PORADNIK WODOMIERZOWY

wodomierze silnikowe

Opracował: Piotr Lewandowski
Cezary Walkowski

Spis treści:

1. Klasyfikacja wodomierzy
2. Wymagania ogólne dla wodomierzy
3. Zalecenia dotyczące doboru wodomierzy
4. Warunki i sposoby zabudowy wodomierzy
5. Ogólne warunki użytkowania wodomierzy
6. Przykłady współczesnych wodomierzy silnikowych

TORUŃ, 2004

1. Klasyfikacja wodomierzy

Wiedza o ilości dostarczanej i zużywanej wody to kluczowe zagadnienie gospodarki wodnej. Pomiar objętości zużywanej wody jest podstawą wymiarowania nie tylko urządzeń wodociągowych, ale również kanalizacyjnych i oczyszczalni ścieków. Stąd ogromnego znaczenia nabiera dobór optymalnych urządzeń pomiarowych, szczególnie w ostatnim dwudziestoleciu, w którym niemal na całym świecie notuje się racjonalizację zużycia wody.

Urządzeniami pomiarowymi służącymi do samoczynnego pomiaru objętości wody są wodomierze.

W zależności od zasady działania wodomierze możemy podzielić na:

- **Wodomierze silnikowe** (tachometryczne), w których przepływająca woda napędza bezpośrednio ruchomy element (np. tłok, wirnik, tarczę itp.). Obroty elementu ruchomego są mechanicznie lub w inny sposób przekazywane do urządzenia wskazującego (liczydła). W szczególności możemy wyróżnić dwa typy wodomierzy silnikowych:
  - **wirnikowe**, w których element ruchomy w postaci wirnika turbinowego lub śrubowego wprawiany jest w ruch bezpośrednio prędkością przepływającej wody. Obroty wirnika przekazywane są do mechanizmu liczydła, które zlicza objętość przepływającej wody. W zależności od rodzaju wirnika wodomierze dzielą się na:
    - skrzydełkowe jednostrumieniowe mokro lub suchobieżne,
    - skrzydełkowe wielostrumieniowe mokro lub suchobieżne,
    - śrubowe z wirnikiem poziomym,
    - śrubowe z wirnikiem pionowym, w tym specjalne wykonania, np. wodomierze studzienne.
  - **objętościowe** (komorowe), w których komory o znanej objętości są napełniane i opróżniane wodą przepływającą przez wodomierz za pośrednictwem specjalnego mechanizmu (np. tłoka). Liczydło wodomierza sumuje objętości przepływającej wody wskazując jej sumaryczną wartość.
- **Wodomierze sprzężone**, składające się z dwóch wodomierzy wirnikowych o różnych wielkościach oraz zaworu zmiennego obciążenia, regulującego samoczynnie strumień objętości wody tak, że przy małych strumieniach woda zostanie skierowana wyłącznie na wodomierz boczny (mały), przy dużych zaś – strumień wody w przeważającej wielkości przepływa przez wodomierz główny (duży).
- **Wodomierze zwężkowe** (manometryczne), w których przepływająca przez organ spiętrzający (kryza, dysza lub zwężka Venturiego) woda spowoduje spadek ciśnienia zależny od strumienia objętości. Za pośrednictwem elementu manometrycznego i urządzenia wskazującego (mechanicznego lub elektronicznego) wskazywana jest objętość wody.
- **Wodomierze upustowe**, w których w przewodzie głównym umieszczony jest organ spiętrzający (dysza, kryza itp.) wywołujący różnicę ciśnień i przepuszczający przeważającą część strumieni wody, w przewodzie zaś bocznym (upustowym) – wodomierz o niedużej wielkości, przez który przepływa niewielka relatywnie niewielka część wody. Teoretycznie wskazania wodomierza w przewodzie bocznym są proporcjonalne do ogólnej ilości przepływającej wody. Wodomierze upustowe z racji orientacyjnego pomiaru nie mają praktycznego zastosowania w gospodarce wodnej.
- **Wodomierze statyczne**, w których do określenia objętości przepływającej przez nie wody wykorzystuje się różne zjawiska fizyczne, przede wszystkim prawo indukcji magnetycznej Faradaya – wodomierze elektromagnetyczne oraz zjawisko rozchodzenia się fal dźwiękowych w wodzie – wodomierze ultradźwiękowe.
  W wodomierzach elektromagnetycznych rolę przewodnika elektrycznego spełnia woda, przewodność elektryczna której musi być większa od 15 μs/cm. Napięcie wzrasta w sposób liniowy względem prędkości przepływu wody. Objętość wody określana jest na podstawie rejestracji sygnałów pomiarowych. W wodomierzach ultradźwiękowych na prędkość rozchodzących się fal dźwiękowych ma wpływ kierunek przepływu i prędkość wody. Określając prędkość przepływu jednocześnie określa się jej objętość.

Przytłaczające zastosowanie w gospodarce wodnej posiadają wodomierze silnikowe i sprzężone. Współcześnie wspomagane najnowszymi osiągnięciami elektroniki i informatyki umożliwiają dodatkowo monitorowanie sieci wodociągowych.

