

Nazwa projektu

Opracowanie i przygotowanie do wdrożenia zintegrowanego systemu do pomiaru i monitorowania funkcji życiowych człowieka (OPIEKUN PLUS)

Nazwa produktu

Dane Badawcze (OPIEKUNPLUS_OP_01)

Instytucja

PIT-RADWAR S. A.

Funkcja osoby	Imię i nazwisko
Wykonał dokument/Lider Produktu	Łukasz Pytlarczyk
Wykonał dokument	Mateusz Kawałekiewicz
Sprawdził /Kierownik Grupy Zadań (P-R)	Mateusz Kawałekiewicz
Sprawdził/Kierownik Projektu	Monika Jarząbkowska
Odebrał/Przewodniczący Komitetu Sterującego	Robert Szelenbaum

Spis treści

Spis treści	2
1. Przeznaczenie dokumentu	3
2. Architektura systemu	3
2.1. Opis modułów składowych systemu	3
2.1.1. Moduł pomiarowy PERS1 (Personal 1)	3
2.1.2. Moduł pomiarowo-komunikacyjny ENV1 (Environmental 1)	3
2.1.3. Moduł pomiarowy ENV2 (Environmental 2)	4
2.1.4. Moduł pomiarowy ENV3 (Environmental 3)	5
2.1.5. Moduł administracyjny (MA)	5
2.2. Integracja systemu	6
2.2.1. Połączenia w systemie	7
3. Pomieszczenie prezentacyjne	7
3.1. Wyniki działania Systemu Opiekun Plus	10
4. przykłady zastosowania systemu	11
5. Podsumowanie	15

1. Przeznaczenie dokumentu

Niniejszy dokument przedstawia opis systemu oraz wstępne dane badawcze, które powstały w wyniku realizacji Projektu „Opracowanie i przygotowanie do wdrożenia zintegrowanego systemu do pomiaru i monitorowania funkcji życiowych człowieka (OPIEKUN PLUS)”. Dokument przeznaczony jest do bezpłatnego udostępniania oraz szerokiego rozpowszechniania wyników przeprowadzonych badań. Dodatkowo zawiera schemat blokowy oraz opis funkcjonalności poszczególnych modułów pomiarowych (sensorów). Dokument ma na celu przedstawienie funkcji wszystkich elementów składowych Systemu oraz sposób ich funkcjonowania a także przedstawienie wyników integracji Systemu.

2. Architektura Systemu

2.1. Opis modułów składowych systemu

2.1.1. Moduł pomiarowy PERS1 (Personal 1)

Moduł pomiarowy, w postaci opaski zakładanej na rękę, wyposażonej w sensory umożliwiające kontrolę podstawowych parametrów życiowych człowieka, a także w moduły komunikacyjne (GSM, Bluetooth) i lokalizacyjne (GPS). Zdjęcie prototypu sensora PERS1 zostało zamieszczone na Rysunek 1.



Rysunek 1. Prototyp urządzenia PERS1

2.1.2. Moduł pomiarowo-komunikacyjny ENV1

Moduł zawiera sensory monitorujące parametry środowiskowe otoczenia osoby badanej. W skład modułu wchodzi zestaw czujników mierzących następujące parametry:

- temperatura,
- wilgotność,
- ciśnienie atmosferyczne,
- skład powietrza (jakość oraz występowanie niebezpiecznych gazów),
- obecność,
- natężenie oświetlenia,
- natężenie dźwięku.

Dodatkowo moduł ENV1 zawiera zestaw interfejsów komunikacyjnych, umożliwiających wymianę informacji z dodatkowymi sensorami podłączonymi do systemu, a także z jednostką nadrzędną.

Zastosowane interfejsy komunikacyjne:

- GSM,
- Bluetooth Low Energy,
- NFC,
- Ethernet / WiFi.

Zdjęcie prototypu sensora ENV1 zostało zamieszczone na Rysunek 2.



Rysunek 2. Prototyp urządzenia ENV1.

2.1.3. Moduł pomiarowy ENV2

Moduł pomiarowy, w skład którego wchodzi mata sensoryczna mierząca nacisk oraz wykrywająca

obecność wilgoci. Zadaniem maty jest monitorowanie obecności oraz stanu znajdującej się na niej osoby. Moduł jest wyposażony w interfejs BLE do komunikacji z modułem nadrzędnym (ENV1). Zdjęcie prototypu sensora ENV2 zostało zamieszczone na Rysunek 3.



