

INFORMATYCZNY SYSTEM ZARZĄDZANIA BUDYNKIEM – ZARZĄDZANIE ODBIORAMI

1. ZAKRES PROJEKTOWANEGO SYSTEMU

Projektowany na potrzeby projektu Dom 2020 informatyczny system zarządzania (SIZ) prezentowanym budynkiem stanowi swoisty łącznik, umożliwiając kompleksowe zarządzanie instalacjami oraz odbiorami z poziomu jednego, intuicyjnego panelu dotykowego zainstalowanego w budynku.

W projektowaniu systemów informatycznych wyróżnia się dwa typy wymagań. Pierwszy, wymagania funkcjonalne, to zbiór funkcji jakie powinien spełniać powstały system. Funkcjonalności te, w większości określane są na podstawie analizy potrzeb użytkownika końcowego, jednakże pewna ich część wynika z zasad użytkowania systemu oraz bezpieczeństwa przechowywanych w nim danych. Drugi typ wymagań stanowią wymagania нефункционалне, inaczej zwane sprzętowymi. Definiują one parametry sprzętu, na którym będzie zainstalowany system.

Wśród głównych wymagań funkcjonalnych projektowanego SIZ odnoszących się do potrzeb użytkownika końcowego – mieszkańca budynku należą:

- zarządzanie wybranymi funkcjami zainstalowanych w budynku instalacji tj. rekuperator, zbiornik na deszczówkę, sterowanie chłodzeniem ogniw fotowoltaicznych za pomocą obiegu glikolu, zbiornik CWU, rolety czy kominek
- zarządzanie odbiorami, klasyfikującymi się jako odpowiednie do zdalnego zarządzania bez poczucia dyskomfortu u mieszkańców
- optymalizacja poziomu zużycia energii elektrycznej. Proces optymalizacji zużycia energii elektrycznej rozpoczyna się od zbierania danych dotyczących krzywej zapotrzebowania na energię mieszkańców budynku. Na podstawie zebranych danych, SIZ ustala średnie poziomy zużycia w dni powszednie, świąteczne oraz z uwzględnieniem pory roku. Porównanie otrzymanych krzywych z mocą otrzymywaną z zainstalowanych w budynku OZE pozwoli na wykrycie okresów szczytowego zapotrzebowania, które wymagają dodatkowego poboru energii elektrycznej z sieci. Sterowanie częścią odbiorów pozwoli na „złagodzenie” krzywej obciążeń tak, aby zminimalizować pobór energii z sieci. Natomiast w trakcie zbierania danych, przed wyznaczeniem krzywych średniego zapotrzebowania, możliwe jest ograniczanie zużycia energii elektrycznej za pomocą sterowania odbiorami oraz informowania mieszkańców o okresach, w których cena energii jest wysoka oraz niska
- komunikacja z „inteligentnym” licznikiem zainstalowanym w budynku
- monitorowanie podstawowych parametrów tj. temperatura i wilgotność powietrza, poziom tlenku węgla, dwutlenku węgla
- wykrywanie stanów awaryjnych
- obsługa procesu ładowania pojazdu elektrycznego
- zarządzanie monitoringiem otoczenia za pomocą kamer
- łączenie się z SIZ za pomocą Internetu (i połączenia szyfrowanego SSL) umożliwiające zarządzanie budynkiem z dowolnego miejsca
- „tryb wakacyjny” obejmujący sterowanie wybranymi instalacjami oraz oświetleniem podczas wyjazdu mieszkańców. Dodatkowo możliwość łączenia się z SIZ za pomocą Internetu gwarantuje monitoring (czujniki i kamery) budynku podczas nieobecności mieszkańców.

Wśród wymagań wynikających z zasad użytkowania systemu oraz bezpieczeństwa przechowywanych w nim danych wymienić można m.in.: inicjalizację (pierwsze

uruchomienie) systemu, procedury logowania obejmujące weryfikację haseł czy obsługę kont użytkowników.

W kolejnych podrozdziałach opisane zostaną funkcje realizowane przez system w ramach wymagań funkcjonalnych. Dla logicznego uporządkowania procesów, wymagania te zebrano w zbiory: inicjalizacja systemu, obsługa kont użytkownika, zarządzanie odbiorami, zarządzanie instalacjami, obsługa pojazdu elektrycznego oraz optymalizacja zużycia energii elektrycznej.

W końcowej części rozdziału zostaną zaprezentowane wymagania нефункционалне zalecane dla projektowanego systemu.

2. WYMAGANIA FUNKCJONALNE

Wymagania funkcjonalne, oprócz szczegółowego opisu, zilustrowane zostały za pomocą diagramów przypadków użycia oraz diagramów czynności wykonanych w notacji UML. Diagramy przypadków użycia [15] stosowane są do definiowania funkcjonalności analizowanego i projektowanego systemu jak również sposobów interakcji użytkownik – system. Innymi słowy, jest to graficzna prezentacja obejmująca przypadki użycia, aktorów oraz relacje występujące pomiędzy nimi. Pod pojęciem aktora należy rozumieć zestaw ról odgrywanych przez użytkowników końcowych projektowanego systemu w czasie wykonywania danego przypadku użycia. Jednakże aktorem może być nie tylko człowiek – użytkownik systemu, lecz również odbiór czy czas, np. określony dzień miesiąca. Diagram czynności [15] koncentruje się natomiast na dynamicznym aspekcie systemu, ilustrując sekwencję czynności i akcji oraz przepływy sterowania i danych realizowanych w procesach systemowych. Przepływy mogą mieć charakter sekwencyjny lub współbieżny. Diagramy czynności prezentują scenariusze przypadków użycia za pomocą sekwencji warunków – pętli, które mogą prowadzić do wykonania różnych zestawów akcji w zależności od otrzymanych danych wejściowych. Połączenie tych dwóch rodzajów diagramów umożliwi dokładne zrozumienie projektowanych procesów.

Należy równocześnie pamiętać, iż czytelność prezentowanych diagramów wymusza pominięcie części mniej istotnych funkcji, które zostały jednakże ujęte w opisie. Na przykład, większość wykonywanych czynności może być w każdej chwili anulowana przez użytkownika. Umieszczenie pytania „Czy anulowano?” po każdej akcji w diagramie czynności znacznie zmniejszyłoby jego czytelność.

Wybrane fragmenty procesów zostały dodatkowo opatrzone projektem interfejsu graficznego¹.