W niniejszym opracowaniu omówiono terminologię, charakterystyki techniczne, metrologiczne oraz warunki zabudowy i eksploatacji współczesnych wodomierzy silnikowych: wirnikowych, śrubowych, objętościowych oraz sprzężonych różnych klas obciążeń, które mogą pracować przy nominalnym strumieniu objętości w zakresie od 0,6m^3/h do 4000m^3/h oraz maksymalnym dopuszczalnym ciśnieniu równym lub większym niż 10 barów.

2. Wymagania ogólne dla wodomierzy

Wymagania ogólne dotyczące konstrukcji, materiału i wykonania, a także wymagane charakterystyki metrologiczne dla wodomierzy silnikowych zawarte są w normach PN-ISO, dyrektywach EWG w sprawie dostosowania ustawodawstwa państw członkowskich dotyczących wodomierzy i zaleceniach Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej (OIML):

- dla wodomierzy wirnikowych i objętościowych do wody zimnej: norma PN-ISO 4064, dyrektywa EWG nr 75/33 i zalecenia OIML R 49-1;
- dla wodomierzy wirnikowych do wody ciepłej i gorącej: norma ISO 10385, dyrektywa EWG nr 79/830 i zalecenia OIML R 72;
- dla wodomierzy sprzężonych: norma PN-ISO 7858, dyrektywa EWG nr 75/33 i zalecenia OIML R 49-1.

Przewiduje się, że do końca 2004r. zostanie przyjęta przez Komisję Europejską nowa dyrektywa ujednolicająca wymagania dotyczące wodomierzy pod roboczą nazwą MID - Measuring Instruments Directive. Projekt MID zakłada wprowadzenie zupełnie nowej klasyfikacji wodomierzy w zależności od wymagań środowiskowych oraz zniesienie dotychczas stosowanych klas metrologicznych i zastąpienie ich trzema ciągami wskaźników utworzonych ze zdefiniowanych strumieni objętości. Z racji trwających prac nad MID niniejsze opracowanie pomija dokładniejsze przybliżenie projektu.

Jednocześnie należy zwrócić uwagę, że zarówno aktualne zalecenia norm ISO; PN-ISO i OIML, wymagania dyrektyw EWG jak i projekt wymagań MID pozostawiają nadrzędność wymagań krajowych, przede wszystkim w zakresie wymagań legalizacyjnych. W Polsce nadrzędnymi dla ww. zaleceń i wymagań są dwa Rozporządzenia Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej:

- w sprawie kontroli prawnej przyrządów pomiarowych,
- w sprawie wymagań metrologicznych, którym powinny odpowiadać wodomierze.

2.1. Podstawowe wymagania dotyczące konstrukcji wodomierzy

- Wielkość wodomierza jest charakteryzowana za pomocą wymiaru gwintu króćców albo średnicy nominalnej kołnierza. Każdej wielkości wodomierza odpowiadają wymiary gabarytowe. Wyróżnikiem wielkości wodomierza jest wartość jego nominalnego strumienia objętości (Qn) wyrażona w „m^3/h". W niniejszej publikacji, dla celów informacyjnych, wybrane, podstawowe wymiary podano w tablicach 1 i 2:

Tablica 1
Wielkość wodomierza i odpowiadające im podstawowe wymiary wodomierzy o połączeniach gwintowanych

Wielkość wodomierza		Wymiary wodomierza	
Qn	Wymiary nominalne przyłączy gwintowych *)	Gwint króćca	Długość zabudowy, L_1 **)
[m^3/h]	[cale]	[cale]	[mm]
-	-	G ¾ B	80
0,6	G ¾ B	G ¾ B	110
1	G ¾ B	G ¾ B	130
1,5	G ¾ B	G ¾ B	165
2,5	G 1 B	G 1 B	190
3,5	G1 ¼ B	G1 ¼ B	260
6	G 1 ½ B	G 1 ½ B	260
10	G 2	G 2	300
*) Wymiar gwintu następnej większej wartości jest akceptowany. **) Oznaczenie długości zabudowy wg PN-ISO 4064-1.			

Tablica 2

Wielkość wodomierza i odpowiadające im podstawowe wymiary wodomierzy o połączeniach kołnierzowych

Wielkość wodomierza			Wymiary wodomierza			
Qn				Długość zabudowy, L_1 **)		
Wodomierze wirnikowe jedno-wielostrumieniowe, Wodomierze objętościowe	Wodomierze śrubowe	DN *)	DN *)	Wodomierze wirnikowe jedno-wielostrumieniowe, Wodomierze objętościowe	Wodomierze śrubowe	
					zalecane	alternatywne
[m^3/h]	[m^3/h]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
15	15	50	50	350	300	200
20	25	65	65	450	300	200
30	40	80	80	500	350	200
50	60	100	100	650	350	250
	100	125	125		350	250
	150	150	150		500	300
	250	200	200		500	350
	400	250	250		600	450
	600	300	300		800	500
	1000	400	400		800	600
	1500	500	500		1000	800
	2500	600	600		1200	1000
	4000	800	800		1200	1200
*) DN = wymiar nominalny przyłącza kołnierzowego. **) Oznaczenie długości zabudowy wg PN-ISO 4064-1.						

