

Wykorzystanie nowoczesnych technologii ICT w racjonalizacji zużycia energii w budownictwie socjalnym w Europie – program E3SoHo

Krzysztof Duszczyk

Wprowadzenie

Nadmierne zużywanie energii prowadzi w konsekwencji do degradacji środowiska naturalnego. Fakt ten oraz wzrost cen energii skłaniają do poszukiwania rozwiązań pozwalających na ograniczenie jej zużycia. Jednym z przykładów takich działań jest europejski program E3SoHo. Jest to projekt koncentrujący się na racjonalizacji zużycia energii w europejskim budownictwie socjalnym. Obecne technologie informacyjne i komunikacyjne (ICT – *Information and Communications Technology*) pozwalają w znacznym stopniu zmniejszyć zużycie energii w budynkach, a tym samym przyczynić się do obniżenia kosztów ich użytkowania. Przekłada się to również na oszczędności w zakresie energetycznych zasobów planety.



1. Inicjatywy europejskie

Komisja Europejska inicjuje działania, do realizacji których posiada szereg narzędzi. Należą do nich: dyrektywy, programy badawcze, programy informacyjne i edukacyjne, programy wdrożeniowe oraz systemy i narzędzia wspierania finansowego (ESCO, EBOR, FUNDUSZE STRUKTURALNE itp.).

Do celów podstawowych inicjowanych i promowanych przez Komisję Europejską można zaliczyć: wzrost efektywności wykorzystania energii we wszystkich sektorach gospodarki (ograniczenie zużycia), wzrost wykorzystania alternatywnych i odnawialnych źródeł energii, wzrost świadomości użytkowników energii

2. Projekt europejski E3SoHo

Projekt realizowany był w ramach Programu Ramowego na Rzecz Konkurencyjności i Innowacji. Realizował dwa cele inicjowane przez Komisję Europejską, tzn. wzrost efektywności wykorzystania energii we wszystkich sektorach gospodarki (ograniczenie zużycia) oraz wzrost świadomości użytkowników energii.



Uczestnikami projektu europejskiego E3SoHo było sześć krajów europejskich: Belgia, Francja, Hiszpania, Polska, Portugalia oraz Włochy.

Prowadzone badania wykazują, że 5–15% redukcji zużycia energii może być osiągnięte wyłącznie przez zapewnienie bezpośredniej informacji zwrotnej użytkownikowi (bezpośrednio z miernika lub dołączonego wyświetlacza). Projekt E3SoHo proponuje narzędzie wsparcia informacji i decyzji, które umożliwi użytkownikowi wybranie najlepszego profilu zachowania. Działania modernizacyjne i konserwacyjne oparte o audyty energii w czasie rzeczywistym, prowadzone z wykorzystaniem najnowocześniejszych rozwiązań ICT, pozwalają na znaczne oszczędności w obszarze HVAC. Projekt był współfinansowany przez Unię Europejską.

Do realizacji założeń programu powołane zostało konsorcjum składające się z dziesięciu jednostek (firm) o różnym profilu (rys. 1). Polskę reprezentowały trzy instytucje: Miasto Stołeczne Warszawa, Mostostal Warszawa SA oraz Politechnika Warszawska – Wydział Elektryczny.

Streszczenie: W artykule omówiono europejski projekt E3SoHo dotyczący racjonalizacji zużycia energii w europejskim budownictwie socjalnym, dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii informacyjnych i komunikacyjnych (ICT). Zaprezentowano założenia, jakie system powinien realizować, oraz jego podstawową strukturę. Przedstawiono osiągnięte rezultaty i wyciągnięte wnioski.

Abstract: *This paper deals with European program „E3SoHo – ICT services for Energy Efficiency in European Social Housing”. Structure of elaborated system, ICT solutions and obtained results are presented.*

2.1. Cele projektu

Celem ogólnym projektu E3SoHo było wdrożenie i demonstracja w 3 pilotażowych budynkach socjalnych (Hiszpania, Polska, Włochy) zintegrowanego i powtarzalnego rozwiązania opartego na technologii ICT. Widok budynków pilotażowych przedstawiono na rys. 2.

Proponowane rozwiązanie miało na celu osiągnięcie zmniejszenia zużycia energii w europejskim budownictwie socjalnym przez:

- dostarczenie mieszkańcom informacji zwrotnych oraz zaoferowanie spersonalizowanego doradztwa dotyczącego racjonalizacji zużycia energii;
- zmniejszenie zużycia energii przez informowanie i wspieranie w podjęciu decyzji co do najbardziej właściwego zachowania odnośnie do zużycia

energii, kosztów, komfortu oraz wpływu na środowisko;

- monitorowanie i przekazywanie danych o zużyciu energii firmom świadczącym usługi energetyczne, które mogą prowadzić audyty energii w czasie rzeczywistym w celu wykonania działań naprawczych, jak również czynności konserwacyjnych.

