



## **Radiowy system ZW: zaawansowana technologia monitorowania poboru energii i parametrów mikroklimatu w budynkach**

System ZW składa się z przenośnych modułów pomiarowych komunikujących się drogą radiową. Dane z pomiarów (pobór energii i parametry mikroklimatu) są transmitowane na bieżąco do komputera.

W przeciwieństwie do rejestratorów autonomicznych, wymagających ręcznego odczytu danych, moduły systemu współpracują ze sobą przy przesyłaniu danych, zapewniając niezawodną transmisję danych do komputera w regularnych odstępach czasu. W przypadku jakichkolwiek przeszkód w transmisji, alternatywna droga transmisji jest wybierana automatycznie. Dzięki technologii radiowej system ZW łączy zalety autonomicznych rejestratorów (łatwość zmiany miejsca zainstalowania) z prostotą odczytu danych charakteryzującą przewodowe systemy rejestracji.

Moduły systemu zapewniają:

- tworzenie sieci zawierających do 100 węzłów pomiarowych różnych wielkości
- pomiary temperatury, wilgotności, napięcia i prądu w sieci energetycznej, mocy, pobieranej energii, ciśnienia i innych wielkości – w zależności od zastosowanych czujników
- sygnalizację stanów alarmowych w przypadkach awarii sieci lub przekroczeń parametrów w poszczególnych czujnikach
- przeglądanie na bieżąco danych (wykresy, wydruki) za pomocą programu HOBONode Manager, wchodzącego w skład oprogramowania HOBOWare®
- eksport danych do innych programów dla dodatkowej analizy, wydruków i tworzenia raportów
- efektywne, automatyczne zbieranie danych z czujników w porównaniu z odczytem ręcznym

### **Zastosowane w systemie rozwiązania**

Moduły systemu ZW wykorzystują protokół transmisji radiowej IEEE 802.15.4. Dotyczy on transmisji pomiędzy modułami o małym poziomie mocy nadajnika, pracujących w sieciach. Ważnym elementem protokołu jest technologia MESH, pozwalająca na komunikację modułów na zasadzie „każdy z każdym”. Dzięki tej technologii zapewniona jest wysoka niezawodność przesyłania danych.

W systemie ZW występują trzy rodzaje modułów:

**Odbiornik danych.** Odbiornik zbiera dane ze wszystkich modułów pomiarowych rozmieszczonych w węzłach sieci i przekazuje je do komputera poprzez kabel USB. Odbiornik pośredniczy także pomiędzy oprogramowaniem a modułami pomiarowymi przy konfigurowaniu sieci i modułów. Wysyła do modułów rozkazy zgodnie z poleceniami programu. Każdy system ZW zawiera jeden odbiornik danych.



**Moduł pomiarowy.** Moduł zbiera dane z wewnętrznych (wbudowanych) i zewnętrznych (dołączonych) czujników i przesyła je do odbiornika za pośrednictwem innych modułów lub bezpośrednio. Jeśli moduł jest zasilany poprzez zasilacz z sieci 230V i z wewnętrznej baterii, to pełni on także rolę przełącznika danych (routera) dla innych modułów pomiarowych. Jeśli moduł zasilany jest tylko z baterii, funkcja routera jest wyłączona.

**Moduł routera.** Moduł pełni rolę przełącznika danych pomiędzy modułami pomiarowymi, lub modułami i odbiornikiem, zapewniając że dane z pomiarów ostatecznie zostaną przesłane do odbiornika. Routery zapewniają uzyskanie najlepszej drogi transmisji danych w sieci oraz wybór dróg alternatywnych w przypadku wystąpienia przeszkód w transmisji. Rolę routera pełni także każdy moduł pomiarowy, jeśli jest zasilany z sieci 230V.

Moduły sieci komunikują się ze sobą drogą radiową w paśmie częstotliwości 2,4 GHz. Prędkość transmisji danych wynosi 250 kbit/s. Pakiety danych są przesyłane za pośrednictwem modułów pomiarowych i routerów do odbiornika. Pakiety danych trafiające do odbiornika są automatycznie przekazywane poprzez złącze USB do komputera i zapisywane w jego pamięci.