- Wodomierz działający na zasadach mechanicznych powinien posiadać odporność temperaturową do wody zimnej do 30^{O}C lub ciepłej do 90^{O}C lub gorącej do 130^{O}C.
- Wodomierz działający na zasadach elektronicznych przeznaczony jest do pomiaru wyłącznie wody zimnej do 30^{O}C.
- W skład wodomierza powinny wchodzić co najmniej następujące urządzenia:
  - przetwornik pomiarowy,
  - liczydło,
  - urządzenie wskazujące,
  - urządzenie regulacyjne (adiustacyjne).
- Układy elektroniczne urządzeń wchodzących w skład wodomierza mogą posiadać konstrukcję i oprogramowanie umożliwiające korekcję i autokontrolę realizowanych funkcji, prowadzoną w sposób ciągły lub okresowo, przy czym urządzenie korekcyjne nie może być stosowane do regulacji wodomierza.
- Nadajnik impulsów wodomierza nie może wpływać na właściwości metrologiczne wodomierza.
- Konstrukcja wodomierza powinna zapewnić:
  - trwałość podczas użytkowania,
  - zabezpieczenie przed oszustwem,
  - wytrzymałość i szczelność podczas ciągłego przepływu wody o górnym granicznym ciśnieniu wody nie mniejszym niż 10bar przy maksymalnej dopuszczalnej temperaturze.
- Urządzenie przełączające wodomierza sprzężonego powinno być skonstruowane tak, aby:
  - wodomierz główny nie działał przy strumieniu objętości mniejszym od jego minimalnego strumienia objętości,
  - wodomierz boczny nie był poddawany działaniu strumienia objętości przekraczającego 1,2 jego nominalnego strumienia objętości,

- w przypadku, gdy pośredni strumień objętości wodomierza sprzężonego jest równy pośredniemu strumieniowi wodomierza bocznego, wówczas przełączenie musi następować przy takiej wartości strumienia objętości, aby wodomierz głowny nie został poddany działaniu strumienia objętości mniejszego od pośredniego strumienia objętości wodomierza głównego.

- Obszar nieciągłości zakresu obciążeń pomiarowych dla wodomierza sprzeżonego powinien znajdować się pomiędzy minimalnym i nominalnym strumieniem objętości wodomierza sprzężonego i posiadać wartość minimalną.
- Wodomierze powinny być wykonane z materiałów:
  - o odpowiedniej wytrzymałości i trwałości,
  - odpornych na wewnętrzna i zewnętrzną korozję albo zabezpieczonych przed korozją poprzez odpowiednią obróbkę powierzchniową,
  - odpornych na zmiany temperatury wody w:
    - zakresie temperatur pracy – dla wodomierzy do wody zimnej,
    - przekraczające górną granicę zakresu temperatur o $20^{O}C$ – dla wodomierzy do wody ciepłej i gorącej,
  - nietoksycznych, nie zanieczyszczających wody, biologicznie obojętnych – dla wodomierzy do wody zimnej.
- Konstrukcja liczydła wodomierza powinna umożliwiać:
  - wprowadzenie wszystkich parametrów stałych w procesie pomiarowym, które są przedmiotem prawnej kontroli metrologicznej,
  - podłączenie urządzeń peryferyjnych, przy czym urządzenia peryferyjne i oprogramowanie nie powinny oddziaływać wzajemnie.
- Urządzenia wskazujące wodomierzy powinny zapewniać jednoznaczny i niezawodny odczyt objętości przepływu wody, wyrażony w metrach sześciennych, realizowany w sposób ciągły lub na żądanie za pomocą:
  - położenia jednej lub wielu wskazówek obracających się względem jednej lub wielu podziałek rozmieszczonych na podzielni, lub jednej lub wielu tarcz z podziałkami kołowymi obracających się względem nieruchomej wskazówki (urządzenie analogowe),
  - szeregu cyfr umieszczonych na powierzchniach obrotowych cylindrycznych bębenków, które są widoczne w jednym lub wielu otworach lub szeregu cyfr na wyświetlaczu (urządzenie wskazujące cyfrowe),
  - połączonych sposobów, umownie zwanymi „urządzeniam wskazującymi cyfrowo-analogowymi,
  - wskazówki powinny poruszać się ruchem ciągłym, zgodnie z kierunkiem obrotu wskazówek zegara, a przyrost wskazań cyfrowych powinien odbywać się poprzez ruch ocyfrowanych bębenków bębenków dołu do góry,
  - oznaczenie jednostki miary „m^3” powinno być umieszczone na podzielni lub wyświetlaczu blisko wskazań cyfrowych,
  - elementy wskazujące „m^3” i jego wielokrotności powinny być oznaczone kolorem czarnym, a podwielokrotności „m^3” kolorem czerwony,
  - podziałka powinna być ocyfrowana liczbami odpowiadającymi wartościom objętości w „m^3” lub związanym z nią mnożnikiem (np. x,0,001; x0,01 ….),
  - urządzenie wskazujące wodomierza powinno być zabezpieczone przeźroczystym oknem i/lub dodatkowo odpowiednio skonstruowaną pokrywą,
  - urządzenie wskazujące powinno być zabezpieczone przed tworzeniem się skroplin na wewnętrznej stronie przeźroczystego okna,
  - urządzenia wskazujące wodomierzy sprzężonych powinny być tego samego typu,
  - urządzenie wskazujące powinno być wyposażone w element umożliwiający wizualizację obrotów organu ruchomego wodomierza.