Celem głównym projektu E3SoHo było udowodnienie, że proponowane rozwiązanie doprowadzi do zmniejszonego zużycia energii w budownictwie socjalnym w całej Europie przez globalną i standardową metodologię.

2.2. Założenia projektu

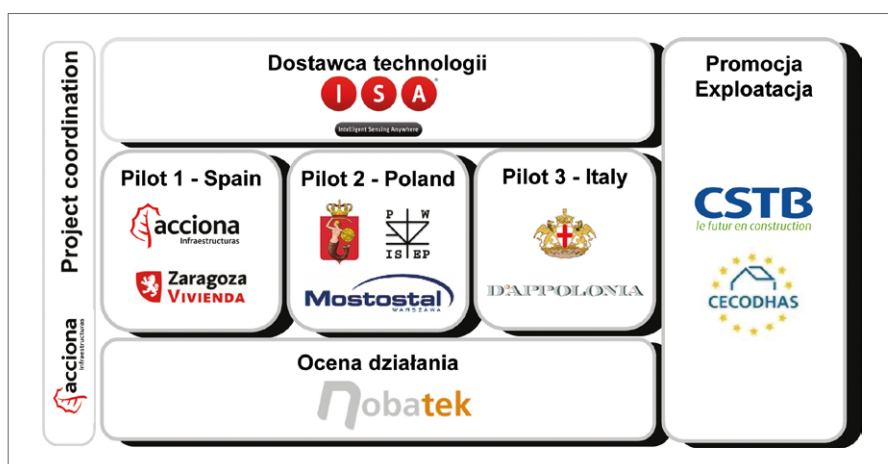
Na potrzeby projektu opracowana została uniwersalna metodologia przedstawiona na rys. 3. Metodologia musi uwzględniać specyfikę bardzo różnych rozwiązań, charakterystycznych dla obiektów socjalnych zlokalizowanych w krajach europejskich o różnorodnych warunkach klimatycznych.

Opracowanie założeń projektu zostało poprzedzone dokładną analizą zużycia mediów w wybranych obiektach. Przeprowadzono audyt energetyczny budynków w zakresie systemów energetycznych – źródła oraz rozwiązania techniczne systemów: grzewczego, chłodzącego, wentylacyjnego oraz ciepłej wody użytkowej.

Analizowano również instalację oświetlenia i inne instalacje elektryczne. Audytowi podlegały systemy pomiarowe (liczniki ciepłej i zimnej wody, liczniki zużycia gazu, liczniki ciepła, liczniki energii elektrycznej) oraz inne elementy kontroli energii (termostaty oraz zawory termostacyjne przy grzejnikach).

Pomyślna realizacja projektu uzależniona była w dużej mierze od współpracy z mieszkańcami. Została opracowana i przeprowadzona ankieta (zawierająca szereg pytań), pozwalająca na poznanie opinii mieszkańców w zakresie współpracy przy realizacji projektu.

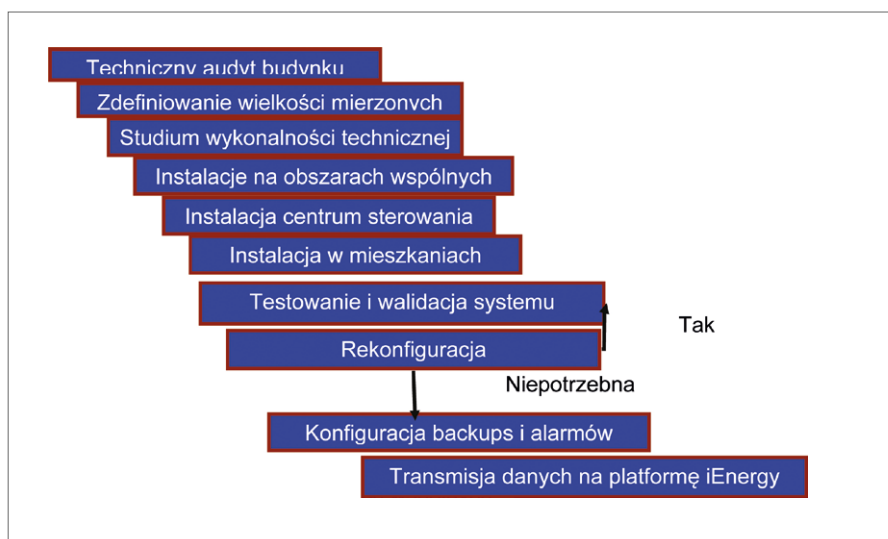
Na rys. 4. przedstawiono wyniki ankiety dotyczącej odpowiedzi na pytanie: „Czy jeśli uzyskasz dodatkową wiedzę, w jaki sposób można chronić środowisko naturalne, zmienisz swoje zachowanie na bardziej proekologiczne?”. Zdecydowana większość respondentów (polski projekt: 79,5%) deklaruowała chęć zmiany swojego zachowania na bardziej proekologiczne.