Rysunek 3. Prototyp urządzenia ENV2

2.1.4. Moduł pomiarowy ENV3

Moduł pomiarowy, którego zadaniem jest bezkontaktowa detekcja aktywności motorycznej osoby znajdującej się w strefie działania sensora. W sytuacji, gdy osoba badana nie porusza się (sen) sensor monitoruje częstość oddechu (lub np. jej brak – bezdech). Moduł komunikuje się z modułem wyższego rzędu poprzez BLE. Zdjęcie prototypu sensora ENV3 zostało zamieszczone na Rysunek 4.



Rysunek 4. Prototyp urządzenia ENV3

2.1.5. Moduł administracyjny (MA)

Moduł Administracyjny składa się z Modułu komunikacyjnego, Silnika procesowego, Modułu Usługowego

oraz Bazy Danych. Moduły Administracja Systemem i Algorytmy oparte są na Silniku procesowym. Moduł Usługowy zrealizowany jest w postaci Modułu Opiekun, który poprzez Interfejs użytkownika umożliwia interakcję z użytkownikiem końcowym (Opiekunem).

Całość zrealizowana jest jako zestaw serwisów realizujących poszczególne funkcjonalności połączone w paradygmacie IoC (Inversion of Control). Moduł posiada warstwę persystencji danych umożliwiającą odczyt oraz zapis danych do bezpiecznej bazy danych. Obsługa bazy danych jest realizowana poprzez wybraną bibliotekę ORM (Object-Relational Mapping), dzięki czemu cała aplikacja działa na obiektowej reprezentacji danych. Odpowiednie warstwy są rozdzielone poprzez stworzenie wewnętrznych API i monitorowane przez usługi logowania wykonywanych operacji. Podstawowe procesy są definiowane i realizowane z wykorzystaniem Silnika procesowego, co umożliwia prostą ich modyfikację bez konieczności wykonywania dużej ilości prac programistycznych. Proces zarządza przepływem danych poprzez większość elementów systemu, od momentu ich dostarczenia poprzez moduł komunikacyjny, poprzez przetworzenie algorytmami, a kończąc na dostarczeniu do użytkownika końcowego. Aplikacja została zrealizowana jako aplikacja webowa, czyli dostępna poprzez przeglądarkę internetową. Sposób realizacji umożliwia rozproszenie aplikacji, skalowalność oraz niezawodność dzięki zastosowaniu wysokiej samodzielności modułów, co przekłada się na łatwość multiplikacji instancji modułów. Część Modułu Administracyjnego odpowiadająca za komunikację zewnętrzną jest zrealizowana jako webserwis w technologii SOAP (Simple Object Access Protocol). Umożliwia to wysoką elastyczność w definiowaniu protokołu komunikacyjnego oraz bezpieczeństwo danych przy jednoczesnym zachowaniu odpowiednio wysokiej wydajności. Moduł Administracji Systemu odpowiada za całość zarządzania Systemem, w tym: monitorowanie procesów, zarządzanie użytkownikami i ich uprawnieniami, parametryzację i konfigurację poszczególnych modułów.

2.2. Integracja systemu

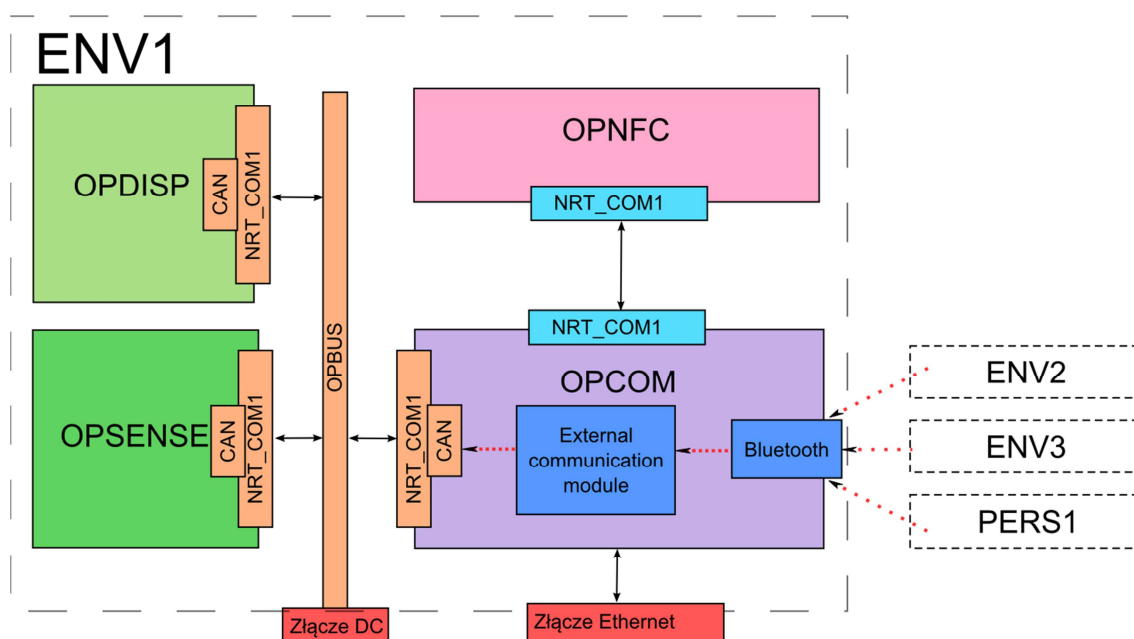
W celu zweryfikowania poprawności przyjętej koncepcji realizacji postawionych założeń oraz przetestowania rozwiązania finalnego w warunkach możliwie zbliżonych do rzeczywistych, System Opiekun Plus w swojej wyjściowej konfiguracji został zrealizowany fizycznie, w postaci pomieszczenia prezentacyjnego. W skład wersji integracyjnej systemu weszły następujące elementy: urządzenie ENV1, urządzenie ENV2 (wraz z matą sensoryczną), urządzenie ENV3, urządzenie PERS1. Wszystkie moduły zostały połączone ze sobą oraz z modułem administracyjnym (MA).