- Zakres wskazań wodomierza powinien być taki, aby urządzenie wskazujące wodomierza wskazywało bez możliwości powrotu do zera wartość objętości odpowiadającej co najmniej:
  - dla wodomierza działającego na zasadach mechanicznych - 1999 godzinom pracy przy nominalnym strumieniu objętości,
  - dla wodomierza działającego na zasadach elektronicznych - 1600 godzinom pracy przy nominalnym strumieniu objętości.
- Wodomierze działające na zasadach elektronicznych mogą posiadać zasilanie elektryczne z zewnętrznego źródła lub z niewymiennych baterii lub baterii wymienialnych spełniając następujące warunki:
  - w przypadku zasilania zewnętrznego oraz baterii wymienialnych wodomierz powinien być tak skonstruowany, aby w przypadku przerwy w dostarczaniu energii, wskazania liczydła wodomierza występujące przed przerwą nie były utracone i pozostały dostępne przez minimum jeden rok,
  - bateria niewymienialna, powinna zapewnić funkcjonowanie wodomierza co najmniej jeden rok dłużej niż okres działania wodomierza,
  - sposób wymiany baterii powinien być taki, aby nie powodowało to uszkodzenia cech nałożonych przez administrację miar.
- Wodomierze powinny być wyposażone w elementy umożliwiające nałożenie cech legalizacyjnych i zabezpieczających tak, aby przed i po właściwym zainstalowaniu wodomierza, nie było możliwości dokonania demontażu lub zmian w wodomierzu lub jego urządzeniu adiustacyjnym bez uszkodzenia tych cech.
- Jeśli pokrywa wodomierza jest odłączalna, nie powinna być używana do nakładania cech i nanoszenia oznaczeń.
- Konstrukcja wodomierza sprzężonego powinna uniemożliwiać demontowanie lub zamianę wodomierzy składowych lub urządzenia przełączającego bez uszkodzenia cech legalizacyjnych lub cech zabezpieczających,
- Na korpusie lub podzielni wodomierza powinny być umieszczone oddzielnie lub zgrupowane razem wykonane w sposób trwały i czytelny:
  - nazwa lub znak producenta,
  - znak zatwierdzenia typu,
  - rok produkcji,
  - nr fabryczny wodomierza,
  - jedna lub dwie strzałki wskazujące kierunek przepływu,
  - jednostka miary ”m^3”,
  - górne graniczne ciśnienie wody w barach jeśli przekracza 10 bar,
  - maksymalna dopuszczalna temperatura wody – dla wodomierzy do wody ciepłej i gorącej,
  - litery „V” lub „H” w przypadku, gdy wodomierz może pracować tylko w położeniu pionowym (V) lub poziomym (H),
  - wartość nominalnego strumienia objętości w „m^3/h”,
  - klasa metrologiczna.
- Na wodomierzach sprzężonych oprócz powyższych oznaczeń powinny być umieszczone:
  - wartość pośredniego strumienia objętości w „m^3/h”,
  - maksymalna strata ciśnienia.
- Na wodomierzach działających na zasadach elektronicznych dodatkowo należy zamieścić:
  - napięcie i częstotliwość, dla zewnętrznego źródła zasilania,
  - datę ostatniej wymiany baterii, dla wymienialnej baterii,
  - ostatnią datę wymiany wodomierza, dla niewymienialnej baterii.

2.2. Podstawowe charakterystyki metrologiczne wodomierzy

- Wodomierze silnikowe charakteryzują następujące strumienie objętości (iloraz objętości wody przepływającej przez wodomierz w przyjętej jednostce czasu, w jakim nastąpił przepływ):
  - maksymalny strumień objętości (Q_{max}),
  - nominalny strumień objętości (Q_n),
  - pośredni strumień objętości (Q_t),
  - minimalny strumień objętości (Q_{min}),
  - stosunek Q_{max}/Q_n powinien wynosić 2,
  - stosunek Q_t/Q_n i Q_{min}/Q_n w zależności od klasy metrologicznej przedstawiono w Tablicy 3 i 4.

