

JAK POŁĄCZYĆ INSTALACJĘ FOTOWOLTAICZNA Z INTELIGENTNYM BUDYNKIEM?

Termin „inteligentny budynek” coraz częściej przewija się w kontekście nowoczesnych rozwiązań, które służą uzyskaniu wymiernych oszczędności w kosztach eksploatacji. Dlatego instalacja fotowoltaiczna, która jest źródłem czystej i taniej energii, powinna z systemem automatyki budynkowej być zintegrowana i odgrywać w nim ważną rolę. Poniższy artykuł opisuje, jak połączyć ze sobą te dwa światy.

Autor: dr inż. Maciej Piliński

TECHNOLOGIE I STANDARDY W AUTOMATYCE BUDYNKOWEJ

Zacznijmy od krótkiego przeglądu technologii, standardów i pojęć stosowanych w szeroko pojętym zagadnieniu określanym mianem „automatyki budynkowej”. Jaki jest cel wprowadzania takich rozwiązań? Przede wszystkim chodzi o wymianę informacji pomiędzy jak największą ilością urządzeń, czujników i instalacji w danym budynku. Dzięki temu można zarówno osiągnąć podniesienie komfortu użytkownika poprzez automatyczne dostosowywanie do panujących warunków pogodowych (temperatury, oświetlenia, opadów atmosferycznych), ale także: zwiększenie bezpieczeństwa, obniżenie kosztów eksploatacji oraz łatwość sterowania wszystkimi systemami np. poprzez urządzenia mobilne.

Pierwsza linia podziału dotyczy wielkości budynku. O ile w przypadku budynków biurowych czy przemysłowych mówimy o integracji wszystkich instalacji (elektrycznej, HVAC, CCTV, p.-poż., itd.) w celu automatyzacji procesów prowadzących do oszczędności energii, obniżenia kosztów i podniesienia poziomu bezpieczeństwa, o tyle w przypadku domów mieszkalnych, czyli w automatyce domowej (zwanej popularnie „inteligentnym budynkiem”) przede wszystkim chodzi o podniesienie standardu i wygody użytkownika danego mieszkania.

Automatyka budynkowa, ze względu na wielkość i złożoność poziomu integracji, korzysta z otwartych protokołów komunikacji wykorzystujących połączenia przewodowe. W Polsce to przede wszystkim Modbus RTU, Modbus TCP oraz KNX (dawniej EIB). Cechą wspólną tych rozwiązań jest otwarty protokół komunikacji umożliwiający rozwijanie funkcjonalności automatyki budynkowej i integracji urządzeń przez dowolnych producentów z całego świata.

W przypadku **automatyki domowej** największą popularność zdobyły również otwarte standardy: ponownie KNX oraz bezprzewodowe protokoły, takie jak Z-Wave czy ZigBee.