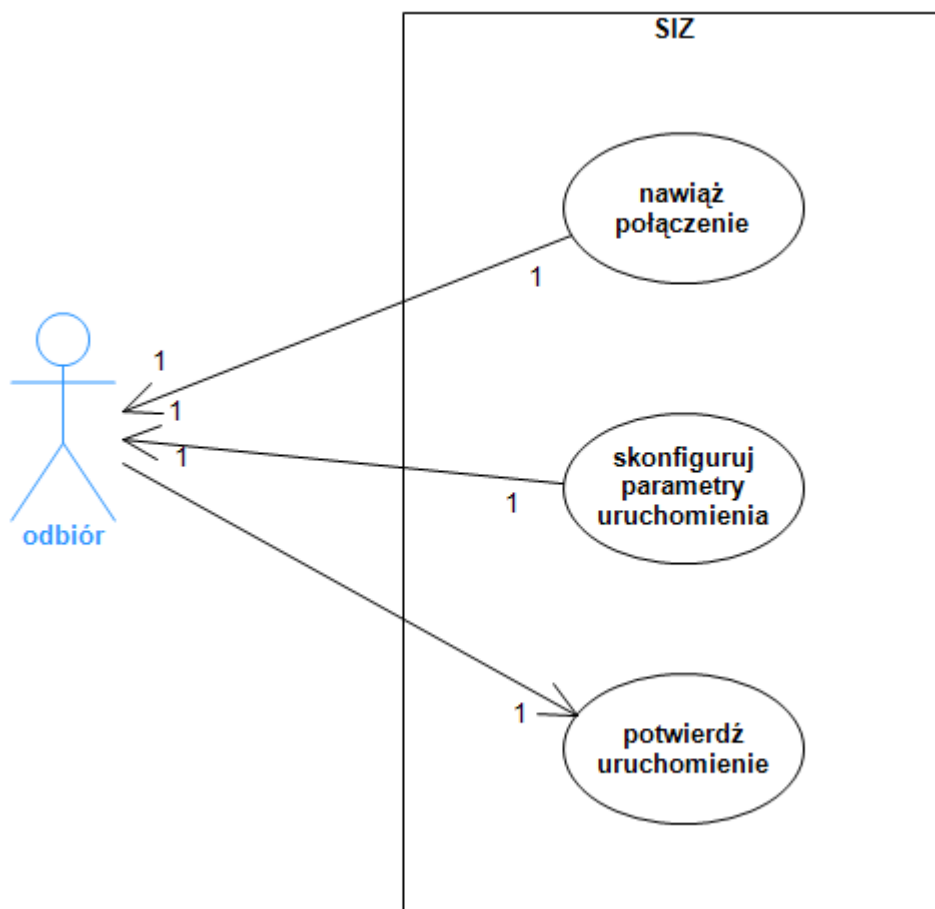
2.1. ZARZĄDZANIE ODBIORAMI

2.1.1. Uruchamianie odbiorów – sprzęt „inteligentny”

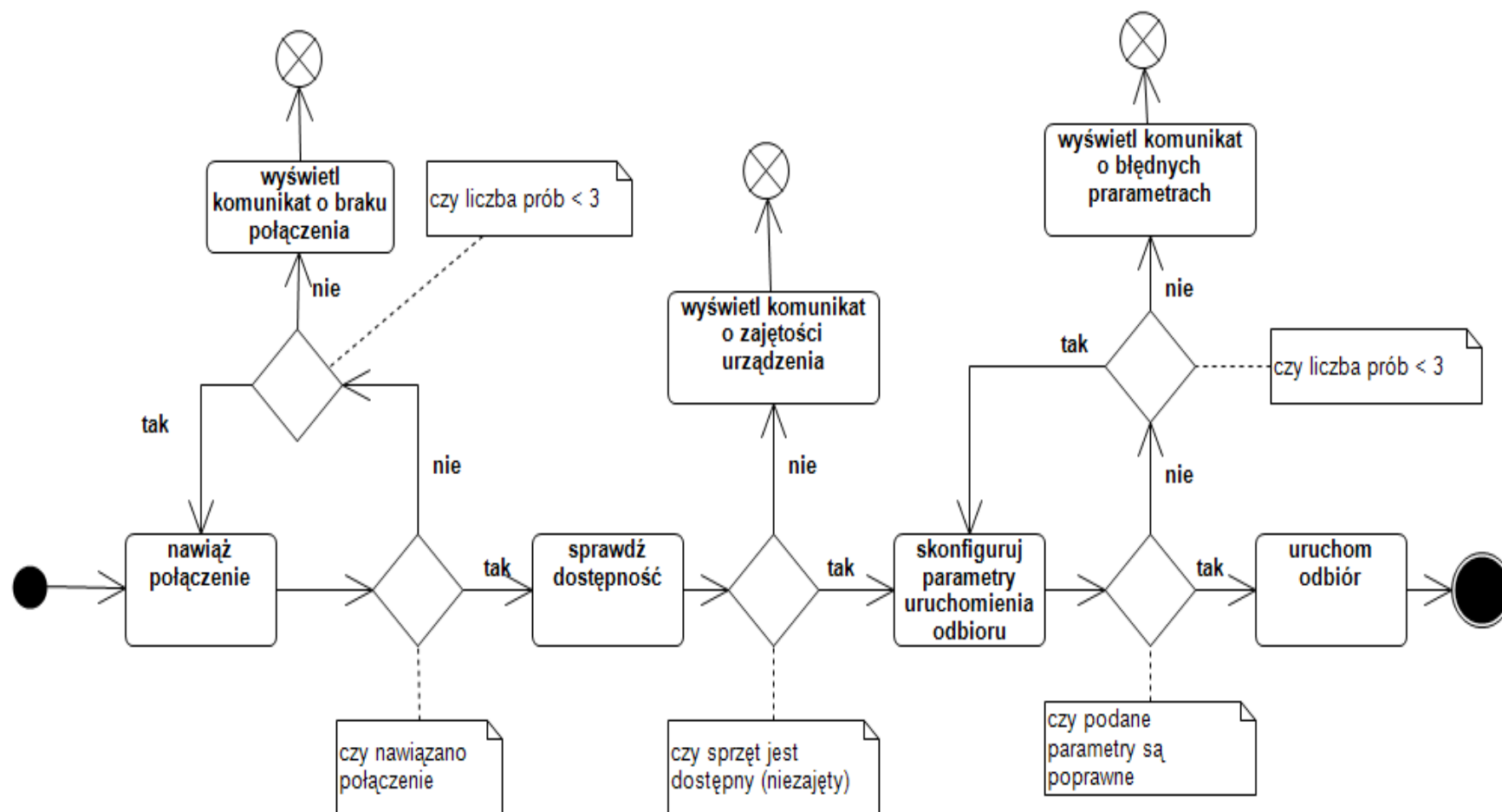
Uruchamianie odbiorów może następować w trakcie realizacji wyznaczonego harmonogramu, bądź poza nim. Użytkownik, korzystając z odbiorów typu: pralka, zmywarka, suszarka do ubrań czy cykl rozmrażania lodówki za pośrednictwem projektowanego SIZ umożliwia gromadzenie danych wykorzystywanych w procesie optymalizacji zużycia energii elektrycznej oraz harmonogramowania wybranych uruchomień tak, aby pokrycie zapotrzebowania na energię z tą wyprodukowaną z OZE zainstalowanych w budynku było jak najdokładniejsze i minimalizowało konieczność pobierania energii z sieci energetycznej.

W przypadku odbiorów „inteligentnych” system posiada możliwość komunikacji, co minimalizuje udział użytkownika w procesie ich uruchamiania. Po włożeniu ubrań do pralki czy suszarki lub naczyń do zmywarki oraz wskazaniu parametrów uruchomienia odbioru (np. prana będzie odzież bawełniana w temperaturze 40°C), uruchomienia o określonej godzinie, dokona system.

Proces rozpoczyna się od próby nawiązania połączenia pomiędzy SIZ a wybranym odbiorem. Po trzech nieudanych próbach wyświetlony zostanie komunikat o braku połączenia. W przypadku pomyślnego nawiązania komunikacji, SIZ sprawdzi czy odbiór nie jest aktualnie zajęty. Jeżeli odbiór aktualnie pracuje, użytkownik zostanie poinformowany o tym fakcie kolejnym komunikatem. Jeżeli odbiór jest dostępny, SIZ przesyła parametry i następuje uruchomienie. Proces został zilustrowany na poniższych diagramach.



Rysunek numer 1. Diagram przypadków użycia – uruchamianie odbiorów – sprzęt „inteligentny”.
Źródło: opracowanie własne



Rysunek numer 2. Diagram czynności – uruchamianie odbiorów – sprzęt „inteligentny”.
Źródło: opracowanie własne.

2.1.2. Uruchamianie odbiorów – sprzęt tradycyjny

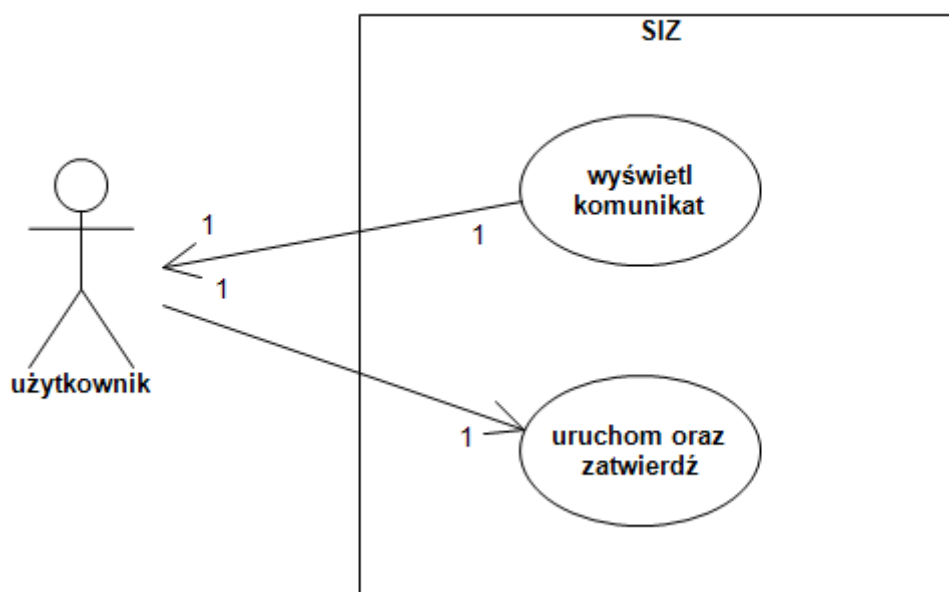
Umieszczenie funkcji uruchamiania odbiorów tradycyjnych w SIZ uzasadnione jest pozyskiwaniem danych o obciążeniach w ciągu doby wykorzystywanych do późniejszej optymalizacji zapotrzebowania na energię. Możliwe jest także projektowanie harmonogramu obejmującego zarówno odbiory tradycyjne, jak i „inteligentne”.