Tablica 3

Stosunek pośredniego strumienia objętości do nominalnego (Q_t/Q_n) i stosunek minimalnego strumienia objętości do nominalnego (Q_{min}/Q_n) w zależności od klasy metrologicznej dla wodomierzy silnikowych do wody zimnej

Klasy	Q_n	
	< 15m^3/h	≥ 15m^3/h
Klasa A		
Wartość Q_{min}	0,04 Q_n	0,08 Q_n
Wartość Q_t	0,10 Q_n	0,30 Q_n
Klasa B		
Wartość Q_{min}	0,02 Q_n	0,03 Q_n
Wartość Q_t	0,08 Q_n	0,20 Q_n
Klasa C		
Wartość Q_{min}	0,01 Q_n	0,006 Q_n
Wartość Q_t	0,015 Q_n	0,015 Q_n

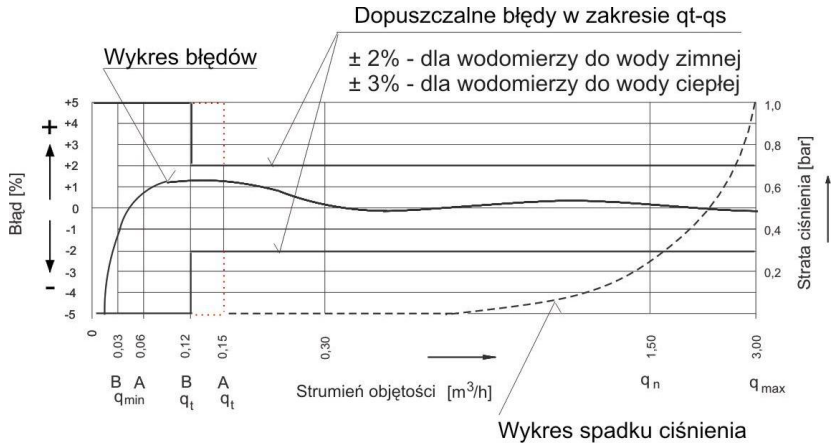
Tablica 4

Stosunek pośredniego strumienia objętości do nominalnego (Qt/Qn) i stosunek minimalnego strumienia objętości do nominalnego (Qmin/Qn) w zależności od klasy metrologicznej dla wodomierzy silnikowych do wody ciepłej i gorącej

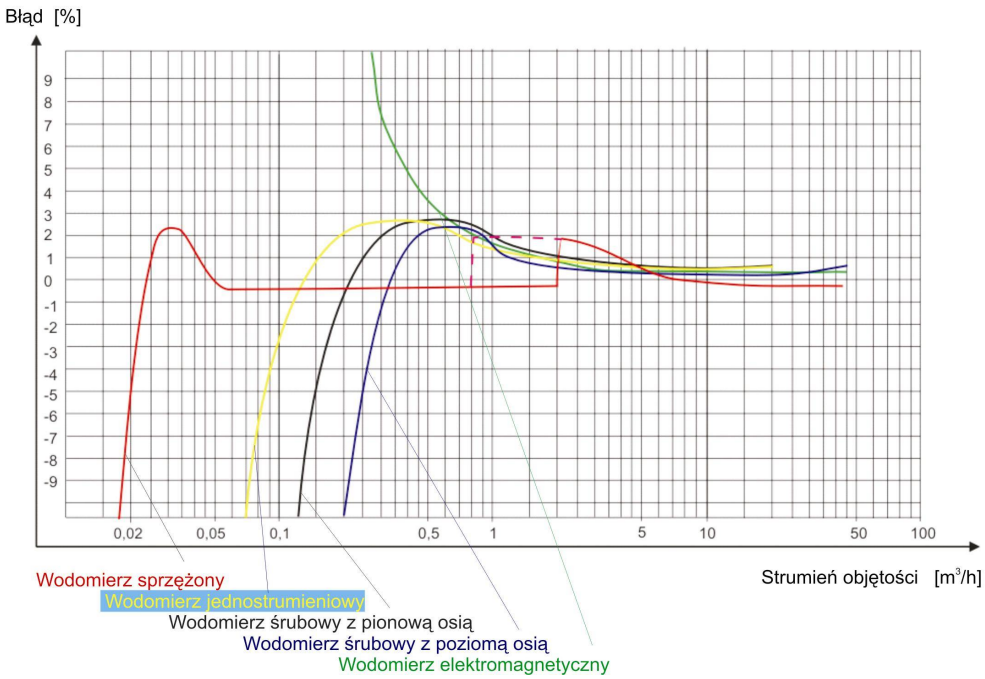
Klasy	Q_n	
	< 15m^3/h	≥ 15m^3/h
Klasa A		
Wartość Q_{min}	0,04 Q_n	0,08 Q_n
Wartość Q_t	0,10 Q_n	0,20 Q_n
Klasa B		
Wartość Q_{min}	0,02 Q_n	0,04 Q_n
Wartość Q_t	0,08 Q_n	0,15 Q_n
Klasa C		
Wartość Q_{min}	0,01 Q_n	0,02 Q_n
Wartość Q_t	0,06 Q_n	0,10 Q_n
Klasa D		
Wartość Q_{min}	0,01 Q_n	-
Wartość Q_t	0,015 Q_n	-

- Błędy graniczne wodomierzy silnikowych do wody zimnej wynoszą:
  - ± 2% w przedziale górnym zakresu obciążeń ($Q_t \leq Q \leq Q_{max}$),
  - ± 5% w przedziale dolnym zakresu obciążeń ($Q_{min} \leq Q < Q_t$).