2.2.1. Połączenia w systemie

Na Rysunek 5 zamieszczony został schemat połączeń wewnątrz modułu zarządzającego komunikacją Systemu Opiekun Plus. Do połączenia modułów wchodzących w skład urządzenia ENV1 wykorzystana została szyna OPBUS, oparta na standardzie CAN. Pozostałe urządzenia pracujące w systemie (ENV2, ENV3, PERS1), komunikujące się bezprzewodowo z ENV1, są wirtualnie, za pośrednictwem modułu OPCOM, podłączone do szyny OPBUS.

Wspomniana transmisja bezprzewodowa odbywa się za pośrednictwem interfejsu Bluetooth Low Energy. W wykorzystanym standardzie komunikacji urządzenie ENV1 (konkretnie jego moduł składowy OPCOM) pełni rolę Bluetooth *central*, natomiast wszystkie połączone z nim urządzenia pełnią rolę Bluetooth *peripheral*. Urządzenie ENV1 za pośrednictwem szyny OPCOM zbiera informacje z całego Systemu i wysyła je do modułu administracyjnego (MA) za pośrednictwem sieci GSM.

Dodatkowo urządzenie PERS1 jeżeli nie posiada połączenia z urządzeniem ENV1, może także przejść w tryb komunikacji z wykorzystaniem sieci GSM i komunikować się bezpośrednio z modułem administracyjnym (MA).



Rysunek 5. Schemat połączeń pomiędzy modułami wewnątrz systemu

3. Pomieszczenie prezentacyjne

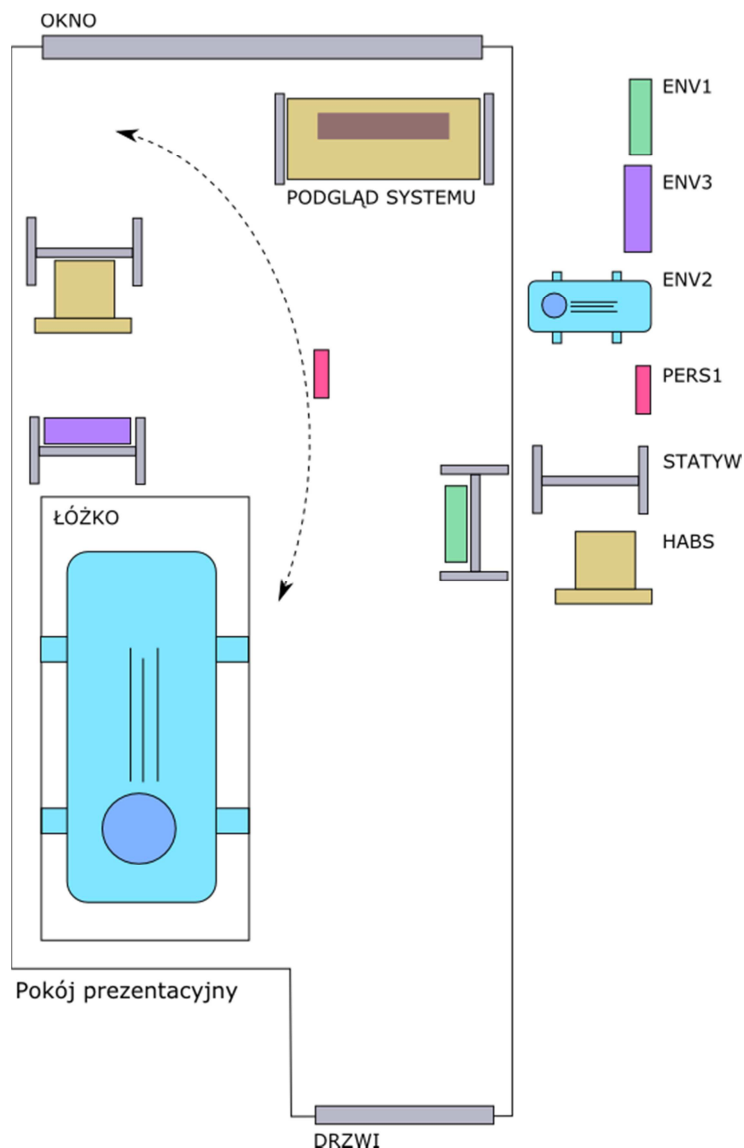
W ramach prac nad testami i integracją Systemu Opiekun Plus zaprojektowane i zrealizowane zostało pomieszczenie prezentacyjne, w którym zainstalowany został System w wyjściowej konfiguracji sprzętowej. Wygląd pokoju przedstawiony jest na Fot 1.