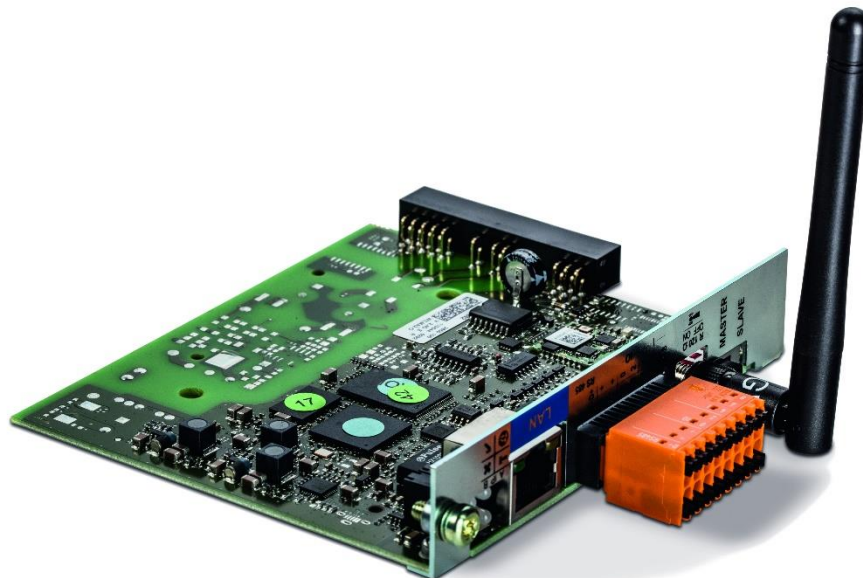
I tu przechodzimy do najbardziej krytycznej i ważnej cechy technologii sieciowych, którym jest medium służące do transmitowania sygnału. Systemy radiowe używają fal radiowych, układy typu "powerline communication" (PLC) - istniejących linii energetycznych, wszystkie pozostałe wymagają dodatkowego, specjalnego okablowania. Doskonałym przykładem jest EIB/KNX-TP, który jako medium używa "skrętki" (TP = Twisted Pair), Modbus RTU wykorzystuje trzyprzewodową magistralę szeregową RS-485, a Modbus TCP komunikuje się poprzez sieć Ethernet. Okablowanie takie musi być jednak wcześniej zaplanowane i ułożone razem z instalacją elektryczną. To wada w stosunku do systemów bezprzewodowych (radiowych), ale zaletą jest bezsprzeczna pewność transmisji, zapewnia również zasilanie podłączonym do magistrali aktorom i sensorom. Sprawy się nieco komplikują, gdy mamy do czynienia już z gotowym domem lub mieszkaniem, do którego chcielibyśmy dodać "inteligencję". Jeśli remont generalny nie wchodzi w grę, pozostaje wyłącznie transmisja bezprzewodowa.

SPOSOBY INTEGRACJI INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ Z AUTOMATYKĄ BUDYNKOWĄ

Skoro podstawą idei automatyki budynkowej jest integracja wszystkich instalacji w budynku, należy zastanowić się, w jaki sposób włączyć instalację fotowoltaiczną (ang. *photovoltaics*, PV) do takiego systemu¹. Problem nie jest trywialny, głównie ze względu na różnorodność stosowanych w inteligentnych budynkach rozwiązań. Z pomocą przychodzi urządzenie pod nazwą **Datamanager 2.0** firmy Fronius (rys. **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**), standardowo instalowane we wszystkich falownikach fotowoltaicznych tego producenta. Jest to

¹ Nad różnymi korzyściami takiej integracji nie będziemy się pochylać – ten temat był obszernie omówiony w poprzednim numerze.

dodatkowa karta zapewniająca przede wszystkim monitorowanie pracy instalacji fotowoltaicznej na portalu Solar.Web (<http://www.solarweb.com>), ale oferuje ona również znacznie bardziej zaawansowane funkcje.



Rys. 1. Karta komunikacji Fronius Datamanager 2.0 (źródło: firma Fronius)

Poniżej opisujemy metody integracji instalacji PV z trzema najbardziej popularnymi standardami automatyki budynkowej.

Modbus RTU / TCP



Protokół komunikacyjny MODBUS został stworzony przez firmę Modicon, jednak ze względu na liczne zalety, stał się otwartym standardem zaakceptowanym przez wielu producentów urządzeń automatyki. Protokół określa zasady wymiany informacji pomiędzy kilkoma urządzeniami, z których zawsze jedno pełni rolę urządzenia nadrzędnego (typu *Master*), a reszta jest podrzędna (typu *Slave*).

Kontrola i sterowanie odbywa się poprzez odczyt i zapis odpowiednich rejestrów. To producent urządzenia podaje adresy tych rejestrów, podobnie, określa możliwość ich zapisu, bądź tylko odczytu. W przypadku producentów sprzętu do instalacji fotowoltaicznych zawiązało się stowarzyszenie, które opracowało otwarty protokół SunSpec. Aktualnie dostępnych jest kilkaset rejestrów, które umożliwiają zaawansowany monitoring i sterowanie.

Urządzenia firmy Fronius standardowo wyposażone są zarówno w Modbus TCP, jak i RTU. Oprócz warstwy fizycznego połączenia, operator instalacji BMS (ang. *Building Management System*) powinien zdefiniować w urządzeniu nadrzędnym odpowiednie adresy rejestrów oraz wszystkie operacje i zależności logiczne pomiędzy urządzeniami.