Rys. 1. Struktura konsorcjum realizującego projekt



Rys. 2. Budynki pilotażowe: Włochy, Hiszpania, Polska

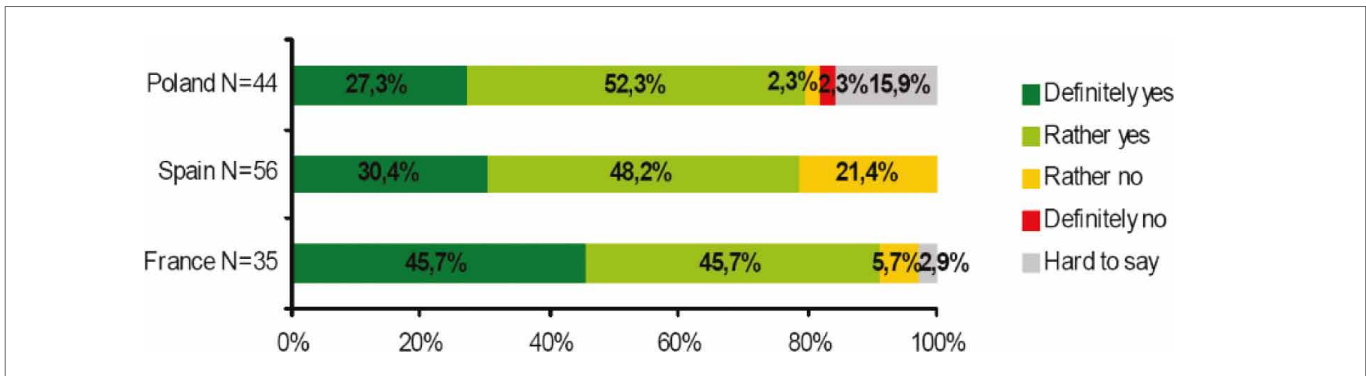


Rys. 3. Zastosowana metodologia

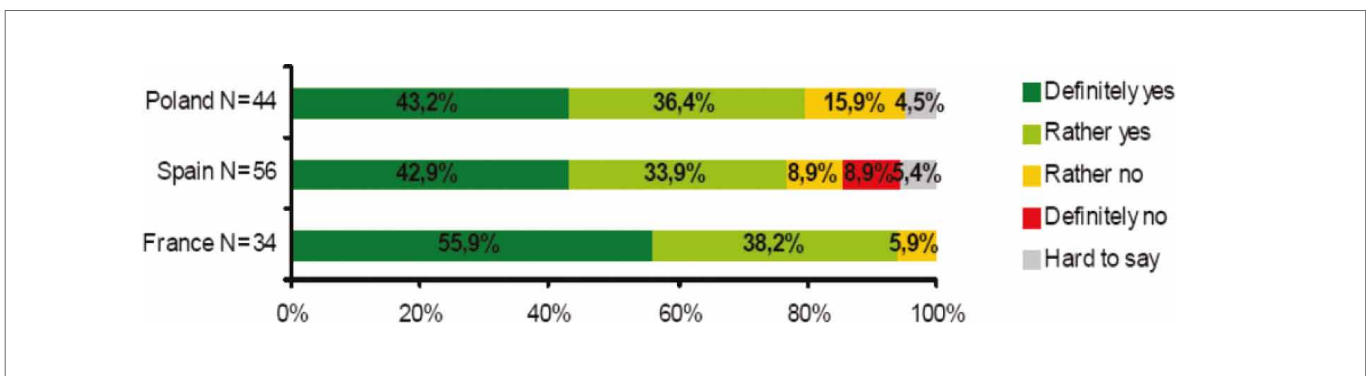
Rys. 5 przedstawia wyniki ankiety dotyczącej odpowiedzi na pytanie: „Czy jesteś zainteresowany zainstalowaniem (darmowym) w swoim lokalu aparatury pokazującej zużycie energii?”. Zdecydowana większość respondentów deklaruje

chęć posiadania w mieszkaniu urządzeń pokazujących zużycie energii (polski projekt: 79,6%).

Czas trwania projektu został ustalony na 3 lata. Start projektu nastąpił w lutym 2010 r.



Rys. 4. Wyniki przeprowadzonej ankiety (pytanie 1)



Rys. 5. Wyniki przeprowadzonej ankiety (pytanie 2)