Fot 1 Wygląd pokoju pokazowego

Schemat i opis pomieszczenia pokazowego zamieszczony został na Rysunek 6. Pomieszczenie do prezentacji systemu OP ma na celu przedstawienie pracy systemu i jednocześnie podgląd rzeczywistego wyglądu monitorowanego miejsca. Pozwala to na uwiarygodnienie otrzymywanych wyników oraz podniesie jakość prezentacji samego systemu. Pomieszczenie do prezentacji spełnia trzy podstawowe funkcje:

- stanowi miejsce do prac nad finalną integracją systemu,
- stanowi miejsce do prezentacji wyników projektu,
- stanowi miejsce zbierania danych badawczych (wykorzystywanych do dalszej optymalizacji pracy systemu).



Rysunek 6. Schemat i opis pokoju prezentacyjnego Systemu Opiekun Plus

Aby możliwie było korzystanie z pomieszczenia pokazowego zgodnie z postawionymi założeniami, zostało ono zrealizowane w sposób spełniający kilka warunków:

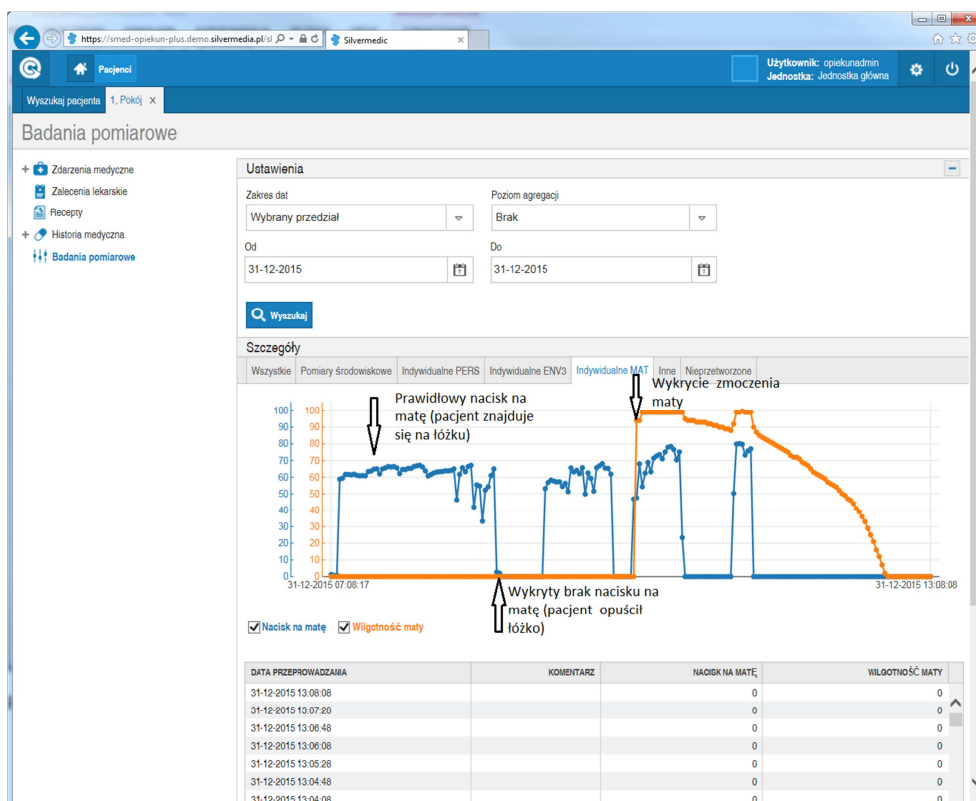
- symulowanie pracy systemu w warunkach zbliżonych do rzeczywistych,
- posiadanie niezależnego połączenia z Internetem (w celu zdalnej prezentacji pracy systemu, w tym wizualizacji przez lokalną kamerę),
- posiadanie możliwości swobodnego rozmieszczenia sensorów (w celu testowania różnych konfiguracji systemu),
- posiadanie możliwości lokalnej prezentacji wyników pracy systemu.