- Błędy graniczne wodomierzy silnikowych do wody ciepłej i gorącej wynoszą:
  - ± 3% w przedziale górnym zakresu obciążeń ($Q_t \leq Q \leq Q_{max}$),
  - ± 5% w przedziale dolnym zakresu obciążeń ($Q_{min} \leq Q < Q_t$).
- Błędy graniczne dopuszczalne wodomierzy sprzężonych przy zatwierdzeniu typu i legalizacji są równe błędom granicznym dopuszczalnym dla wodomierzy składowych.
- Strata ciśnienia nie może przekroczyć 1,0 bar przy maksymalnym strumieniu objętości (Q_{max}). Strata ciśnienia dotyczy wodomierza łącznie z elementami stanowiącymi integralną część jego wyposażenia (filtr, prostownica strumienia itp.). W zależności od wartości straty ciśnienia przy maksymalnym strumieniu objętości wodomierze są klasyfikowane do jednej z czterech grup: 1,0 bar; 0,6 bar; 0,3 bar; 0,1 bar.
- Wodomierz nie może zmieniać wskazań przy przepływie równym 0. Błędy wskazań wodomierza przy przepływie wstecznym powinny być zawarte w takim samych granicach jak dla właściwego przepływu.
- Przykładowy wykres błędów i straty ciśnienia dla wodomierza jednostrumieniowego o wielkości Qn 1,5 m^3/h



- Przykładowe wykresy błędów dla różnych typów wodomierzy o wielkości Qn 15 m^3/h



2.3. Zatwierdzenie typu i legalizacja wodomierzy

Szczegółowy tryb wykonywania prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych, w szczególności:

- zatwierdzenia typu polegającego na wykazaniu na podstawie wyników przeprowadzonych badań, że dany typ wodomierza spełnia wymagania metrologiczne określone we właściwych przedmiotowo przepisach,
- legalizacji polegającej na sprawdzeniu, stwierdzeniu i poświadczeniu dowodem legalizacji, że przyrząd pomiarowy spełnia te wymagania

określony został w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej w sprawie kontroli prawnej przyrządów pomiarowych.

W myśl ww. Rozporządzenia każdy wodomierz wprowadzany do obrotu publicznego musi być opatrzony właściwą cechą legalizacyjną. Aktualnie cechę legalizacyjną stanowią:

- cecha właściwego urzędu;
- cecha legalizacyjna roczna i cecha legalizacyjna miesięczna.

Okres ważności cechy legalizacyjnej wynosi:

- 61 miesięcy - dla wodomierzy do wody zimnej o nominalnym strumieniu objętości $q_p <= 10\ m^3/h$;
- 49 miesięcy - dla wodomierzy do wody ciepłej lub gorącej o nominalnym strumieniu objętości $q_p <= 10\ m^3/h$;
- 49 miesięcy - dla wodomierzy do wody zimnej, ciepłej lub gorącej o nominalnym strumieniu objętości $q_p < 10 m^3/h$.

Cecha legalizacyjna traci ważność przed upływem okresu, w razie:

- uszkodzenia wodomierza;
- uszkodzenia cechy legalizacyjnej albo którejkolwiek z cech urzędu (zabezpieczających);
- stwierdzenia, że błędy wskazań wodomierza przekraczają błędy.

Ważne zatwierdzenie typu oraz atest higieniczny dają gwarancję, że materiały z których wykonano wodomierz i elementy łączące go z instalacją:

- spełnią wymagania dla materiałów dopuszczonych do kontaktu z wodą pitną;
- posiadają niezbędną odporność na korozję.
- nie będą wywoływać korozji pozostałych elementów instalacji wodociągowej, a wodomierz zachowa obiegową klasę dokładności w czasie eksploatacji.

3. Zalecenia dotyczące doboru wodomierzy

Pojecie doboru wodomierza jest zagadnieniem na tyle trudnym, że praktycznie do dnia dzisiejszego nie istnieje jednoznaczna, skuteczna i ogólnie przyjęta metoda czy też wzór, który należy zastosować, aby poprawnie i z jak najlepszym efektem opomiarować przyłącze wodomierzowe.
Związane jest to wieloma czynnikami, z których trzy mają zasadniczy wpływ:

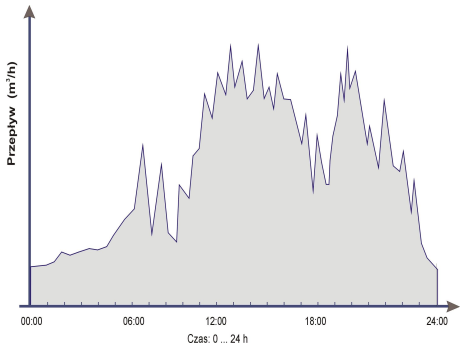
- różnorodność struktur odbiorców pod względem wielkości zapotrzebowania w wodę oraz dynamiki przepływu strumienia objętości - budynki mieszkalne (np. wieżowce, domy jednorodzinne), szkoły, hotele, biura, urzędy publiczne, sklepy, markety, stacje benzynowe, zakłady przemysłowe etc;
- różnorodność typów i wielkości wodomierzy, o których mowa była w rozdziałach poprzednich;
- drastyczne zmniejszenie zużycia wody zarówno przez odbiorców indywidualnych jak i przemysł;