Uruchomienie odbioru tradycyjnego za pośrednictwem SIZ sprowadza się do wyświetlenia komunikatu o konieczności uruchomienia oraz jego akceptacji przez użytkownika w żądanym okresie czasu. Proces odbywa się zatem w trzech etapach:

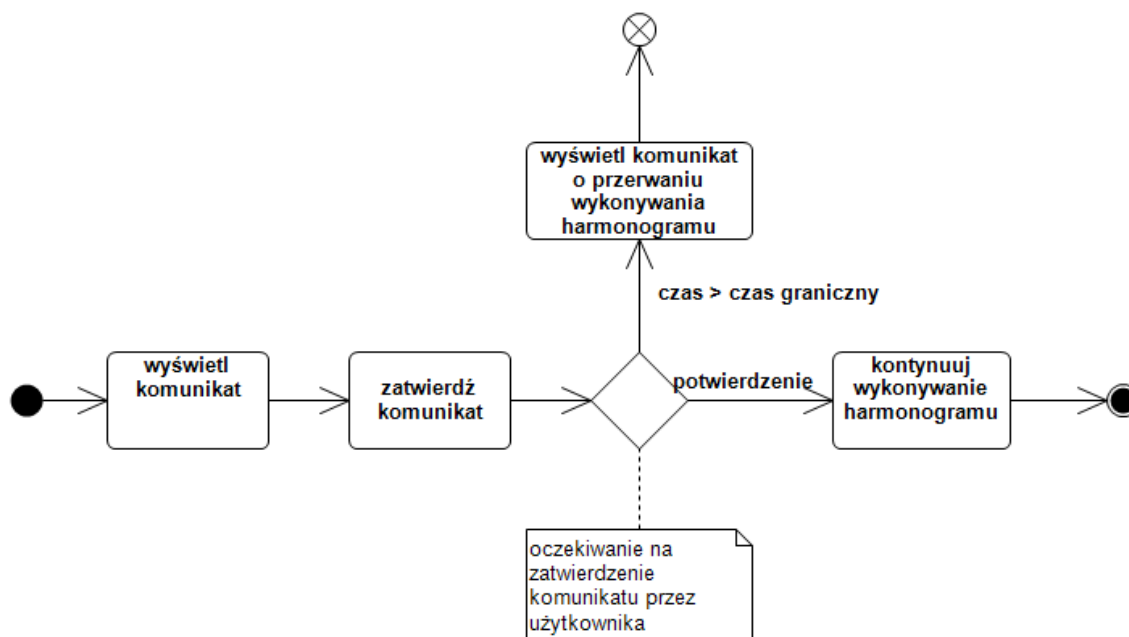
1. Wyświetlenie komunikatu o konieczności uruchomienia odbioru (wynikającej z harmonogramu)
2. Oczekiwanie systemu na potwierdzenie od użytkownika, iż odbiór został uruchomiony
3. W przypadku potwierdzenia kontynuowanie wykonywania harmonogramu, w przypadku jego braku wyświetlenie komunikatu o przerwaniu wykonywania harmonogramu.

Jeżeli użytkownik uruchamia odbiór tradycyjny poza harmonogramem, może wprowadzić do SIZ informacje o parametrach tego uruchomienia (godzina rozpoczęcia, czas trwania, wybrany program, itp.) za pomocą odpowiedniego przycisku w menu zarządzania odbiorami. W ten sposób jakość wykonywanej optymalizacji zużycia energii będzie wzrastała.

Poniższe diagramy ilustrują przebieg procesu uruchamiania sprzętu tradycyjnego.



Rysunek numer 3. Diagram przypadków użycia – uruchamianie odbiorów – sprzęt tradycyjny.
Źródło: opracowanie własne



Rysunek numer 4. Diagram czynności – uruchamianie odbiorów – sprzęt tradycyjny.
Źródło: opracowanie własne.

3.3.3. Budowa harmonogramu

Harmonogram obejmuje sterowanie pracą odbiorów monitorowanych przez system. Odbiory te cechują się stosunkowo dużym poborem mocy i dlatego pełnią istotną rolę w procesie optymalizacji zużycia energii. Ponadto posiadają one potencjał do zdalnego sterowania za pomocą systemu informatycznego. Oznacza to, że w większości przypadków pracę takich odbiorów można rozkładać w czasie, dokonując pewnych przesunięć mających na celu zapewnienie energii elektrycznej pochodzącej z zainstalowanych OZE bez konieczności zakupu energii z sieci. Ponadto, przesunięcia te nie powinny wywoływać poczucia dyskomfortu u mieszkańców budynku.

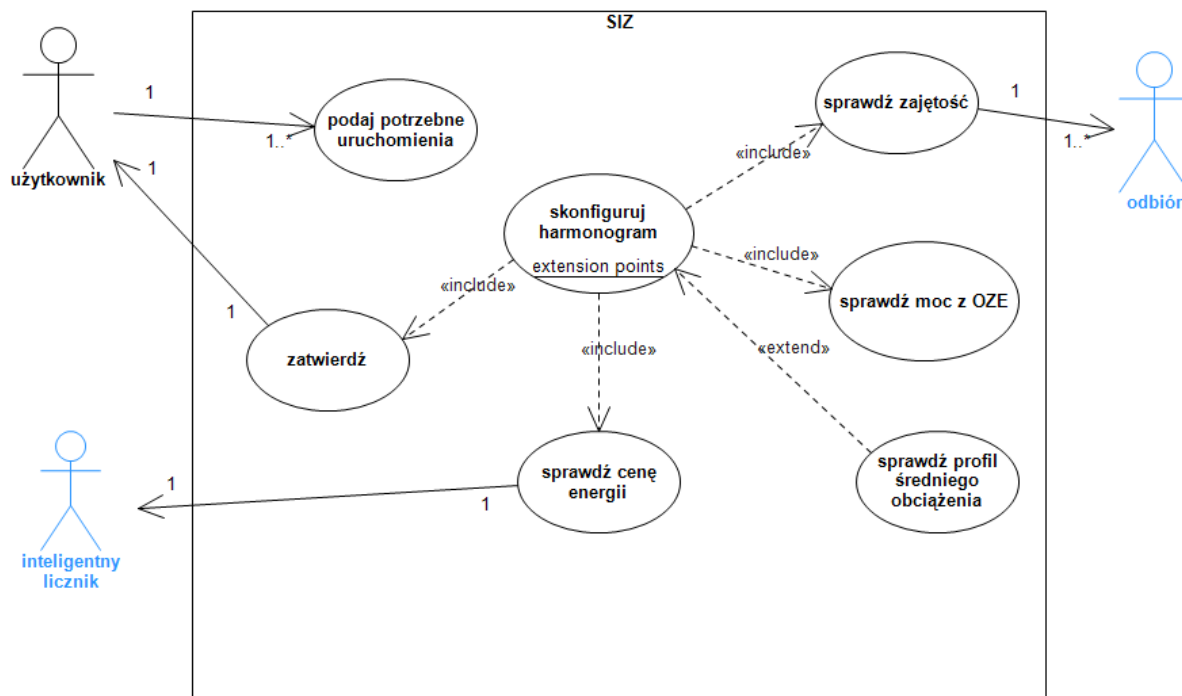
Harmonogram może być w dowolnym momencie przerwany przez użytkownika, możliwe jest również oczywiście uruchamianie wszystkich odbiorów bez konieczności budowy harmonogramu. Jest on jednakże narzędziem zwiększającym komfort użytkowania odbiorów oraz umożliwiającym sterowanie ich pracą także w sytuacji gdy nikogo z mieszkańców nie ma w domu.

Proces budowy harmonogramu rozpoczyna się od wprowadzenia do SIZ przez użytkownika informacji o wszystkich odbiorach, jakie chciałby umieścić w harmonogramie wraz z parametrami ich uruchomienia. System weryfikuje i wymusza konieczność kompletności podawanych parametrów. Po zakończeniu tych czynności SIZ oblicza ile energii zostanie zużyte na zrealizowanie harmonogramu i czy posiada ono pokrycie w energii wytworzonej z zainstalowanych OZE. W przypadku wystąpienia deficytu, system prosi użytkownika o zezwolenie na pobór energii z sieci. Jeżeli go nie otrzyma, wyświetla powiadomienie o przerwaniu budowy harmonogramu. W przeciwnym przypadku komunikuje się z „inteligentnym” licznikiem pobierając informacje o przewidywanych cenach energii i oblicza koszt wykonania harmonogramu.