### Zalety sieci MESH

System ZW pracuje zgodnie z protokołem transmisji radiowej IEEE 802.15.4 opisującym technologię MESH. Sieć typu MESH składa się z węzłów zawierających routery, które mogą przysyłać dane do innych węzłów. W przypadku systemu ZW w węzłach sieci umieszczone są moduły pomiarowe z funkcją routerów oraz moduły routerów. Taka sieć zapewnia niezawodną komunikację, gdyż w przypadku awarii któregoś z węzła (np. braku zasilania lub uszkodzenia) droga transmisji jest automatycznie przełączana na inne węzły, aby zachować ciągłość transmisji.

W innych rozwiązaniach sieci radiowych, np. w sieciach z protokołem IEEE 802.11 b/g węzły sieci rozmieszczone są w topologii gwiazdy lub drzewa. W topologii gwiazdy wszystkie węzły komunikują się bezpośrednio z centralnym węzłem zbierania danych. W przypadku jego uszkodzenia, żadne dane nie będą przesyłane. Topologia drzewa zapewnia nieco wyższą niezawodność, gdyż drogi przesyłu danych do centralnego węzła mogą być wybierane z pominięciem uszkodzonego węzła (wzdłuż innych „gałęzi” drzewa).

Jedną z najważniejszych zalet sieci MESH z routerami umieszczonymi w węzłach jest zdolność do automatycznego przywrócenia transmisji w przypadku niesprawności któregoś z węzłów. W takim przypadku system ZW dynamicznie wyznacza inną drogę transmisji, omijającą niesprawny węzeł. Dzięki temu dane z pozostałych węzłów zawsze trafią do odbiornika.

### Zalety systemu ZW

- podobnie jak w indywidualnych rejestratorach HOBO, w modułach ZW jest stosowana pamięć EEPROM, mająca zdolność zachowywania danych przy braku zasilania. Generalnie zaleca się, aby moduły ZW były zasilane z sieci, gdyż wówczas działają one również jako routery. W przypadku zaniku napięcia sieciowego wewnętrzna bateria zapewnia ciągłość zbierania danych pomiarowych. Jeśli zawiedzie także bateria, dane dotychczas zebrane są zachowywane w pamięci i mogą być pobrane po przywróceniu zasilania.



- można łatwo zmieniać sieć przez dodawanie lub usuwanie modułów oraz czujników w przypadku zmian na obiekcie. Można także zwiększać niezawodność sieci poprzez dodawanie routerów, jeśli sygnał będzie za słaby lub jest możliwość pojawienia się przeszkód na drodze transmisji.
- wewnętrznie umieszczone przyciski uniemożliwiają wyłączenie lub zresetowanie modułów przez osoby niepowołane. Ma to szczególne znaczenie jeśli moduły są zainstalowane w miejscach publicznych.
- moduły systemu ZW mają kompaktową budowę i nie posiadają zewnętrznej anteny. Inne systemy radiowe wykorzystują moduły z anteną zewnętrzną, co ogranicza możliwości ich rozmieszczania i utrudnia montaż. W modułach ZW część radiowa oraz antena umieszczone są wewnątrz, co zapewnia łatwość rozmieszczania i montażu.

### Zaawansowane oprogramowanie

Moduły pomiarowe komunikują się między sobą, a dane są przesyłane do odbiornika i do komputera poprzez kabel USB. Dane z pomiarów można natychmiast przeglądać i analizować przy użyciu programu HOBOnode Manager.

HOBOnode Manager jest składnikiem oprogramowania HOBOWare. Umożliwia konfigurację systemu ZW oraz monitorowanie jego pracy.

Przy pierwszym połączeniu odbiornika z komputerem, program HOBOnode Manager rozpoznaje odbiornik i prowadzi do dalszych kroków instalacji. Odbiornik będzie wykrywał kolejno wszystkie występujące w sieci moduły i dołączał je do listy modułów. Po skompletowaniu listy należy zdefiniować wszystkie zewnętrzne czujniki dołączone do modułów. Pobieranie danych z czujników rozpocznie się automatycznie z chwilą ich zdefiniowania. Wyniki pomiarów są pobierane automatycznie przez program w regularnych odstępach czasu. Program zachowuje zawsze połączenie z odbiornikiem, co oznacza że dane będą zawsze pobierane, nawet w przypadku zamknięcia programu.