3. Realizacja instalacji pilotażowej – Warszawa

3.1. Przebieg projektu

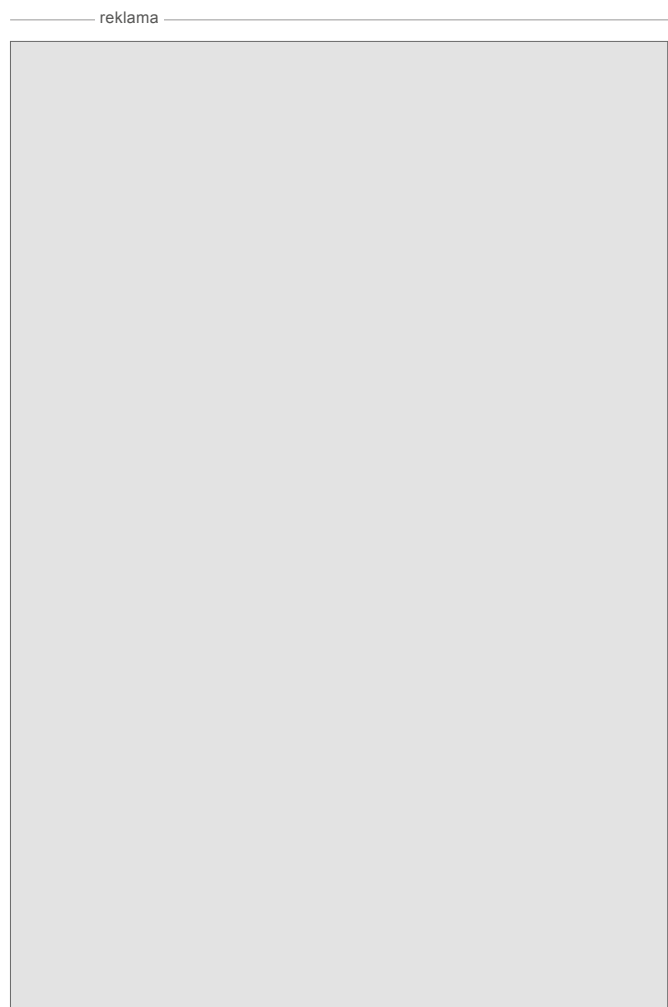
W wyniku analiz i uzgodnień między Miastem Stołecznym Warszawą, Mostostalem Warszawa SA oraz Politechniką Warszawską (polskimi uczestnikami projektu) wybrano jeden obiekt (budynek wielorodzinny) zlokalizowany na terenie Warszawy, w którym został zainstalowany system pilotażowy. Wytypowano w tym budynku 16 mieszkań, w których dane dotyczące zużycia mediów są rejestrowane automatycznie i przekazywane do lokalnej oraz centralnej bazy danych, z możliwością zdalnego dostępu.

Z uwagi na specyfikę warunków lokalnych (warunki klimatyczne oraz dostępne instalacje w budynku) przyjęto, że w polskiej instalacji pilotażowej pomiarowi oraz rejestracji podlegać będą następujące parametry i wielkości fizyczne:

- parametry zewnętrzne: temperatura i natężenie oświetlenia;
- parametry wewnętrzne: temperatura, natężenie oświetlenia, obecność, otwarcie okien;
- zużycie energii: energia elektryczna (2 obwody elektryczne: oświetlenie i odbiorniki mocy), ogrzewanie, ciepła woda.

3.2. Struktura systemu

Podstawowa struktura instalacji pilotażowej przedstawiona została na rys. 6. Rozwiązanie techniczne zostało tak opracowane i zrealizowane, aby w jak najmniejszym zakresie ingerować w istniejące instalacje i systemy pomiarowe. Opracowano rozwiązania pozwalające na stworzenie systemu informatycznego, stanowiącego sieć transmisji danych pomiarowych z poszczególnych lokali. Transmisja sygnałów z poszczególnych lokali



odbywa się w sposób bezprzewodowy. Dane te gromadzone są w centralnej bazie danych, w formacie MySQL.

Opracowany i wdrożony został system migracji danych. Celem systemu jest migracja danych pomiędzy dwoma niezależnymi bazami danych. W tym przypadku wdrożenie dotyczyło migracji danych z bazy MySQL, umiejscowionej na serwerze w budynku z instalacją pilotażową w Warszawie, do platformy centralnej bazy danych iEnergy umiejscowionej na serwerze ISA w Coimbrze, w Portugalii, gromadzącej dane ze wszystkich trzech instalacji pilotażowych. Opracowany system został zrealizowany w oparciu o technologię PHP (obiektywny język programowania).

3.3. Elementy systemu

Instalacja pilotażowa składa się z następujących elementów:

3.3.1. Szafa sterująca

W skład szafy sterującej wchodzi: sterownik PLC (Saia-Burgess PCD3. M5540) z modułami wejściowymi i komunikacyjnymi, stacja bazowa do odczytu zużycia energii elektrycznej (Techbase ATC-873-S2), stacja bazowa do odczytu temperatury i czujników PIR (Produal FLTA), PC server z bazą danych MySQL, sterownik PLC oraz server PC – połączone do sieci LAN z dostępem do Internetu.