W następnym etapie system weryfikuje czy proponowany harmonogram nie koliduje z innymi, wcześniej wprowadzonymi planami uruchomień oraz odnosi go do krzywych średniego dobowego zużycia energii zbudowanych na podstawie danych historycznych. Korzystając z wszystkich opisanych powyżej danych, SIZ projektuje harmonogram i przedstawia go użytkownikowi, który może zaproponować modyfikacje. Powoduje to

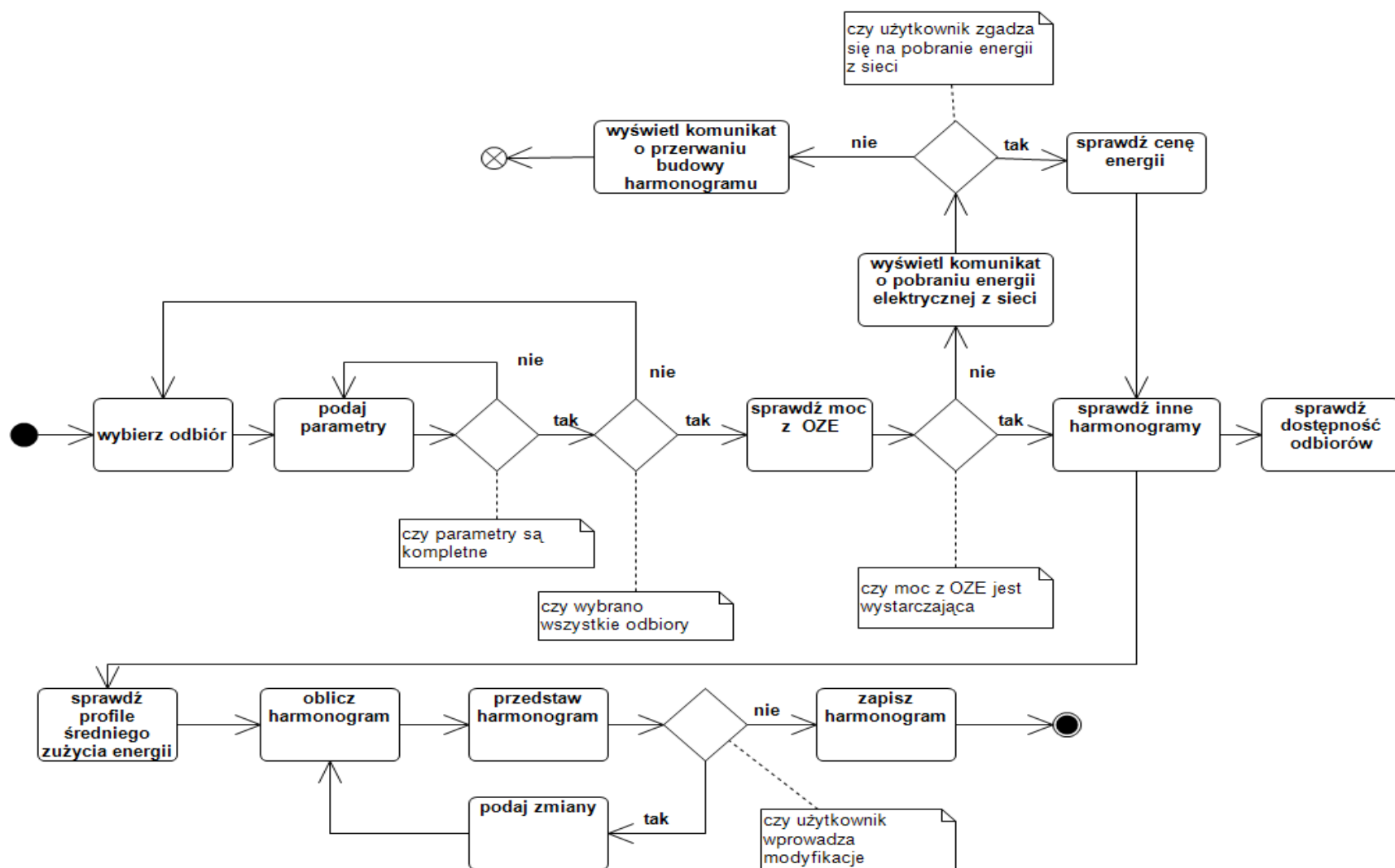
przeliczenie harmonogramu na nowo. Po zatwierdzeniu przez użytkownika, harmonogram zostaje zapisany.

Budowa harmonogramu została przedstawiona na poniższych diagramach.



Rysunek numer 5. Diagram przypadków użycia – budowa harmonogramu.

Źródło: opracowanie własne



Rysunek numer 6. Diagram czynności – budowa harmonogramu.
Źródło: opracowanie własne.

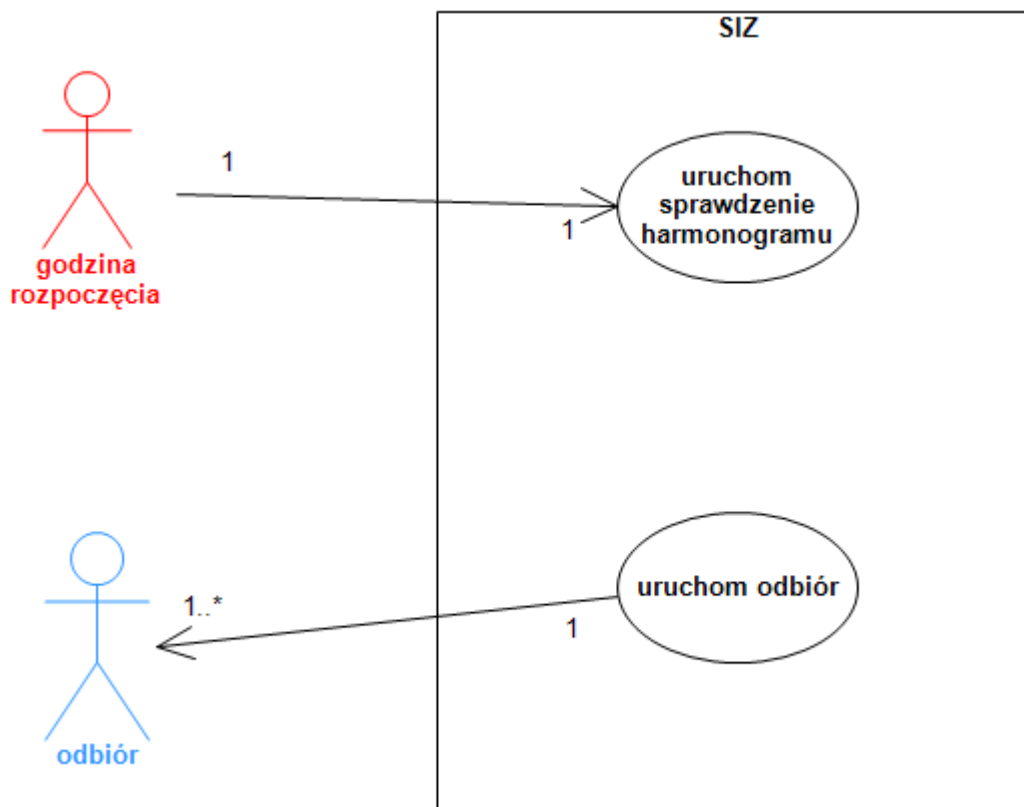
3.3.4. Wykonywanie harmonogramu

W chwili nadejścia wyznaczonej godziny rozpoczęcia harmonogramu system dokonuje weryfikacji możliwości jego wykonywania. W tym celu obliczana jest ilość energii pochodząca z OZE i – w przypadku jej niedoboru – SIZ sprawdza czy użytkownik wyraził zgodę na pobranie energii z sieci. Następnie weryfikowana jest dostępność odbiorów. Istnieje możliwość, iż któreś z urządzeń ujętych w harmonogramie zostało uruchomione przez użytkownika i jest aktualnie zajęte, blokując poprawne wykonanie planu uruchomień. Jeżeli którykolwiek z przedstawionych elementów weryfikacji zakończy się niepomyślnie, wyświetlany jest komunikat o przerwaniu wykonywania harmonogramu.

Po pomyślnym zakończeniu sprawdzania warunków uruchomienia, następuje próba włączenia pierwszego odbioru. W przypadku odbioru „inteligentnego” SIZ usiłuje nawiązać połączenie a dla urządzeń tradycyjnych wyświetlany jest komunikat na panelu systemowym wskazujący użytkownikowi konieczność uruchomienia odbioru. Po trzech nieudanych próbach nawiązania komunikacji lub upływie czasu przewidzianego na potwierdzenie przez użytkownika włączenia odbioru, wyświetlane jest powiadomienie o przerwaniu wykonywania odbioru. Jeżeli natomiast czynności te zakończą się sukcesem, urządzenie zostaje uruchomione a harmonogram jest realizowany. Po zakończeniu pracy pierwszego odbioru, następuje próba włączenia kolejnych według tej samej zasady.