Program HOBOnode Manager ma wiele funkcji do zarządzania siecią systemu ZW, organizacji i przeglądania danych:

- tworzenie mapy czujników rozłożonych na tle obiektu. Jako tła można użyć gotowych podkładów dostarczanych przez program lub rysunków technicznych obiektu którymi dysponuje użytkownik. Na mapie będą widoczne węzły systemu (moduły) oraz połączenia między nimi.
- monitorowanie bieżących danych dostarczanych przez moduły. Dane można przeglądać i drukować w formie tabelarycznej lub w formie wykresów
- konfigurowanie alarmów z czujników i z sieci. Alarmy z czujników są aktywowane jeśli mierzona wartość znajdzie się poza dopuszczalnym przedziałem (np. temperatura wzrośnie powyżej 25 °C). Wówczas system wysyła e-mail lub wiadomość tekstową SMS z komunikatem o alarmie. Alarm jest też wyświetlany na ekranie komputera oraz sygnalizowany akustycznie. Alarmy z sieci są aktywowane, jeśli któryś z modułów nie odpowiada na wywołanie kontrolne generowane przez program.
-



- nadawanie nazw i tworzenie grup modułów w celu łatwiejszej identyfikacji. Np. jeśli w sieci jest 30 modułów w trzypiętrowym budynku, po 10 na każdym piętrze, można im nadać nazwy „1 piętro, magazyn” lub „1 piętro, pomieszczenie serwera”. Można następnie utworzyć trzy grupy modułów, po jednej dla każdego piętra, jeśli chcemy porównywać dane z grupy „1 piętro” z danymi z grup „2 piętro” i „3 piętro”.
- Eksport zebranych danych do Excela lub do zbioru tekstowego w celu dalszej analizy i tworzenia wykresów wg indywidualnych wymagań. Można także skorzystać z funkcji bezpośrednio dostępnych w programie HOBOWare: wybór zakresu czasowego (np. dane zapisane w ciągu jednego dnia lub godziny), wybór danych z poszczególnych rodzajów czujników (np. czujniki temperatury) lub wybór danych z grup modułów, np. grupy „1 piętro” w poprzednim przykładzie. Można także zapisać ustawienia eksportu, aby móc szybko powtórzyć eksport danych tego samego typu w przyszłości.

### **System ZW lub rejestratory indywidualne: co wybrać?**

System ZW ma wiele zalet, ale nie zawsze jest dobrym rozwiązaniem w stosunku do indywidualnych rejestratorów. Dla dokonania właściwego wyboru należy odpowiedzieć sobie na kilka pytań:

1. Czy system monitorowania ma być zainstalowany na dłuższy czas lub na stałe?

System ZW najlepiej sprawdza się w zastosowaniach wymagających ciągłego monitorowania, np. temperatury w magazynach produktów spożywczych lub temperatury powietrza w pomieszczeniach biurowych. Jeśli wymagane jest sprawdzenie parametrów w ograniczonym zakresie czasu, indywidualne rejestratory mogą być lepszym rozwiązaniem.

2. Czy rejestratory mają być rozmieszczone w dużym obiekcie?

Jeśli obiekt (budynek) jest duży, zastosowanie systemu ZW pozwoli zaoszczędzić wiele czasu wymaganego do ręcznego zbierania danych z rejestratorów indywidualnych. Jeśli np. mierzymy pobór energii elektrycznej w 10-piętrowym budynku, system ZW zapewni automatyczny odbiór danych bez potrzeby „obchodzenia” wszystkich rejestratorów w celu pobrania danych. W przeciwieństwie do tego, jeśli monitorujemy magazyn o powierzchni 150 m<sup>2</sup>, będzie łatwiej zastosować jeden lub dwa indywidualne rejestratory.

3. Czy dysponujemy pracownikiem do zainstalowania i obsługi systemu?

System został tak zaprojektowany, aby jego zainstalowanie było maksymalnie proste. Jednak właściwości transmisji radiowej wymagają pewnych działań wstępnych przed instalacją. W szczególności należy:

- ocenić czy odległość między modułami nie przekracza 90 metrów.
- zainstalować moduły routerów w celu ominięcia przeszkód na drodze transmisji radiowej. Do zasilania routerów niezbędne jest blisko umieszczone gniazdo sieci 230V.
- wyznaczyć komputer na którym będzie zainstalowane oprogramowanie i z którym będzie współpracował moduł odbiornika poprzez kabel USB.



Jeśli nie mamy pracownika mogącego zająć się instalacją i bieżącą obsługą systemu ZW, należy rozważyć zastosowanie rejestratorów indywidualnych.