Integracja instalacji fotowoltaicznej z budynkiem poprzez protokół Modbus daje największe możliwości, ponieważ umożliwia nie tylko odczyt danych z falownika, ale również jego pełną kontrolę, w tym sterowanie mocą bierną i czynną. Dlatego też zadanie to wymaga największej wiedzy i doświadczenia od integratora. Na stronie firmy Fronius (<http://www.fronius.pl>) dostępna jest pełna dokumentacja zawierająca adresy wszystkich rejestrów, oraz ich przeznaczenie.

KNX/EIB



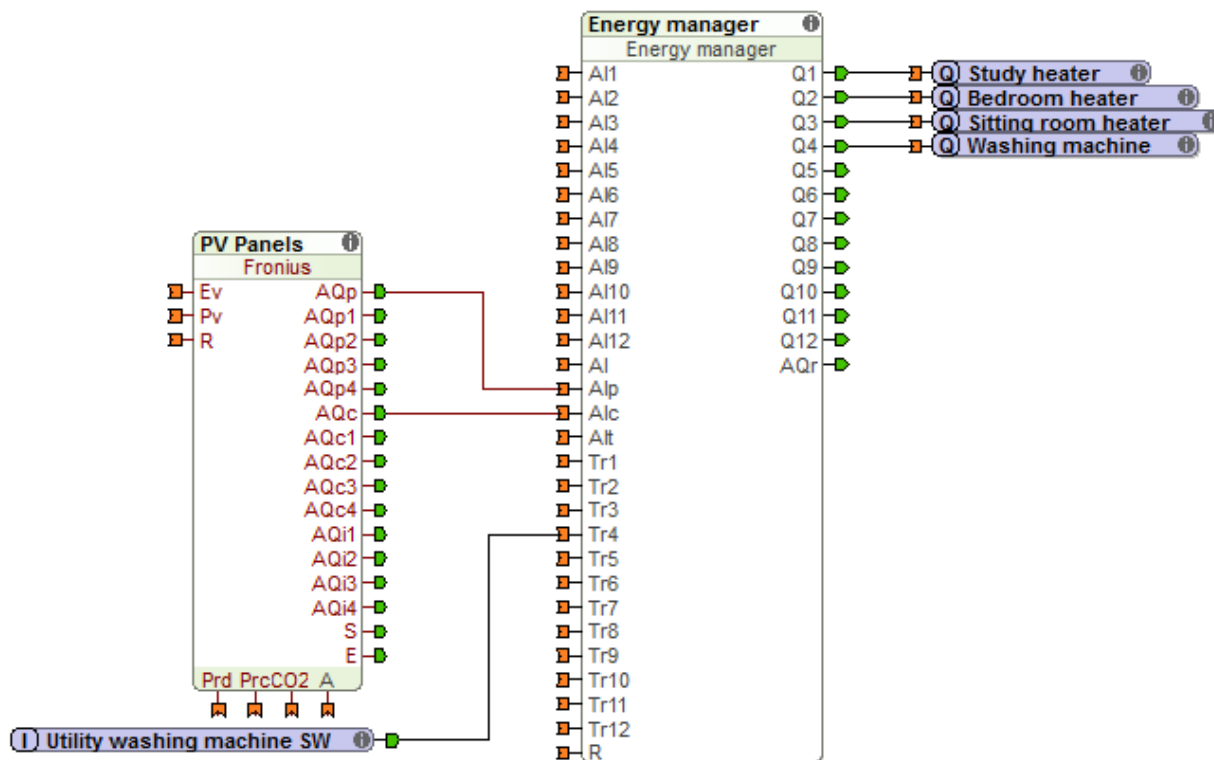
KNX (dawniej znany jako EIB) jest systemem opartym na topologii rozproszonej, w której nie ma konieczności stosowania jednostki centralnej. Każdy element podłączony do magistrali KNX (np. przycisk, stycznik, regulator) jest wyposażony we własny procesor i odpowiedni zestaw czujników lub elementów wykonawczych. Dzięki takiemu podejściu, w przypadku awarii pojedynczego elementu, pozostałe elementy systemu nadal działają poprawnie. Niemniej jednak, bardziej złożone funkcje logiczne wymagają zastosowania nadrzędnej jednostki sterującej.