W ciągu ostatnich 10 lat w Polsce mniej więcej o połowę spadło zużycie wody w gospodarstwach domowych. W 1992 statystycznie jeden mieszkaniec zużywał ok. 240L/Md natomiast już w roku 2002 tylko ok. 120L/Md. Taka tendencja spowodowana była tzw. transformacją gospodarki, wprowadzaniem nowocześniejszych urządzeń pomiarowych i armatury czerpalnej, likwidacją nieszczelności instalacji oraz wprowadzeniem indywidualnego opomiarowania, czyli zasady „ każdy płaci za siebie ”.

W konsekwencji większość ogólnie przyjętych normatywów i zasad dotyczących doboru wodomierzy zdezaktualizowała się stawiając projektantów instalacji wodnych przed nowymi realiami.

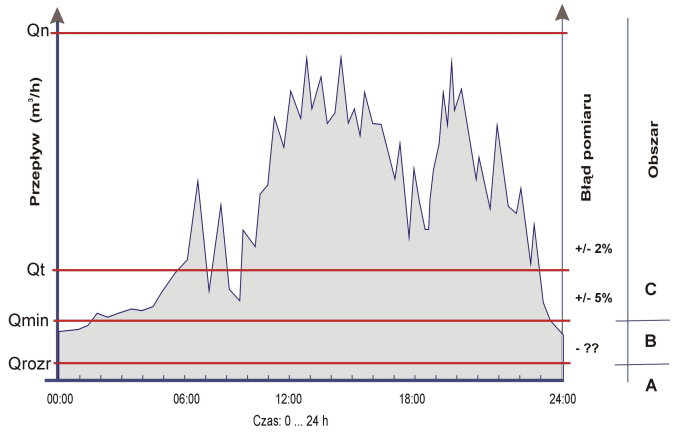
3.1 Istota doboru wodomierzy

Istotę i zasadność doboru wodomierza zilustrować można przy pomocy połączenia 2 wykresów, tzn. nałożenia na wykres profilu rozbioru (strumienia objętości) wody przyłącza wodomierzowego ogólnej charakterystyki błędu wodomierza z uwypukleniem parametrów metrologicznych.



- Hipotetyczny wykres profilu strumienia objętości dla przyłącza wodomierzowego

W wyniku nałożenia uzyskujemy wykres, na którym wyróżnić możemy 3 zasadnicze obszary:



- Wykres profilu strumienia objętości wraz z naniesionymi parametrami Q wodomierza

- **Obszar A** - nie opomiarowany - poniżej Qroz wodomierza (próg rozruchu - minimalna wartość strumienia objętości, przy której następuje zmiana wskazań wodomierza). W obszarze tym wirnik wodomierza jest zatrzymany, wodomierz nie zlicza objętości przepływającej wody.
- **Obszar B** – opomiarowany – pomiędzy Qroz a Qmin wodomierza. W obszarze tym wskazania wodomierza obarczone są dużym błędem ujemnym, o wartości trudnej do określenia.
- **Obszar C** - opomiarowany – pomiędzy Qmin a Qmax wodomierza. W obszarze tym wodomierz wskazuje wartości z zachowaniem błędów wskazań w granicach dopuszczalnych względnych błędów granicznych.

Jak można sobie wyobrazić przy niewłaściwie dobranym wodomierzu do rzeczywistych strumieni, jakie występują na przyłączu, każdego dnia nie rejestrowana może być pewna grupa przepływów powodując tym samym stratę dla dostawcy lub sprzedawcy wody.

Dlatego też, istota doboru urządzenia pomiarowego – wodomierza – z punktu widzenia metrologicznego polega na takim wyborze wielkości i typu, aby jego zakres pomiarowy (Qmin do Qmax) pokrył możliwie całą krzywą rozbioru wody występującą na przyłączu.

Inne czynniki determinujące wybór wodomierza:

- Temperatura medium;
- Ciśnienie zasilania;

- Dopuszczalne straty ciśnienia na wodomierzu;
- Możliwości instalacyjne – dostosowanie wodomierza i jego zabudowy do warunków instalacji;

Jak wynika z doświadczeń producentów idealną sytuacją dla prawidłowej eksploatacja wodomierza oraz jakości pomiaru jest następujący rozkład procentowy występującego strumienia objętości:

Qmin-Qt=25%

Qt-Qn =70%

Qn-Qmax=5%

Sytuacja taka jednak w rzeczywistości występuje bardzo rzadko.

Nieoptymalny dobór wodomierza pociąga za sobą konsekwencje zarówno, w przypadku zastosowania wodomierza o zbyt dużym strumieniu nominalnym Qn jak i zbyt małym strumieniu nominalnym Qn.