#### 4. Czy potrzebne będzie korzystanie z alarmów w przypadku przekroczenia parametrów?

Oprogramowanie HOBOWare Manager umożliwia ustawienie progów alarmowych dla każdego czujnika zainstalowanego w systemie. Alarm może być sygnalizowany akustycznie z głośnika komputera, wizualnie poprzez wyświetlenie komunikatu na monitorze, lub poprzez wysłanie e-maila zawierającego komunikat. Mogą być także generowane alarmy systemowe w przypadku zakłóceń pracy całego systemu lub braku komunikacji z poszczególnymi modułami.

W innych rozwiązaniach Indywidualne rejestratory mają ograniczone funkcje alarmowe, jednak nie dysponują funkcją alarmu gdy zawiedzie cały system pomiarowy.

#### 5. Jak będziemy wykorzystywać zbierane dane?

System ZW umożliwia odczyt danych w czasie rzeczywistym. Jest to bardzo przydatna możliwość w przypadku gdy chcemy sprawdzać warunki w wybranych punktach obiektu na bieżąco. Indywidualne rejestratory nie dają takiej możliwości, mogą więc być stosowane tam gdzie nie jest to wymagane.

Zestawienie właściwości systemu ZW i rejestratorów indywidualnych

Właściwość	System ZW	Rejestratory indywidualne
Okres instalowania	dłuższy	krótszy
Wielkość obiektu	duża	mała
Pracownik do zainstalowania i uruchomienia	tak	nie
Komputer do zapisu zbieranych danych	tak	nie
Ustalona instalacja na długi czas	tak	nie
Alarmy od czujników i całej sieci	tak	w niektórych przypadkach
Dostęp do danych pomiarowych	w czasie rzeczywistym	po pobraniu



## Typowe zastosowania

System ZW może być używany w najrozmaitszych branżach przemysłu do monitorowania warunków środowiskowych i poboru energii. Poniżej są podane przykłady najpopularniejszych zastosowań:

- Monitorowanie magazynów i składów. Zapewnienie odpowiedniej temperatury jest wymagane dla zachowania jakości i uniknięcia strat w przypadku magazynów produktów spożywczych. W muzeach jest wymagane ciągłe monitorowanie temperatury i wilgotności powietrza, jeśli eksponaty mają zachować trwałość.
- Monitorowanie jakości powietrza. W obiektach gdzie stale przebywają ludzie, takich jak biura, szkoły, budynki mieszkalne i podobne, konieczne jest sprawdzanie czy nie powstały warunki sprzyjające narastaniu pleśni. Należy monitorować systemy ogrzewania, chłodzenia i wentylacji aby mieć pewność że pracują one poprawnie. Utrzymywanie optymalnych warunków otoczenia ma także znaczenie dla komfortu przebywających w tym otoczeniu osób, a jeśli są to pracownicy –na wydajność pracy.
- Monitorowanie poboru energii w budynkach. Monitorowanie napięcia sieci elektrycznej, mocy pobieranej (kW) i poboru energii (kWh) pozwala określić okresy maksymalnych obciążeń i możliwe miejsca w których można zaoszczędzić energię. Można monitorować sumaryczny pobór energii lub pobór energii przez poszczególne urządzenia.

## Często zadawane pytania

### **Pyt. Co jest konieczne do zainstalowania systemu ZW?**

**Odp.** Przed zainstalowaniem systemu radiowego ZW należy określić gdzie będą zainstalowane moduły pomiarowe i routery z uwzględnieniem potencjalnych przeszkód na drodze transmisji radiowej. Przeszkody te należy „ominać” przy użyciu routerów. Czasami jest niezbędne stosowanie pomysłowych rozwiązań, np. umieszczenie modułu pomiarowego przy podłodze dla ulepszenia komunikacji z routerem zainstalowanym w pomieszczeniu piętro niżej, bądź znalezienia lokalizacji gdzie można wywiercić dziurę w ścianie. Wszystkie niezbędne rady i zalecenia przydatne w budowaniu systemu są podane w „Poradniku instalowania systemu ZW”.

### **Pyt. Czy do używania systemu ZW jest konieczny oddzielny komputer?**

**Odp.** Odbiornik powinien być dołączony do komputera z uruchomionym programem HOBOWare (moduł HOBOnode Manager). Wówczas odbiornik przekazuje na bieżąco wszystkie dane zebrane z modułów do komputera przez kabel USB. Ważne: wszystkie opcje oszczędzania energii w komputerze powinny być wyłączone.