Zrealizowany pokój pokazowy daje możliwość prezentowania wyników pracy Systemu na dwa sposoby:

- lokalnie, poprzez wyświetlanie na stanowisku podglądu systemu danych pobieranych z serwera bazodanowego, głównie dla osób pracujących nad Systemem lub lokalnie wizytujących miejsce prezentacji,
- zdalnie, poprzez podgląd wyników z serwera bazodanowego oraz podglądu kamery umieszczonej w pomieszczeniu prezentacyjnym.

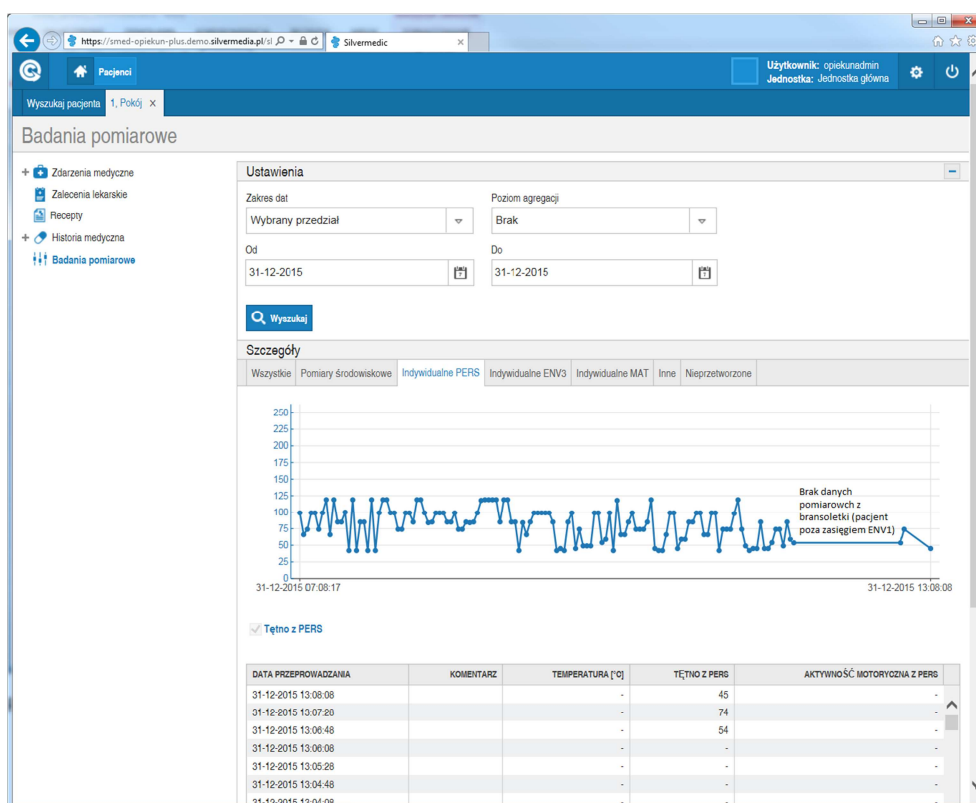
3.1. Wyniki działania Systemu Opiekun Plus

Z wykorzystaniem Systemu Opiekun Plus zainstalowanego w pokoju prezentacyjnym zostały wykonane pomiary, wyniki zostały natomiast wysłane do serwera (MA) i na nim zarejestrowane. Na zamieszczonych poniżej rysunkach zostały zaprezentowane i opisane wyniki pomiarów pobrane z serwera. Jak widać na zamieszczonych grafikach dostęp do wyników jest możliwy przez stronę www. Na Rysunek 7 zostały zaprezentowane zarejestrowane przez System wyniki pomiarów nacisku i wilgotności, wykonane przez matę sensoryczną, wchodzącą w skład urządzenia ENV2. Na zamieszczonym wykresie są zaznaczone i opisane momenty najistotniejsze z punktu widzenia poprawności funkcjonowania Systemu.