Firma Loxone (<http://www.loxone.com>) oferuje rozwiązania dla inteligentnych domów w formie centrali, którą instaluje się w rozdzielni budynku – Loxone Miniserver (rys. 0.) – zawierającej 8 cyfrowych i 4 analogowe wejścia oraz 8 wyjść przekaźnikowych i 4 analogowe wyjścia 0-10V. Oprócz możliwości wizualizacji w sieci Ethernet i dołączania dodatkowych modułów – Loxone Extensions – Miniserver wyposażony jest również w interfejs KNX/EIB.



Rys. 2. Loxone Miniserver (źródło: firma Loxone)

Powiązania logiczne pomiędzy urządzeniami (wejściami i wyjściami) oraz reguły sterowania projektuje się przy użyciu bezpłatnego oprogramowania Loxone Config. Zawiera ono ponad 100 funkcjonalnych bloków, w tym bloki odpowiadające za zarządzanie energią (konsumowaną i produkowaną). Konkretnie powiązania pomiędzy wymuszeniem (daną wejściową) i stosowaną akcją rysuje się graficznie w formie logicznych połączeń (rys. 0.)



Rys. 3. Przykład logicznych połączeń między blokami w programie Loxone Config (źródło: firma Loxone)

Jednym z dostępnych w Loxone Config bloków jest falownik firmy Fronius. Połączenie między Loxone Miniserver i falownikiem – a konkretnie: Datamanerem 2.0 – odbywa się poprzez sieć Ethernet: nie jest konieczne żaden dodatkowy interfejs. Dane pobierane z instalacji fotowoltaicznej można z łatwością wykorzystać do tworzenia własnych reguł i scen, które bezpośrednio będą sterować dowolnym urządzeniem dostępnym na magistrali KNX.

Z-Wave



Ideą radiowego protokołu Z-Wave jest synchronizacja urządzeń automatyki domowej w topologii mesh (tzw. sieci kratowej), w której każde urządzenie komunikuje się z centralą inteligentnego zarządzania, będąc zarazem przekaźnikiem sygnału dla innych urządzeń – co kilkukrotnie zwiększa zasięg. W instalacji mogą być również wykorzystywane urządzenia zasilane bateryjnie, co eliminuje problemy z koniecznością doprowadzenia zasilania do lokalizacji w pobliżu okien, drzwi czy grzejników.

Jednym z najbardziej rozpoznawalnych producentów kompleksowego systemu automatyki domowej bazującego na protokole Z-Wave jest ... polska firma Fibar Group z Poznania (<http://www.fibaro.com>). To bardzo dobra wiadomość, zwłaszcza że urządzenia Z-Wave aktualnie oferuje kilkuset (ponad trzystu) producentów. A to z kolei daje pewność, że jeśli jakiegoś z interesujących nas produktów w ofercie urządzeń Fibaro nie znajdziemy - możemy swobodnie wybierać wśród innych dostawców.

Urządzenia sterujące pozwalają na wprowadzenie idei domu energooszczędnego poprzez monitorowanie i kontrolę zużycia energii - większość sterowników ma wbudowany zaawansowany licznik energii. Doskonałym przykładem jest Fibaro Wall Plug (zdj. 0.) - czyli „gniazdka w gniazdku”, które oprócz podstawowej funkcji

załączania/wyłączania podłączonego od niego odbiornika, zawiera miernik mocy chwilowej i licznik energii elektrycznej oraz diody RGB sygnalizujące swoim kolorem stan urządzenia (w tym pobieraną moc, wyłączenie, przeciążenie, itp.).



Rys. 4. Fibaro Wall Plug (źródło: firma Fibar Group)

W instalacji Z-Wave konieczna jest centrala, która zbiera dane z wszystkich czujników i odpowiada za sterowanie elementami wykonawczymi. Na rynku dostępnych jest wiele rozwiązań, ale naszym polskim hitem eksportowym jest **Fibaro Home Center 2** (rys. 0.).