Odbiornik jest wyposażony w wewnętrzną pamięć buforową o pojemności 3.7 MB. W przypadku wyłączenia komputera lub zaniku jego zasilania, lub jeśli odbiornik zostanie odłączony od komputera, dane będą w dalszym ciągu zbierane w pamięci wewnętrznej odbiornika aż do jej zapełnienia.





**Pyt. Kiedy należy zastosować router?**

**Odp.** Router należy zastosować, jeśli odległość pomiędzy modułami pomiarowymi przekracza 90 m lub występuje fizyczna przeszkoda powodująca zakłócenia na drodze transmisji radiowej, lub jeśli zdarza się utrata połączenia z modułem w czasie gdy jest on zasilany z sieci. Np. w przypadku stwierdzenia że zdarza się utrata połączenia między dwoma modułami oddalonymi o 70 m, ale po zbliżeniu ich na odległość 40 m połączenie pracuje niezawodnie, należy wówczas rozważyć zastosowanie routera w połowie długości między tymi modułami.

**Pyt. Ile modułów pomiarowych może obsłużyć jeden router?**

**Odp:** Jeden router może transmitować dane z maksymalnie 12 węzłów sieci (modułów pomiarowych lub innych routerów).

**Pyt. Czy można dodać więcej modułów do sieci już skonfigurowanej?**

**Odp.** Tak, można dodawać i usuwać moduły zgodnie z potrzebami.

**Pyt: Co się dzieje jeśli łączność z którymś z węzłów zostanie chwilowo zablokowana i nie ma w pobliżu routera który zapewni ciągłość transmisji?**

**Odp.** Każdy moduł pomiarowy ma wbudowaną pamięć buforową o pojemności 128K, w której są zbierane dane z czujników. Z chwilą usunięcia przeszkody która spowodowała brak łączności, dane z pamięci zostaną przesłane przez sieć do odbiornika.

**Pyt. Jakie mogą być przeszkody na drodze transmisji?**

**Odp.** To mogą być grube ściany, duże urządzenia, metalowe drzwi. Jeśli moduły nie są rozmieszczone tak, że „widzą się” wzajemnie, to element stojący na linii widzenia może być przeszkodą. Jeżeli tak jest, należy zastosować router w celu ominięcia przeszkody.

**Pyt. Czy powinno się używać samodzielnych routerów, czy modułów pomiarowych ?**

**Odp.** To zależy, czy w miejscu gdzie powinien być umieszczony router zachodzi potrzeba zbierania danych pomiarowych. Jeśli tak, to należy zastosować moduł pomiarowy (ma on wbudowany router). Jeśli potrzeba jedynie retransmitować dane do odbiornika, wystarczy zastosować samodzielny router. Węzeł routera może być łatwo zamieniony w węzeł pomiarowy/router poprzez wymianę modułu. Należy pamiętać, że moduł pomiarowy pełni funkcję routera tylko wtedy, gdy jest zasilany przez adapter z sieci 230V.

**Pyt. Jakie funkcje alarmowe są dostępne w systemie ZW?**

**Odp:** W systemie ZW są dostępne alarmy systemowe i alarmy pomiarowe. Alarmy systemowe są aktywowane, jeśli nie było łączności z modułem w ciągu określonego czasu. Łączność jest sprawdzana przez system poprzez cykliczne połączenia kontrolne z modułami. Alarmy pomiarowe są aktywowane, gdy wynik pomiaru nie mieści się w zakresie ustawionym w czasie konfiguracji modułu. Komunikaty alarmowe mogą być wysłane w formie e-maila z komunikatem o alarmie, mogą być także sygnalizowane akustycznie i wizualnie na ekranie komputera.



**Pyt. Na jak długo wystarczają baterie modułu pomiarowego?**

**Odp.** Czas życia baterii zależy od częstotliwości zapisu danych do pamięci (interwału rejestracji) oraz od częstotliwości wysyłania danych do odbiornika (interwału transmisji). Jeśli np. interwał rejestracji wynosi 15 minut a interwał transmisji 1 godz., to czas życia baterii wyniesie ok. 1 roku.

**Pyt. Czy system ZW może pracować w sąsiedztwie innych systemów radiowych?**

**Odp.** Tak. System ZW pracuje w innych pasmach radiowych niż większość innych systemów, dlatego nie powinno być zakłóceń transmisji z tego powodu.