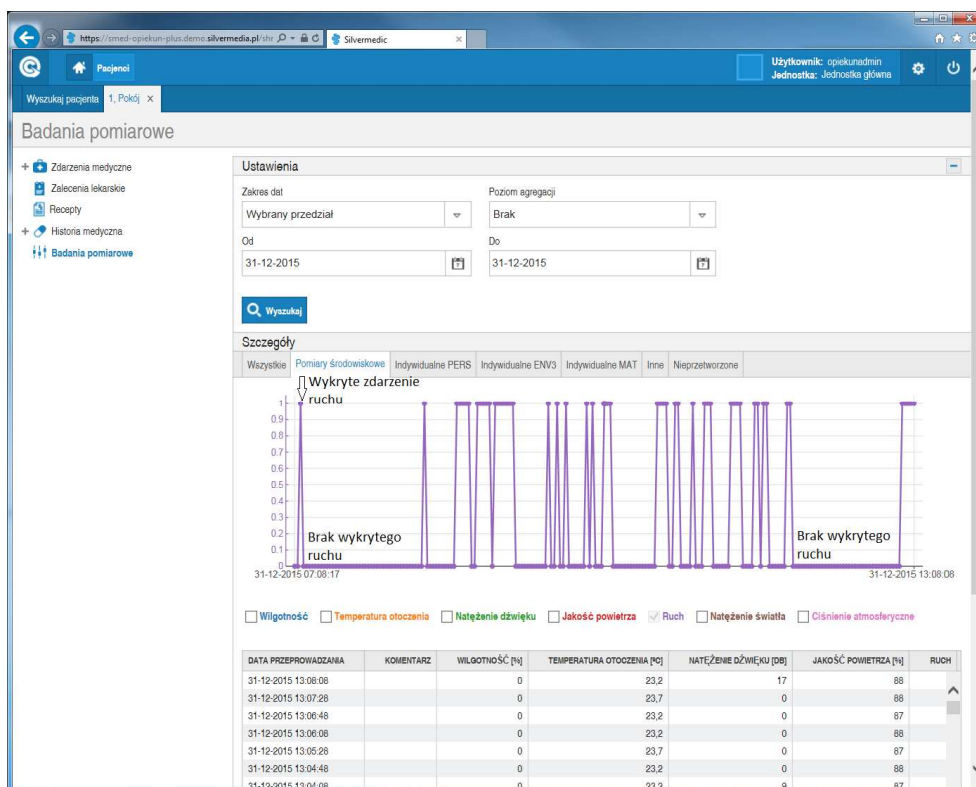
Rysunek 7. Rejestracja danych pomiarowych z maty sensorycznej (ENV2)

Na Rysunek 8 zostały zaprezentowane zarejestrowane przez System wyniki pomiaru tętna, wykonanego przez urządzenie PERS1. W testowanej konfiguracji urządzenie PERS1 komunikowało się wyłącznie przez interfejs Bluetooth, w związku z tym wyniki były dostępne wyłącznie w czasie, gdy aktywne było połączenie Bluetooth pomiędzy urządzeniami ENV1 i PERS1. Na wykresie zaznaczony i opisany jest przedział czasowy, w którym połączenie pomiędzy urządzeniami nie było aktywne.



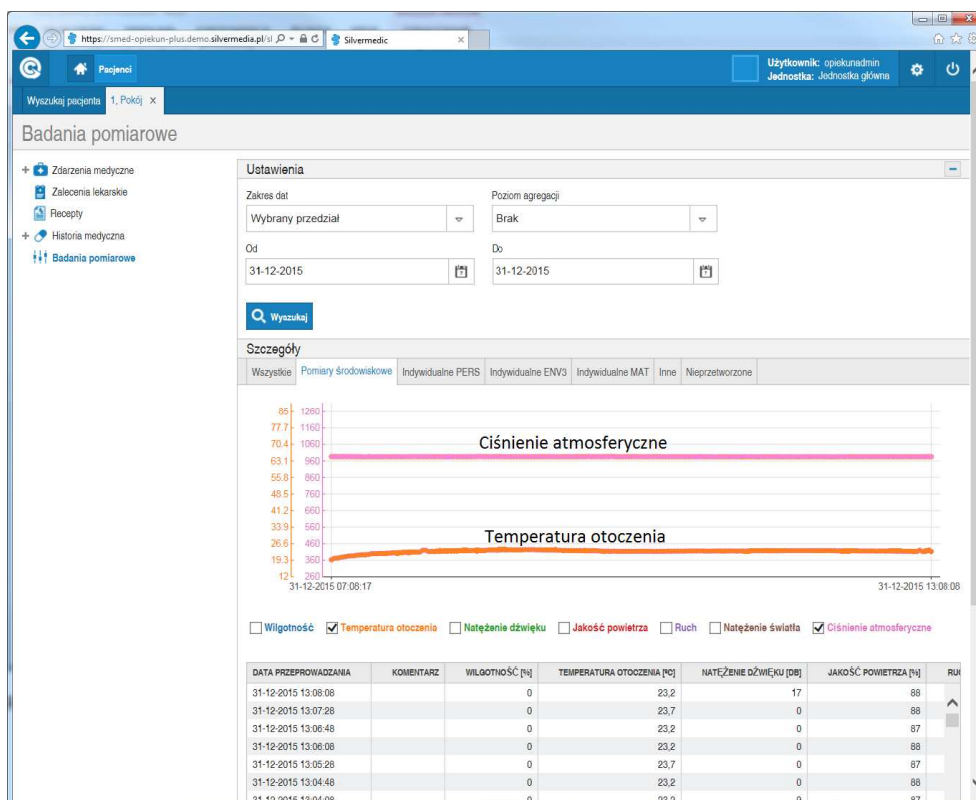
Rysunek 8. Rejestracja wyników pomiaru tętna z urządzenia PERS1