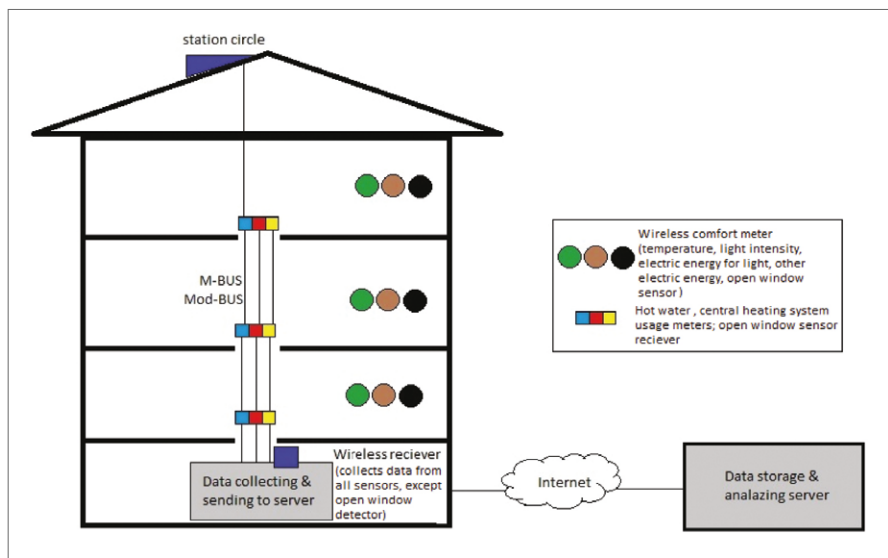
Widok szafy sterującej przedstawia rys. 7.

3.3.2. Stacja pogodowa

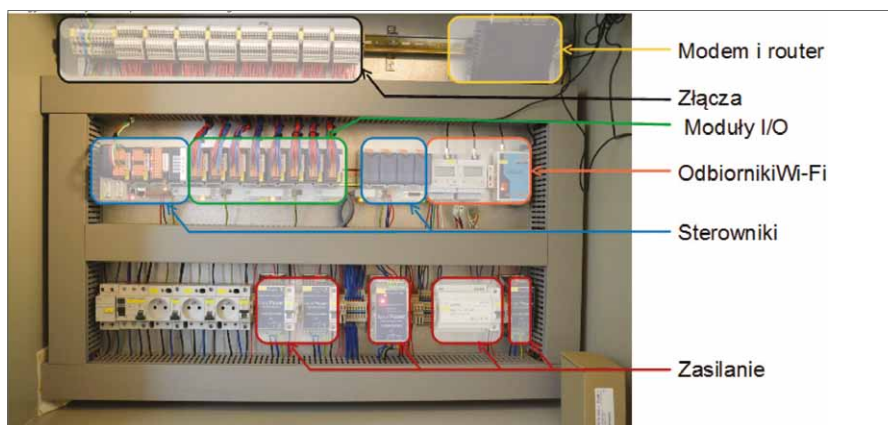
Do pomiaru parametrów zewnętrznych wykorzystano stację pogodową Elsner Elektronik P03/3-Modbus (rys. 8). Połączenie ze sterownikiem PLC jest przewodowe (skrętka). Komunikacja realizowana jest z wykorzystaniem protokołu Modbus.

3.3.3. Czujniki w oknach

Czujniki (Elmes Electronic CTX4H) zainstalowane są w każdym oknie. Komunikacja ze stacją bazową (Elmes Electronic CH8H) umieszczoną na klatce schodowej jest radiowa (433,92 MHz). Stacja bazowa połączona jest przewodowo z cyfrowymi wejściami sterownika PLC. Widok zainstalowanego czujnika przedstawiono na rys. 9.



Rys. 6. Podstawowa struktura systemu



Rys. 7. Szafa sterująca



Rys. 8. Stacja pogodowa



Rys. 9. Czujnik otwarcia okna

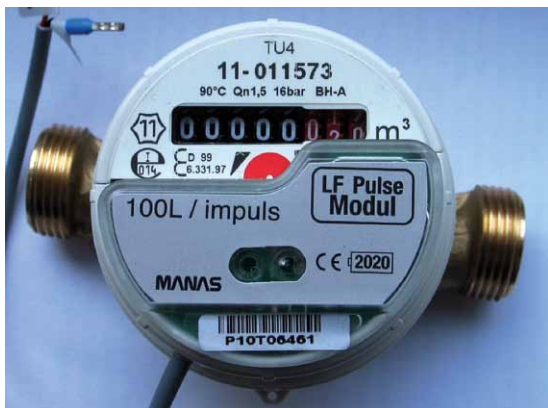
3.3.4. Pomiar energii elektrycznej

Do pomiaru energii elektrycznej wykorzystywane są mierniki Saia-Burgess ALD1D5F10 z wyjściami cyfrowymi, połączone z cyfrowymi licznikami Saia-Burgess PCD7.H104S (rys. 10). W każdym lokalu zainstalowane są dwa liczniki. Transmisja danych z liczników jest bezprzewodowa (radiomodem Techba-

se ATC-873-S2, częstotliwość 868 MHz). Jeden modem znajduje się w każdym lokalu oraz jeden modem podłączony jest do sterownika PLC. Zapewnia to dostęp sterownika do całej sieci. Komunikacja sterownika PLC z licznikami energii elektrycznej jest bezprzewodowa, z wykorzystaniem protokołu S-Bus.