Rys. 5. Fibaro Home Center 2 (źródło: firma Fibar Group)

O wszystkich zaletach tego centrum sterowania można przeczytać na stronie producenta, w tym artykule skupimy się na możliwości integracji pomiędzy automatyką budynkową Fibaro a instalacją PV. Od strony falownika można tego dokonać poprzez protokół **JSON** (ang. *Java Script Object Notation*), standardowo dostępny w urządzeniu Fronius Datamanager 2.0. Firma Fronius udostępnia obszernie udokumentowane API, które daje możliwość odczytania praktycznie wszystkich kluczowych danych instalacji PV, począwszy od parametrów pracy falowników (w tym najważniejszych: aktualnej mocy i oddanej energii), ale również danych ze stacji pogodowej, przepływów energii przez inteligentny licznik Fronius Smart Meter, czy też magazyn energii Fronius Solar Battery. Przykład takich danych zamieszczono na rys. 0.

```

object {
  "Head": object {
    "RequestArguments": object {
    },
    "Status": object {
      "Code": number 0,
      "Reason": string "",
      "UserMessage": string ""
    },
    "Timestamp": string "2017-03-12T08:53:31+01:00"
  },
  "Body": object {
    "Data": object {
      "Site": object {
        "Mode": string "produce-only",
        "P_Grid": null,
        "P_Load": null,
        "P_Akku": null,
        "P_FV": number 14174,
        "E_Day": number 27021.800476,
        "E_Year": number 27062257.75,
        "E_Total": number 289067759.125
      },
      "Inverters": object {
        "1": object {
          "DI": number 121,
          "P": number 1032
        }
      }
    }
  }
}

```

Rys. 6. Przykład odpowiedzi przesłanej przez Datamanager 2.0 na zapytanie http://<IPAddress:TCPPort>/solar_api/v1/GetPowerFlowRealtimeData.fcgi

W Fibaro Home Center 2 należy stworzyć tzw. urządzenie wirtualne (ang. *Virtual Device*, VD) z krótkim kodem w języku skryptów, jakim jest „Lua” (słowo to w ojczyźnie tego języka, Brazylii, oznacza księżyc), a wbudowana funkcja `json.decode()` daje nam pełny i uporządkowany w formie zagnieżdżonych tablic dostęp do wszystkich przekazanych wartości. Niestety, w chwili obecnej wykorzystanie tej funkcjonalności i stworzenie odpowiednich powiązań wymaga od firmy instalacyjnej umiejętności pisania kodu w języku „Lua”, dla instalatorów systemów automatyki domowej nie powinna być to jednak przeszkoda.

Powiązanie informacji pochodzącej z instalacji PV ze sterowaniem najprostszym urządzeniem jakim jest Fibaro Wall Plug daje nam nieograniczone możliwości zaprogramowania „scen”: alarmy, progi zadziałania, zależności czasowe, monitorowanie, zaawansowana analiza produkcji i zużycia energii oraz bazujące na tych informacjach inteligentne sterowanie odbiornikami energii. Nic nie stoi na przeszkodzie, aby odpowiednio sterować również bardziej zaawansowane urządzenia, choćby ściemniacze (ang. *dimmer*) czy kontrolery LED RGBW, których w sieci Z-Wave może być nawet 232.

PODSUMOWANIE

Każda możliwość integracji instalacji PV z systemem automatyki budynkowej przyczyni się do optymalnego wykorzystania produkowanej w instalacji fotowoltaicznej energii, daje również możliwość pełnego monitorowania instalacji i podejmowania zaawansowanych działań, które w „zwykłej” instalacji nie byłyby możliwe. Dzisiaj nie jest już kluczowym zagadnieniem produkcja energii ze źródeł odnawialnych, coraz ważniejsze staje się inteligentne tej energii wykorzystanie. Mam nadzieję, że rozwiązania techniczne opisane w niniejszym artykule pobudzą wyobraźnię projektantów, instalatorów i inwestorów. A to już tylko krok do spełnienia się wizji „24 godzin słońca”.