Na Rysunek 9 zostały zaprezentowane zarejestrowane przez System wyniki detekcji ruchu, rejestrowanej przez urządzenie ENV1. Na zamieszczonym wykresie są zaznaczone i opisane momenty najistotniejsze z punktu widzenia poprawności funkcjonowania Systemu.



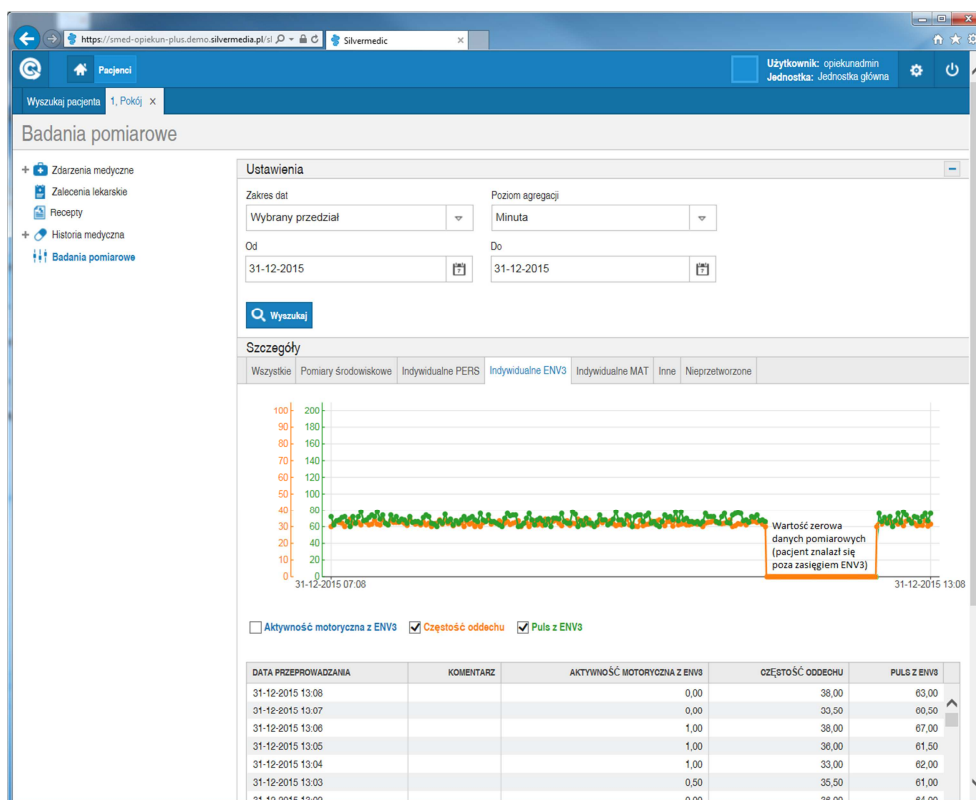
Rysunek 9. Rejestracja wyników detekcji ruchu z urządzenia ENV1

Na Rysunek 10 zostały zaprezentowane zarejestrowane przez System wyniki pomiarów temperatury otoczenia i ciśnienia atmosferycznego, wykonane przez urządzenie ENV1.



Rysunek 10. Rejestracja wyników pomiarów temperatury i ciśnienia z urządzenia ENV1

Na Rysunek 11 zostały zaprezentowane zarejestrowane przez System wyniki pomiarów tętna i częstości oddechu, wykonane przez urządzenie ENV3. Na zamieszczonym wykresie zaznaczony został przedział czasowy, w którym badana osoba znalazła się poza zasięgiem sensora zainstalowanego w urządzeniu ENV3. W efekcie we wspomnianym oknie czasowym wyniki obydwu obserwowanych wartości są zerowe.