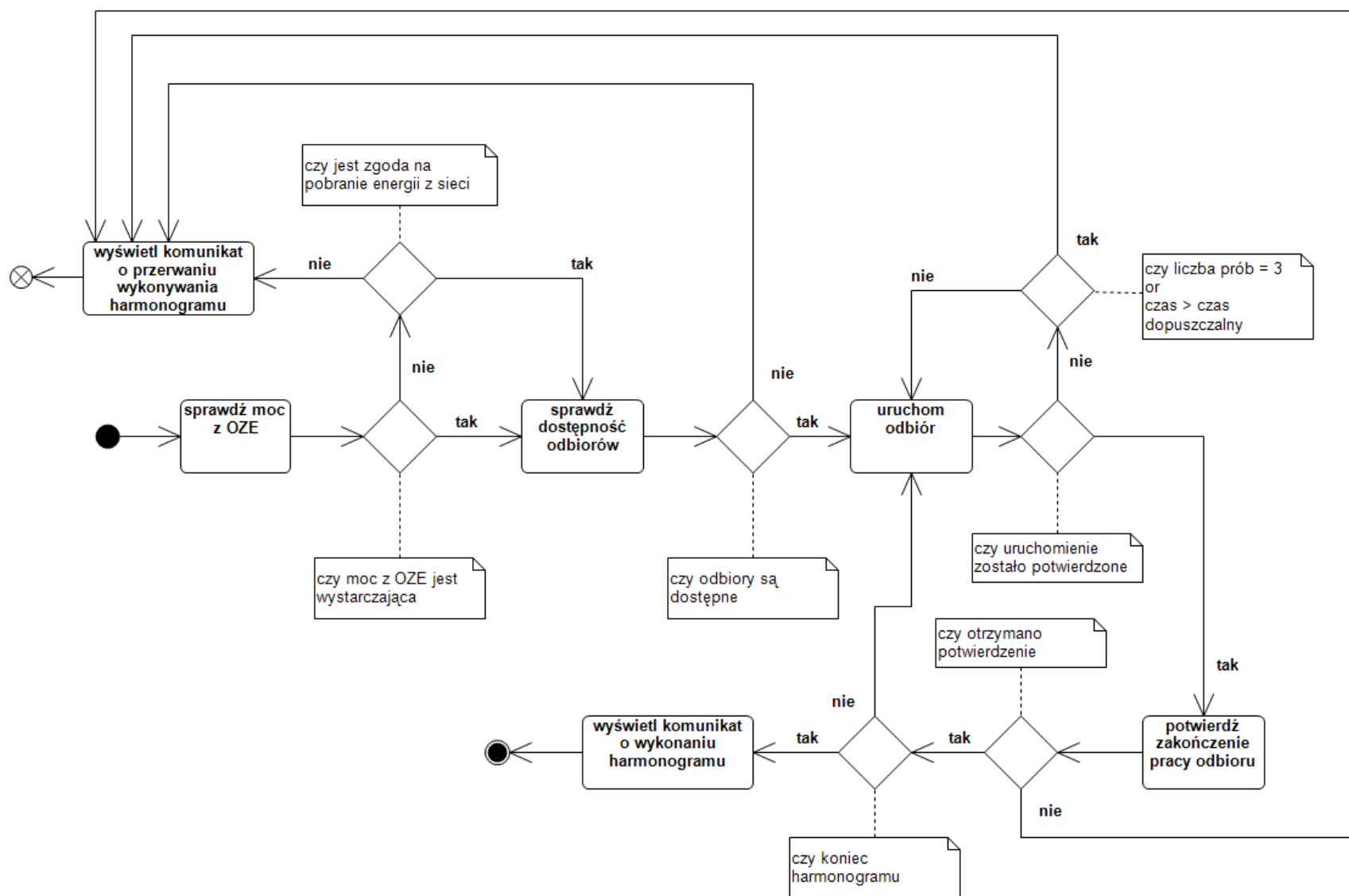
O pomyślnym zakończeniu wykonywania harmonogramu użytkownik jest powiadomiony stosownym komunikatem.

Proces wykonywania harmonogramu został zilustrowany poniżej na rysunkach numer 7 i 8. Na rysunku numer 9 przedstawiono interfejs graficzny wykonywania harmonogramu.



Rysunek numer 7. Diagram przypadków użycia – wykonywanie harmonogramu.

Źródło: opracowanie własne



Rysunek numer 8. Diagram czynności – wykonywanie harmonogramu.
Źródło: opracowanie własne.



Rysunek numer 9. Interfejs graficzny – wykonywanie harmonogramu.

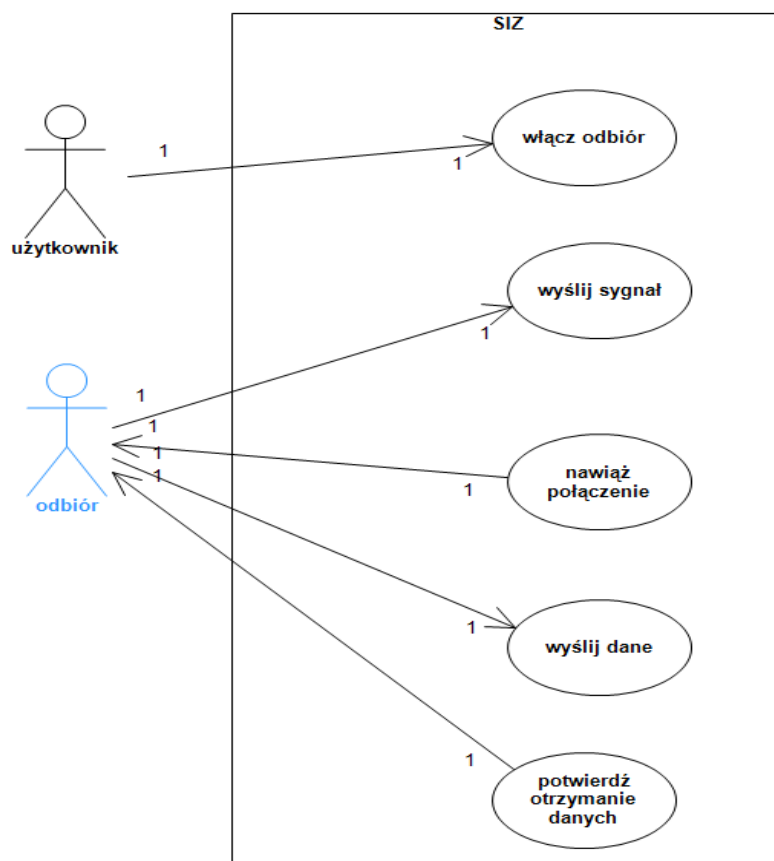
Źródło: opracowanie własne.

3.3.5. Dodawanie nowego odbioru do systemowej bazy danych – sprzęt „inteligentny”

W okresie eksploatacji budynku, część zainstalowanych w nim odbiorów ulegnie uszkodzeniu i wymianie na nowe, możliwy jest również zakup nowych urządzeń. Z tego powodu konieczne jest zaimplementowanie funkcjonalności umożliwiającej wprowadzenie do systemowej bazy danych informacji o nowych urządzeniach. Proces przebiega analogicznie do wprowadzania danych o odbiorach w trakcie inicjalizacji systemu.

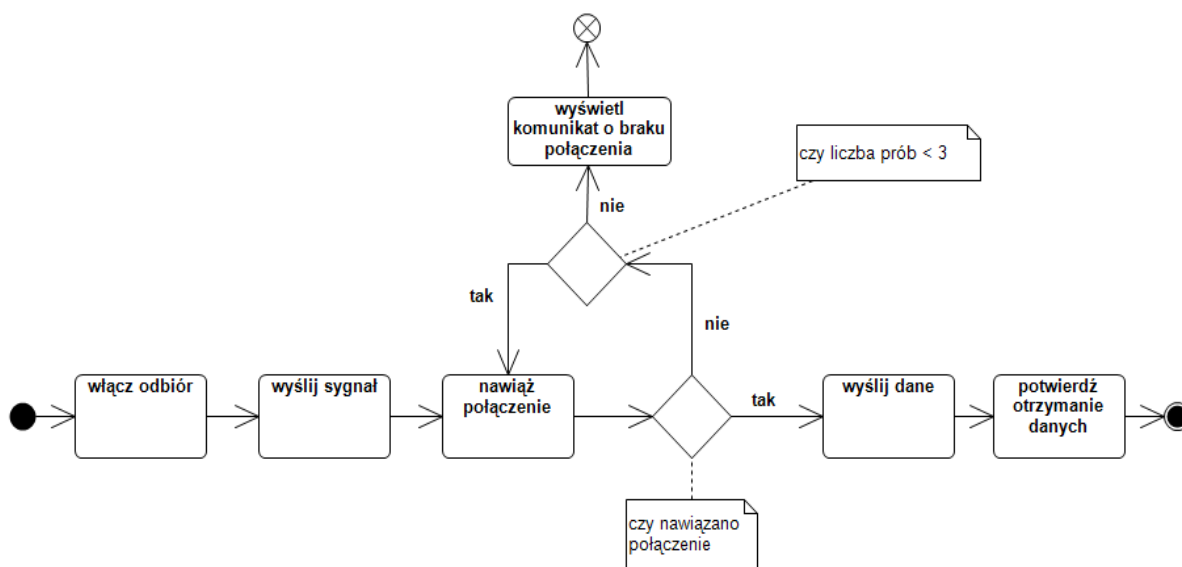
Użytkownik podłącza odbiór „inteligentny” a następnie uruchamia w systemie funkcję dodawania nowych urządzeń. SIZ próbuje nawiązać komunikację z urządzeniem. Po trzech nieudanych próbach wyświetla komunikat o braku połączenia. Natomiast po nawiązaniu komunikacji, pobiera niezbędne dane dotyczące nowego urządzenia, zapisuje je w bazie oraz wyświetla potwierdzenie pomyślnego zakończenia wykonywanej operacji.