Rys. 10.
Pomiar
energii
elektrycznej



Rys. 11.
Zainstalowane
mierniki
energii
ciepłej
i ciepłej
wody

3.3.5. Pomiar energii cieplnej i ciepłej wody

Do pomiaru energii cieplnej i ciepłej wody użytkowej wykorzystywane są mierniki Actaris CF-Max (rys. 11), dołączone do zasilającej sieci wodociągowej. Połączenie mierników z modułami sterownika jest przewodowe.

Komunikacja jest realizowana poprzez protokół M-Bus.

3.3.6. Pomiar temperatury i czujniki obecności

Czujniki temperatury (Produal TEFL) oraz czujniki obecności (PIR Produal LAFL) są zainstalowane w każdym pomieszczeniu. Komunikacja jest bezprzewodowa (częstotliwość 868,3 MHz). Na poziomie parteru zainstalowane są wzmacniacze (repeatery Produal FLREP-U). Komunikacja jest realizowana z wykorzystaniem protokołu S-Bus.

3.3.7. Sterownik PLC i PC server

Sterownik PLC komunikuje się z komputerem PC przez Ethernet z wykorzystaniem protokołu S-Bus. Wszystkie dane pomiarowe (zużycie energii elektrycznej, ciepła, ciepłej wody, dane z czujników temperatury i stacji pogodowej) są czytane okresowo, co 15 min, przez PC server. Informacja o zmianie stanu otwarcia okna oraz obecności jest natychmiastowo transmitowana przez PLC. Aplikacja w serverze PC wprowadza wszystkie dane do bazy MySQL. Backup bazy danych jest dokonywany codziennie. Wszystkie dane są również gromadzone w plikach CSV w sterowniku PLC. Dodatkowa aplikacja na serwerze PC umożliwia migrację danych z bazy MySQL na platformę iEnergy.

Platforma iEnergy umożliwia zdalny monitoring stanu instalacji oraz dostęp w trybie online do danych bieżących.

3.3.8. Tablety

Tablety (Samsung) są na wyposażeniu każdego lokalu. Transmisja danych i alarmów odbywa się bezprzewodowo, z wykorzystaniem sieci Wi-Fi.

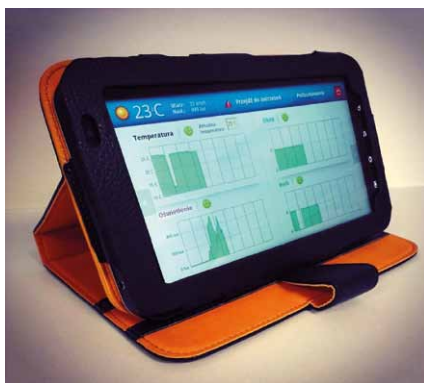
Tablet stanowi intuicyjny i przyjazny dla użytkownika interfejs, który umożliwia użytkownikowi kontrolę i dostosowanie parametrów środowiska budynku, takich jak temperatura, czy natężenie oświetlenia, zgodnie z jego preferencjami. Tablet został tak sparametryzowany, aby istniała możliwość wykorzystywania go jedynie do monitorowania mediów (rys. 13).

Z wykorzystaniem tabletów system zapewnia użytkownikowi następujące usługi:

- profil zużycia energii: obecne zużycie energii, czas rzeczywisty, raport dzienny oraz dane historyczne;
- koszt energii w czasie rzeczywistym;
- zapewnienie zestawu wytycznych, rekomendacji zachowań proekologicznych dla użytkowników końcowych;
- generowanie alarmów w przypadku nieracjonalnych zachowań w zakresie konsumpcji energii.

4. Uzyskane rezultaty

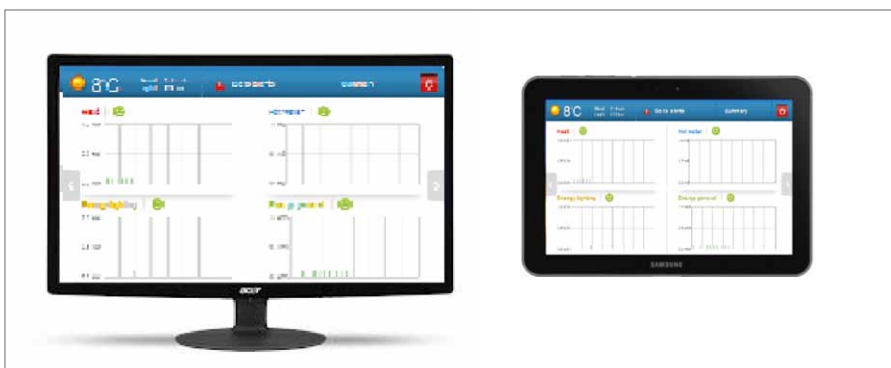
Opracowane rozwiązanie daje możliwości dostępu poprzez stronę www z komputera oraz poprzez aplikację Surefox zainstalowaną na tablecie (rys. 14).