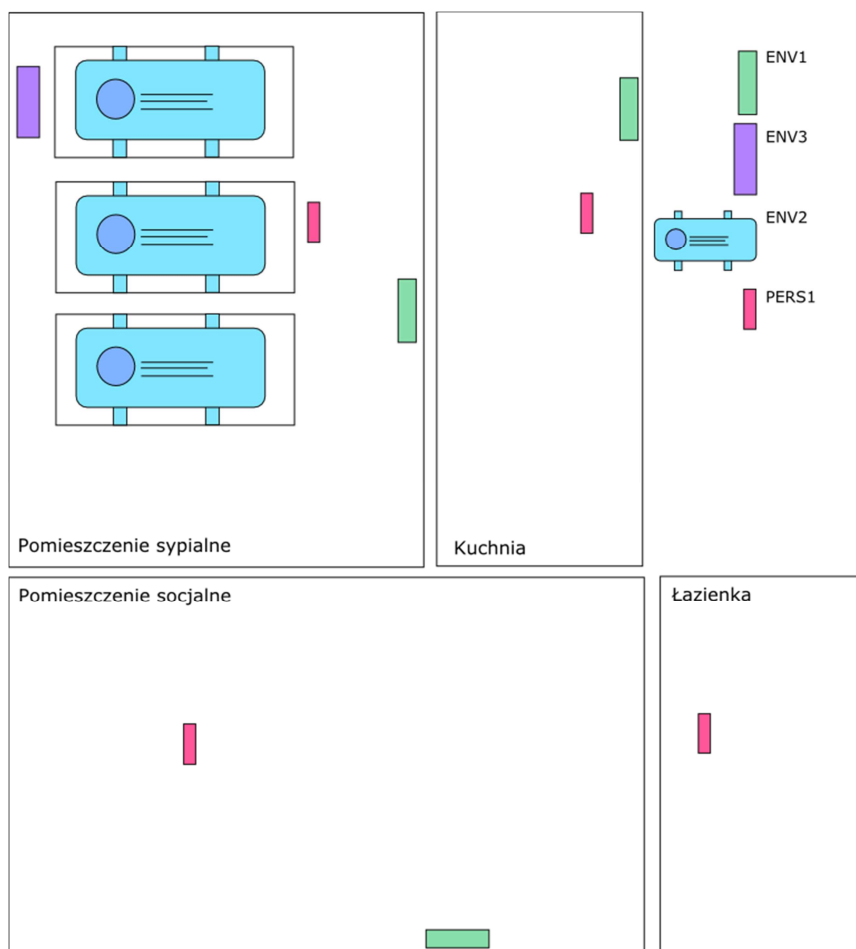


Rysunek 11. Rejestracja wyników pomiarów tętna i częstości oddechu z urządzenia ENV3

4. Przykłady zastosowania Systemu:

Następujący schemat blokowy przedstawia potencjalny przykład zastosowania Systemu:

- sensor ENV1 umieszczony w kuchni monitoruje parametry środowiskowe (w tym np. ułatnianie się gazu)
- sensor PERS1 monitoruje stan osoby przebywającej w łazience (np. upadek)
- sensory ENV2 monitorują obecność podopiecznych w łózkach
- sensor ENV3 monitoruje aktywność motoryczną/oddech (np. wykrycie bezdechu sennego)



Rysunek 12. Przykład zastosowania Systemu

5. Podsumowanie

W ramach projektu zaprojektowano szereg urządzeń sensorycznych, które po zintegrowaniu stworzyły kompletny System. Wynik integracji Systemu (w postaci pokoju pokazowego) oraz wyniki przeprowadzonych z wykorzystaniem Systemu badań pokazują, że stworzone podczas realizacji projektu rozwiązania mogą okazać się użyteczne także w produktach rynkowych.

System Opiekun Plus zrealizowany w ramach projektu pt.: „OPRACOWANIE I PRZYGOTOWANIE DO WDROŻENIA ZINTEGROWANEGO SYSTEMU POMIARU I MONITOROWANIA FUNKCJI ŻYCIOWYCH CZŁOWIEKA” umożliwia zdalne monitorowanie parametrów biomedycznych człowieka oraz parametrów środowiska w sposób ciągły i bezinwazyjny. Jest innowacyjnym narzędziem służącym do prowadzenia diagnostyki podstawowych zaburzeń, która swoim zasięgiem obejmować może szereg schorzeń, umożliwiając wspomaganie decyzji w zakresie opieki i leczenia w wielu grupach zaburzeń.