Procesy ilustrują diagramy na rysunkach numer 10 i 11 oraz interfejs graficzny z rysunku numer 12.



Rysunek numer 10. Diagram przypadków użycia – dodawanie nowego odbioru do systemowej bazy danych – sprzęt „inteligentny”.

Źródło: opracowanie własne



Rysunek numer 11. Diagram czynności – dodawanie nowego odbioru do systemowej bazy danych – sprzęt „inteligentny”.

Źródło: opracowanie własne.



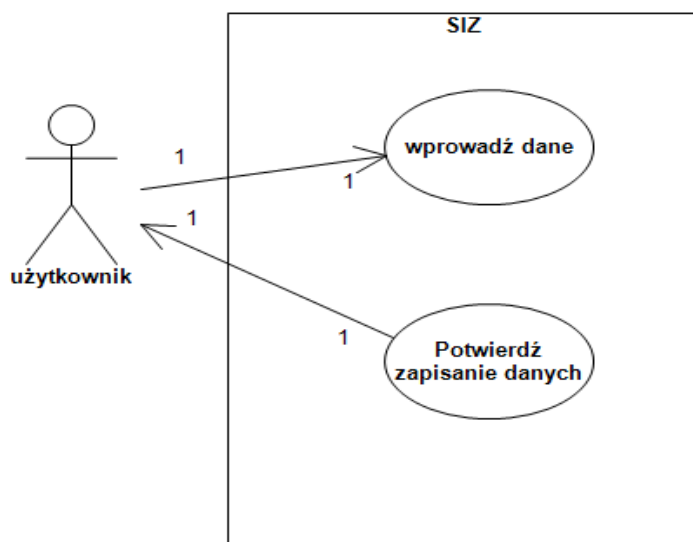
Rysunek numer 12. Interfejs graficzny – dodawanie nowego odbioru do systemowej bazy danych – sprzęt „inteligentny”.
Źródło: opracowanie własne.

3.3.6. Dodawanie nowego odbioru do systemowej bazy danych – sprzęt tradycyjny

Podobnie jak w przypadku dodawania urządzeń „inteligentnych” do bazy danych SIZ, wprowadzanie informacji o tradycyjnych sprzętach gospodarstwa domowego przebiega analogicznie jak na etapie inicjalizacji całego systemu, z tym, że jest uruchamianie w dowolnym momencie jego eksploatacji na żądanie użytkownika.

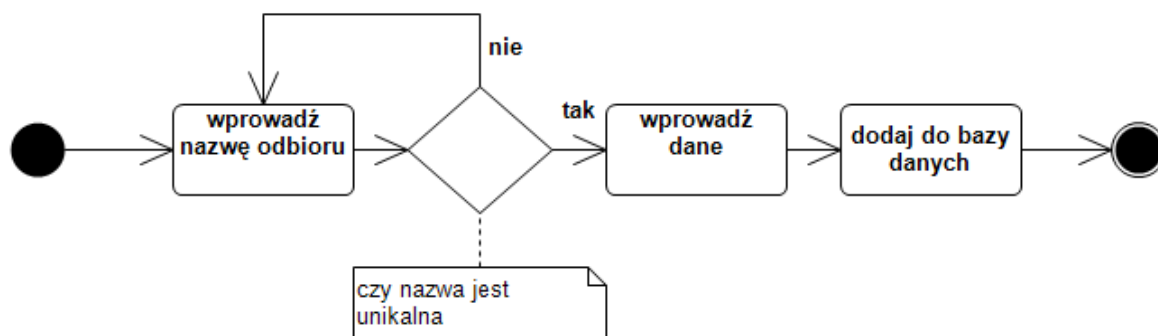
Użytkownik wybiera odpowiedni przycisk z menu zarządzania odbiorami a następnie wprowadza unikatową nazwę dodawanego odbioru oraz informacje o parametrach jego uruchomienia i pracy. System zapisuje podane dane, dodając odbiór do listy wszystkich urządzeń.

Funkcjonalność ta została zilustrowana na dwóch poniższych rysunkach.



Rysunek numer 13. Diagram przypadków użycia – dodawanie nowego odbioru do systemowej bazy danych – sprzęt tradycyjny.

Źródło: opracowanie własne



Rysunek numer 14. Diagram czynności – dodawanie nowego odbioru do systemowej bazy danych – sprzęt tradycyjny.

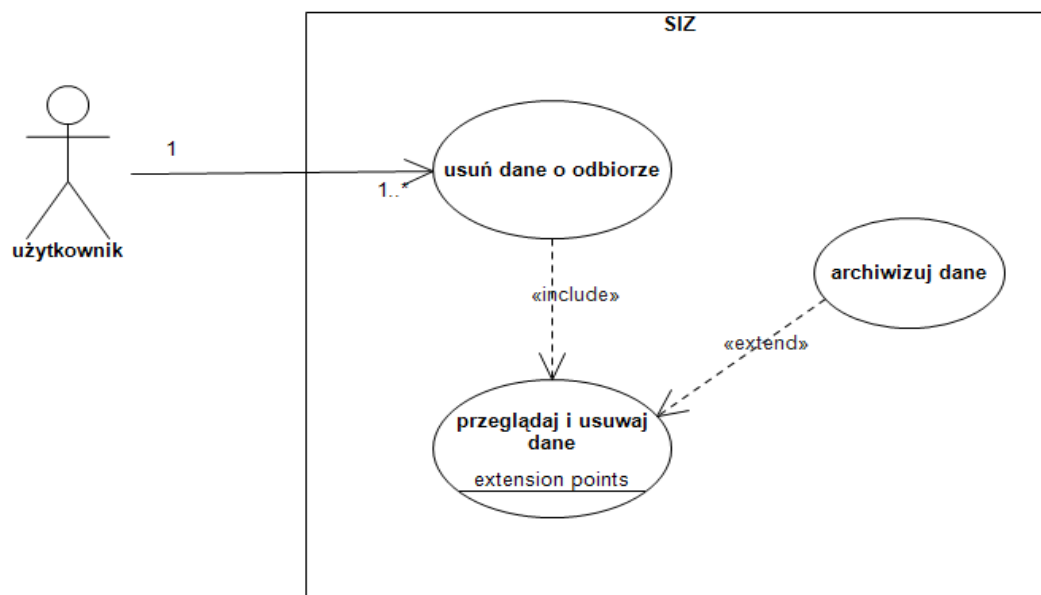
Źródło: opracowanie własne.