Rys. 12. Wykorzystywany tablet Samsung



Rys. 13. Parametryzacja tabletu



Rys. 14. Aplikacja webowa i na tablet

Aplikacja webowa jest kompatybilna z większością popularnych przeglądarek internetowych.

Aplikacja na tablet jest kompatybilna z wersją dla Android 2.3.3 i rozdzielczością 600 × 1024.

Na rys. 15 przedstawiono przykładowe ekrany pokazujące zużycie energii dzienne, tygodniowe, miesięczne, roczne oraz temperaturę wewnętrzną.

Proponowane rozwiązanie jest rozwiązaniem holistycznym dla osiedli mieszkalnych na terenie całej Europy. Oparte na uniwersalnej metodologii (począwszy od projektu, aż do jego wdrożenia oraz monitorowania jego działania), proponowane rozwiązanie jest w stanie kontrolować zużycie energii.

Dzięki architekturze opartej na uniwersalnej platformie iEnergy użytkownicy mają możliwość sterowania systemem w sposób zdalny, a Agencje Energetyczne, dostawcy usług ICT, promotorzy/właściciele Mieszkalnictwa Socjalnego są również w stanie monitorować działania oraz udzielać wsparcia użytkownikom swoich obiektów.

Zainstalowana aparatura pomiarowa oraz urządzenia ICT przez okres jed-

nego roku rejestrowały zużycie energii w poszczególnych lokalach. W drugim roku realizacji projektu rejestracja prowadzona była równolegle z informowaniem użytkowników, w celu korekty ich zachowań proekologicznych. Porównanie danych zarejestrowanych w dwóch kolejnych latach pozwoliło na ocenę uzyskanych rezultatów i końcowe wnioski.

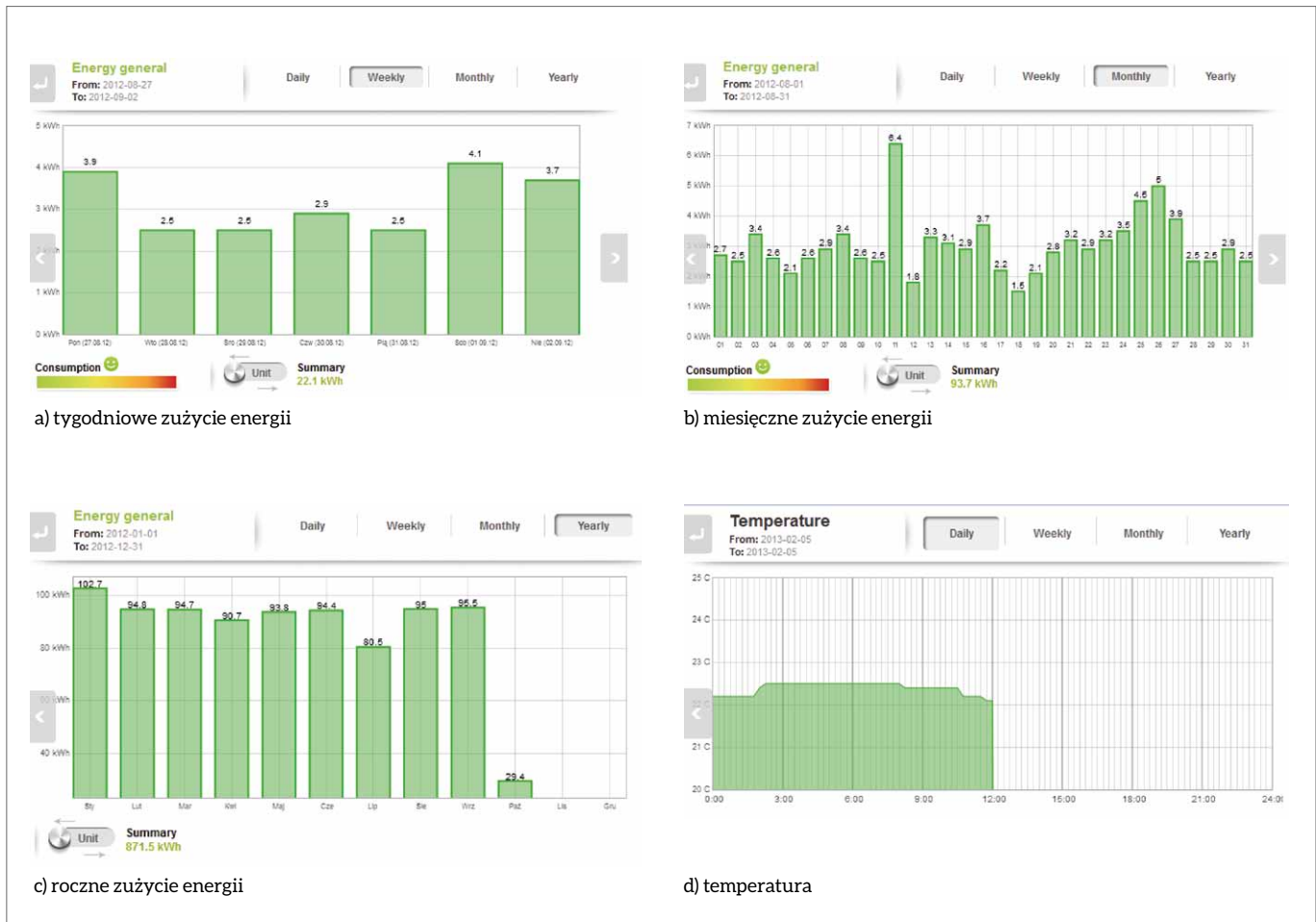
Na rys. 16 przedstawiono wybrane wyniki przeprowadzonej analizy.

