie krótkookresowych dobowych magazynów energii dla potrzeb np. oświetlenia oraz funkcji wykonywanych w godzinach wieczornych, przy zapewnieniu około 10 kWh na dobę. Niewątpliwie jednak spowoduje to dalszy wzrost nakładów inwestycyjnych, z uwagi na potrzebę automatycznego sterowania tym procesem. Nie należy jednak liczyć, że w okresie wydłużonych wieczorów w okresie październik - marzec, pojawią się dodatkowe nadwyżki, a więc efekt ten będzie z tego względu wyraźnie osłabiony tylko w odniesieniu do 6 miesięcy.

LITERATURA

- [1] R. Ulbrich, Doświadczenia w zakresie użytkowania domowej instalacji fotowoltaicznej, Instal, nr 5, s. 19-22, 2019.
- [2] Panele polikrystaliczne, CSUN - solar.com.
- [3] Instrukcja instalacji, SolarEdge.com.
- [4] W.L. Lewandowski, Proekologiczne odnawialne źródła energii, WNT Warszawa 2007.
- [5] PN-B-02025:2001 Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków.



WŁADYSŁAW SZAFLIK

PROJEKTOWANIE
INSTALACJI CIEPŁEJ WODY
W BUDYNKACH MIESZKALNYCH

Projektowanie instalacji ciepłej wody w budynkach mieszkalnych

Autor: prof. dr hab. inż. Władysław Szaflik

Książka jest poświęcona instalacjom ciepłej wody i układom jej przygotowywania. Liczy 294 stron tekstu, bogato ilustrowanego rysunkami, schematami oraz tabelami i stanowi pewne podsumowanie wieloletnich prac prowadzonych w Katedrze Ogrzewnictwa, Wentylacji i Ciepłownictwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie (do 2008 roku Politechniki Szczecińskiej).

Prezentowana książka jest pozycją, w której przedstawiono w sposób kompleksowy i uporządkowany najnowsze wyniki badań i stosowane rozwiązania instalacji ciepłej wody i układów służących do jej przygotowywania oraz podano metody obliczeń a także współczesne tendencje i kierunki rozwoju tej dziedziny techniki. Przy jej pisaniu starano się wykorzystać najnowszą wiedzę

z tej dziedziny. W książce tej przedstawiono całokształt zagadnień związanych z ciepłą wodą, jej właściwościami, rozproszaniem oraz przygotowaniem.

Treść książki została podzielona na 13 rozdziałów, można wyróżnić w niej cztery podstawowe części.

W oparciu o analizę pracy pt. "Projektowanie instalacji ciepłej wody w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych" stwierdzam, że przedstawia ona całokształt zagadnień związanych z ciepłą wodą, jej przygotowaniem, rozproszaniem i właściwościami, posiada znaczącą wartość merytoryczną, prezentuje nowoczesne rozwiązania układów instalacyjnych zgodnie z aktualnym stanem wiedzy techniki. Przedstawia zasady doboru elementów instalacji zgodnie z regulami sztuki inżynierskiej oraz w nawiązaniu do nowoczesnych rozwiązań."

Cena 1 egz.: 60 zł + 5% VAT.

Zamówienia przyjmuje: Ośrodek Informacji "Technika instalacyjna w budownictwie"

02- 674 Warszawa, ul. Marynarska 14, tel./fax 22-843 77 71; e-mail: wydawnictwo@informacijainstal.com.pl