3.3.7. Usuwanie informacji o odbiorze z systemowej bazy danych

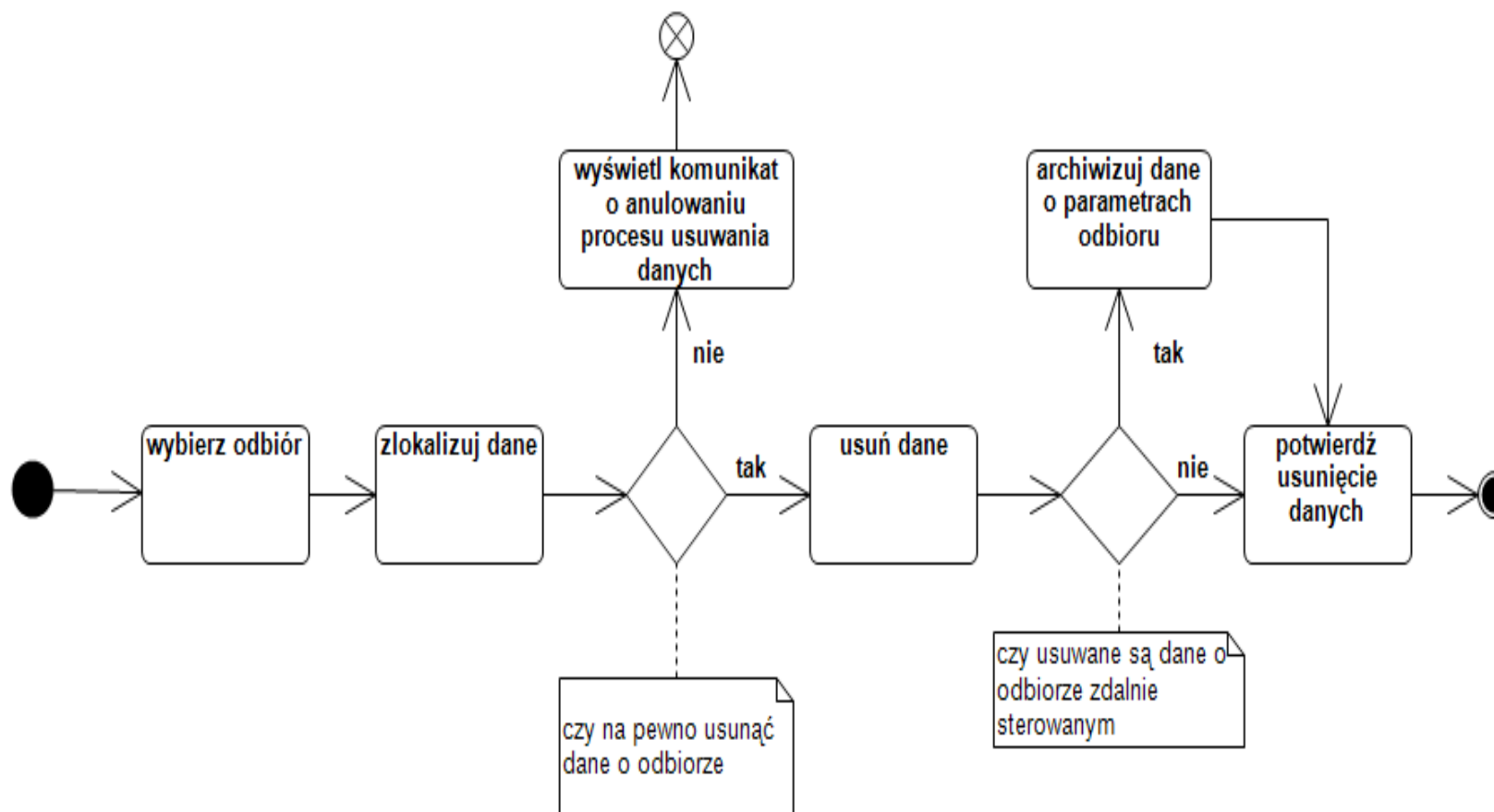
Zastępowanie starych urządzeń nowymi i umieszczanie informacji o nich w SIZ powoduje wydłużanie się listy odbiorów, co może negatywnie wpływać na czytelność i przejrzystość prezentowanych danych. Z tego powodu, w celu zwieszenia komfortu pracy użytkownika z systemem, zaimplementowana została funkcja usuwania informacji o odbiorze z systemowej bazy danych. W wyniku przeprowadzenia tej operacji dane urządzenie nie będzie figurowało na liście wszystkich odbiorów. Pewne historyczne dane zostaną jednakże zachowane na potrzeby raportowania oraz optymalizacji.

Proces rozpoczyna się od wyboru przez użytkownika urządzenia z listy odbiorów. Po zatwierdzeniu opcji „Usuń”, system prosi o potwierdzenie. Jest to standardowa procedura stosowana w celu zapobieżenia przypadkowemu usunięciu danych. Po ponownym potwierdzeniu, dane są usuwane a wybrane informacje historyczne archiwizowane. Na końcu system wyświetla powiadomienie o usunięciu odbioru z listy.

Proces został przedstawiony na poniższych diagramach (rysunki numer 15 oraz 16). Na rysunkach numer 17 i 18 zaprezentowano interfejsy graficzne.



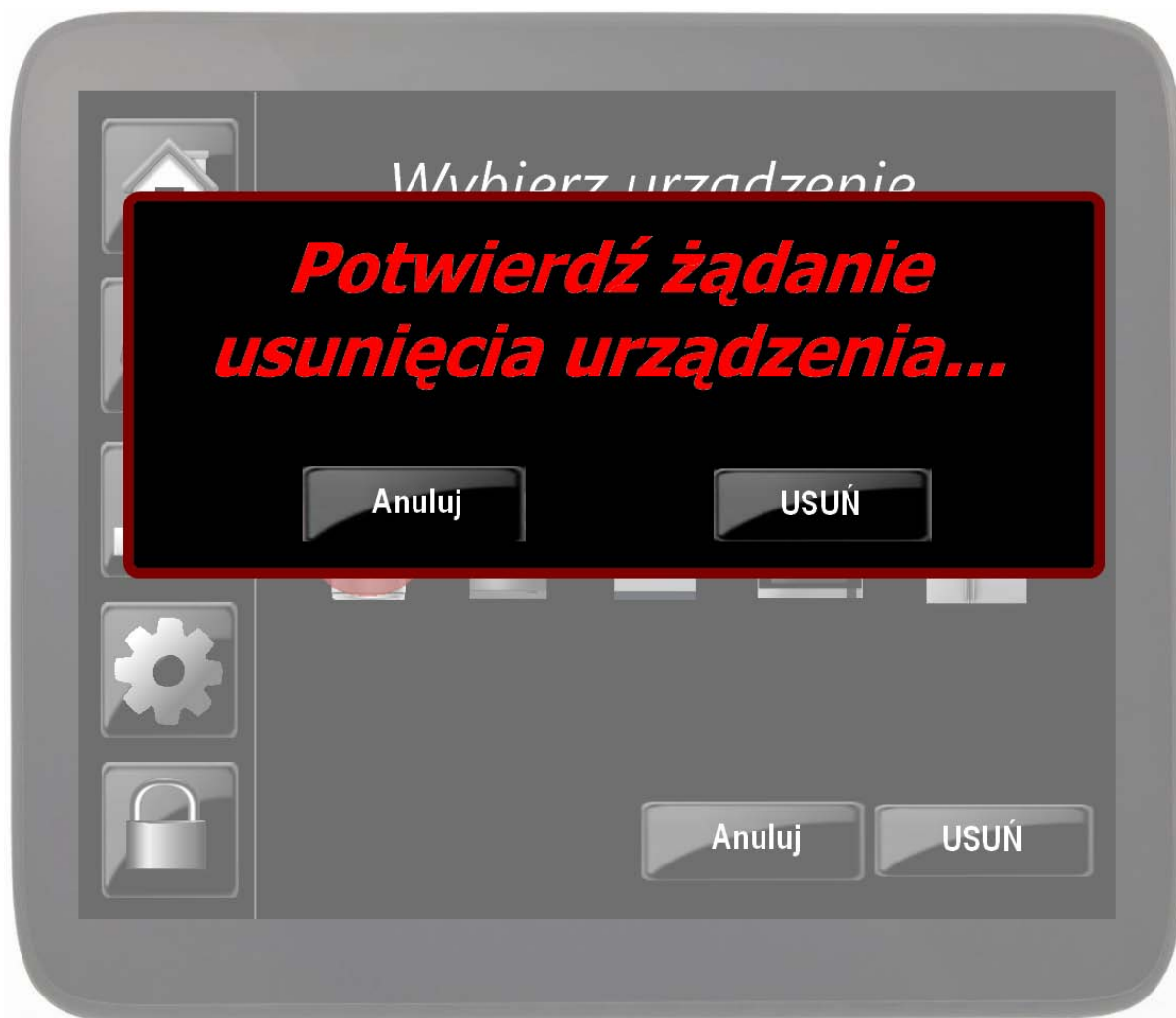
Rysunek numer 15. Diagram przypadków użycia – usuwanie informacji o odbiorze z systemowej bazy danych
Źródło: opracowanie własne



Rysunek numer 16. Diagram czynności – usuwanie informacji o odbiorze z systemowej bazy danych.
Źródło: opracowanie własne.



Rysunek numer 17. Interfejs graficzny – usuwanie informacji o odbiorze z systemowej bazy danych
Źródło: opracowanie własne



Rysunek numer 18. Interfejs graficzny – usuwanie informacji o odbiorze z systemowej bazy danych – potwierdzenie.