5. Wnioski

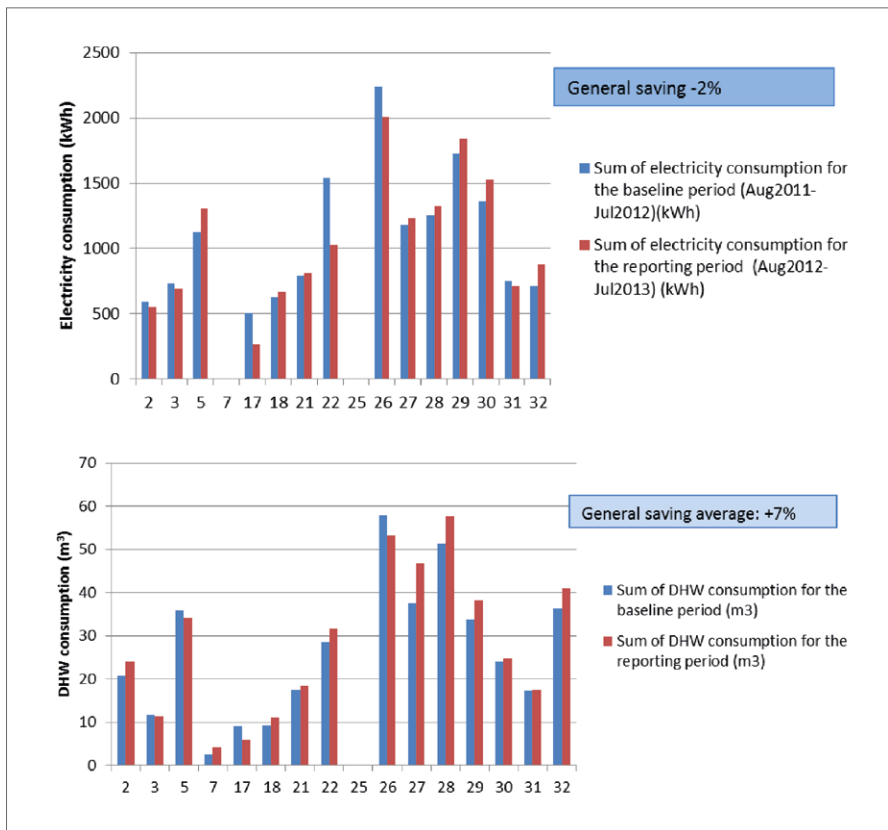
Opracowanie wyników i oszacowanie uzyskanych efektów projektu wymagało przeprowadzenia dość skomplikowanej analizy uwzględniającej oprócz obiektywnych warunków środowiskowych (temperatura zewnętrzna, nasłonecznienie, siła wiatru itp.) również indywidualnych zachowań osób uczestniczących w projekcie.

Zastosowanie nowoczesnych instrumentów technologii ICT w dziedzinie edukacji proekologicznej może w przyszłości dać wymierne korzyści związane z racjonalnym użytkowaniem energii.

Przeprowadzona analiza pozwoliła na stwierdzenie, że zmiana zachowań



Rys. 15. Przykładowe ekrany wizualizacyjne



Rys. 16. Wyniki analizy globalnego zużycia energii elektrycznej [kWh] i ciepłej wody [m³]

ludzi, wynikająca z możliwości uzyskania informacji zwrotnych, dała w efekcie zmniejszenie zużycia energii na poziomie 3 do 10%.

Zbudowana w ramach projektu instalacja pilotażowa pozwala na prowadzenie dalszych badań w szerszym zakresie (np. pomiar i analiza zużycia energii elektrycznej wynikające z zastosowania źródeł światła LED).

6. Literatura

- [1] <http://www.e3soho.eu>
- [2] DUSZCZYK K.: *E3SoHo – europejski program racjonalizacji zużycia energii w budownictwie socjalnym*. „Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja” 43-10/2012.

Doc. dr inż. Krzysztof Duszczyk - Politechnika Warszawska

artykuł recenzowany