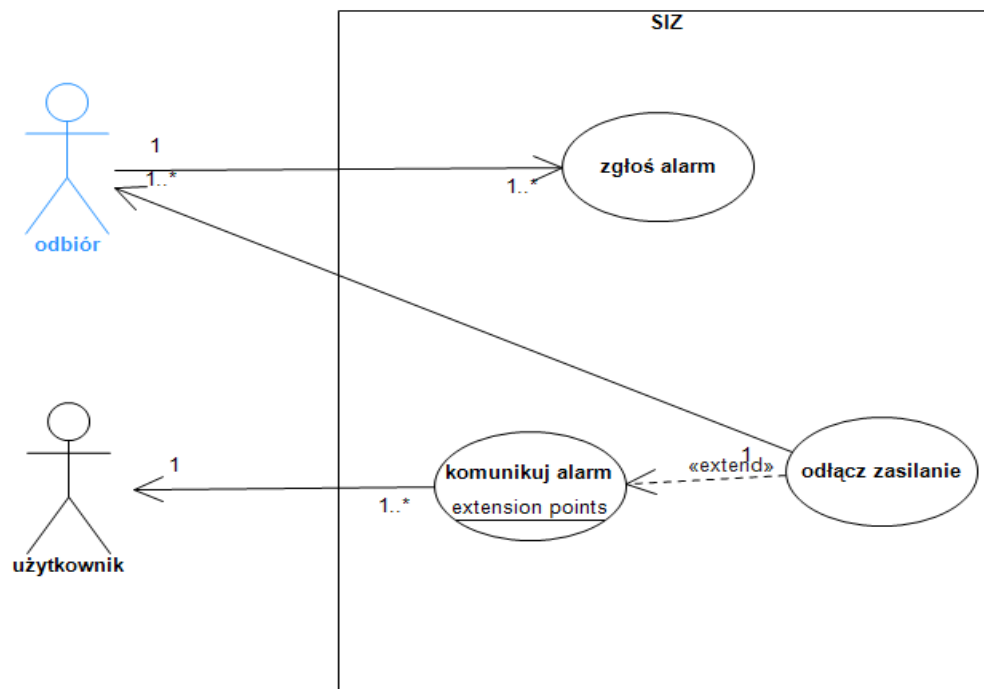
Źródło: opracowanie własne

3.3.8. Informowanie o sytuacjach alarmowych

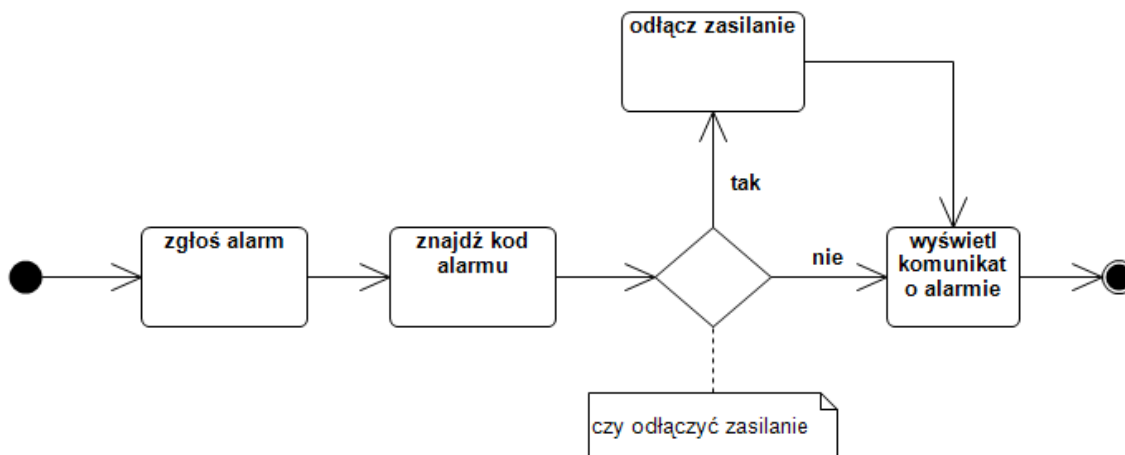
Zaburzenia w pracy odbiorów mogą być raportowane do systemu, jeżeli urządzenie posiada zdolność komunikacji, czyli jest zakwalifikowane do sprzętu „inteligentnego”. W takim przypadku kod błędu wysyłany jest do SIZ. Lista kodów błędów wprowadzana jest do systemu w trakcie dodawania odbioru. W odpowiedzi na zaistniałą sytuację możliwe jest zaimplementowanie dwóch reakcji systemu:

- odłączenie zasilania odbioru,
- wyświetlenie komunikatu na panelu systemowym wraz z wyemitowaniem sygnału dźwiękowego i ewentualne przesłanie informacji o błędzie na telefon komórkowy użytkownika.

Proces ten ilustrują poniższe diagramy (Rysunki numer 19 i 20). Na rysunku numer 21 zaprezentowano interfejs graficzny.



Rysunek numer 19. Diagram przypadków użycia – informowanie o sytuacjach alarmowych.
Źródło: opracowanie własne



Rysunek numer 20. Diagram czynności – informowanie o sytuacjach alarmowych.
Źródło: opracowanie własne.



Rysunek numer 21. Interfejs graficzny – informowanie o sytuacjach alarmowych.
Źródło: opracowanie własne.

LITERATURA

1. Lugaric L., Krajcar S., Simic Z., "Smart City - Platform for Emergent Phenomena Power System Testbed Simulator", IEEE PES Conference on Innovative Smart Grid Technologies Europe, October 11-13, 2010, 2048017
2. Raport Komisji Europejskiej, „ICT for a Low Carbon Economy. Smart Buildings.”, Bruksela, lipiec 2009
3. Rekomendacje Komisji Wspólnot Europejskich „Commission Recommendation of 9.10.2009 on mobilising Information and Communications Technologies to facilitate the transition to an energy-efficient, low-carbon economy”, Bruksela, październik, 2009
4. Raport Komisji Europejskiej „Impacts of Information and Communication Technologies of Energy Efficiency”, Bruksela, wrzesień 2008
5. "Demand Response as a resource for the adequacy and operational reliability of the power systems. Explanatory Note". ETSO, 2007.
6. "Demand Side Response in the National Electricity Market. Case Studies." Energy Users Association of Australia.
7. "Benefits of Demand Response in Electricity Markets and Recommendations for Achieving Them." US Departament of Energy
8. Nieuwenhout F., "Flexible electricity grids", Report of Work Package 1, EOS-LT project FLEXIBEL.
9. "Enhancement of Demand Response. FINAL STATUS REPORT", Nordel Demand Response Group, 2006
10. Goldberg M., "Measure Twice, Cut Once", IEEE Power & energy magazine, May/june 2010
11. Brooks A., Lu E., Reicher D., Spirakis Ch., Weihs B., "Demand Dispatch", IEEE Power & energy magazine, May/june 2010
12. Opracowanie modelu stosowania mechanizmów DSR na rynku energii w Polsce, wykonane na zlecenie PSE Operator S.A., Konstancin-Jeziorna 2009
13. Lui T.J., Stirling W., Marcy H.O., "Get smart", IEEE Power & energy magazine, May/june 2010
14. "SMART 2020: Enabling the low carbon economy in the information age.", The Climate Group, 2008
15. Wrycza St., Marcinkowski B., Wyrzykowski K., „Język UML 2.0 w modelowaniu systemów informatycznych”, wydawnictwo Helion, 2005
16. Jabłońska M.R., "Rola informatyki w budownictwie energooszczędnym", publikacja powstała w ramach projektu "Bioenergia dla Regionu - Zintegrowany Program Rozwoju Doktorantów", www.bioenergiadlaregionu.eu, Łódź 2011
17. Jabłońska M.R., Zieliński J.S. "Electric vehicles' influence on smart grids", "Aktualne problemy w elektroenergetyce 2011", tom II, Jurata 08-10.06.2011
18. Jabłońska M.R., "Aktualne trendy w badaniach nad reakcją strony popytowej oraz możliwości ich implementacji w warunkach krajowych", Rynek Energii 3(94)/2011, wydawnictwo KAPRINT, Lublin 2011
19. Jabłońska M.R., Adrian Ł., Janicki M., Klimek A., Pawlak J., Tkacz E., Znajdek K., "Dom 2020 - projekt niezależnego energetycznie, inteligentnego domu energooszczędnego", współautorzy: „Dolnośląski Dom Energooszczędny”, Wrocław 2011
20. Turker H., Bacha S., Chatroux D.: Impact of Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEVs) on the French Electric Grid. SG 2048068

21. Aggeler D., Canales F., Zelaya H., Coccia A., Butcher N., Apeldoorn O.: Ultra-Fast DC-Charge Infrastructures for EV-Mobility and Future Smart Grids SG 2006809
22. ICT for Breakthrough Industry Transformation. ICT for a Low Carbon Economy Smart Electricity Distribution Networks. European Commission Information Society and Media, July 2009, 36-39.

ⁱ Opracowanie interfejsów: Marta R. Jabłońska, Jakub Kusztełak