Wodomierz o zbyt dużym strumieniu nominalnym Qn – przewymiarowany:

- zmniejszenie dokładności pomiarów w dolnym zakresie przepływów,
- zwiększenie kosztów inwestycyjnych,
- problemy ze zbilansowaniem wody – np. w mieszkalnictwie wodomierz domowy, a wodomierze mieszkaniowe (strata po stronie dostawcy wody)

Wodomierz zbyt małym strumieniu nominalnym Qn - niedowymiarowany:

- przeciążenie wodomierza – przyspieszona eksploatacja mechanizmów wewnętrznych,
- zwiększenie wydatków na naprawę lub wymianę,
- problemy ze zbilansowaniem wody – np. w mieszkalnictwie wodomierz domowy, a wodomierze mieszkaniowe (strata po stronie odbiorcy wody)

3.2 Metody doboru wodomierzy

3.2.1 W oparciu o normy

Na dzień dzisiejszy w Polsce obowiązują dwie normy wykorzystywane do doboru urządzeń do pomiaru objętości wody:

- PN-92 B-01706 „Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu” z 1992r.
- PN-ISO 4064-2 „Wodomierze do wody pitnej zimnej. Wymagania instalacyjne” z 1997r.

Norma PN-92 B-01706

Przedmiotem tej normy są wymagania w projektowaniu instalacji wodociągowych wody zimnej i ciepłej.

Przy określaniu wymiarowania przewodów wodociągowych wyznacza się tzw. przepływ obliczeniowy Q dla instalacji gdzie podstawowymi danymi są Qn - normatywy wypływu wody z punktów czerpalnych, dm^3/s. Wartości wypływu, w zależności od rodzaju punktu czerpalnego (baterie czerpalne, płuczka ciśnieniowa, głowica natrysku, etc.) podane są w tabeli.

Doboru wodomierza dokonuje się poprzez porównanie przepływu obliczeniowego dla instalacji ze strumieniem nominalnym Qn wodomierza, przy czym spełniony musi być warunek:

$$q \leq Qs/2 \text{ oraz } DN \leq d$$

gdzie:

Qmax – maksymalny strumień objętości dla wodomierza podany przez producenta;

DN- nominalna średnica dobranego wodomierza, mm.;

d- średnica przewodu na którym wodomierz ma być zainstalowany, mm.;

Norma ta jest chętniej i częściej wykorzystywana przez projektantów. Jednak, jak wykazuje praktyka, oparcie się tylko na jej zapisie i wyliczeniach, bez uwzględnienia obserwowanego od kilku lat drastycznego spadku zużycia wody przez mieszkańców, może powodować nieoptymalny dobór wodomierzy, a tym samym powodować straty dostawcy lub sprzedawcy wody.

Przykład 1: Budynek mieszkalny

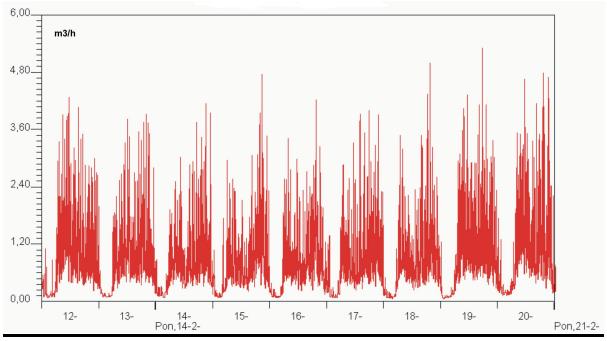
- ilość mieszkań 85
- suma normatywnych wypływów na 1 mieszkanie $\Sigma qn=0,89\ dm^3/s$
- $\Sigma qn=0,89\ dm^3/s * 85$mieszkań = $\underline{75,65}\ dm^3/s$

Na podstawie normy PN-92/B-01706 przepływ obliczeniowy q dla budynku:

$$q=1,7*(\Sigma qn)^{0,21}-0,7=1,7*(\underline{75,65})^{0,21}-0,7=3,52 dm^3/s \quad tj.\underline{12,66 m^3/h}$$

Dla takiego przepływu na przyłączu, uwzględniając wytyczne normy, koniecznym byłoby zastosowanie wodomierza o $Qn=15m^3/h$. Natomiast w wyniku monitorowania rejestratorem cyfrowym strumienia objętości dla przyłącza uzyskano następujące wartości:

$Qmin=0,05m^3/h$, $Qmax=5,30m^3/h$, $Qśre=0,76m^3/h$,



- wykres rejestracji rzeczywistego strumienia objętości dla przyłącza wodomierzowego

Biorąc pod uwagę uzyskane wartości (bez analizy instalacji pod kątem p. poż.) z metrologicznego punktu widzenia zalecanym dla tego przyłącza byłby wodomierz o strumieniu nominalnym $Qn=6m^3/h$.

Wyznaczony zgodnie z normą PN-92 B-01706 wodomierz o strumieniu nominalnym $Qn=15m^3/h$ będzie znacznie przewymiarowany.

Przykład 2: Budynek mieszkalny

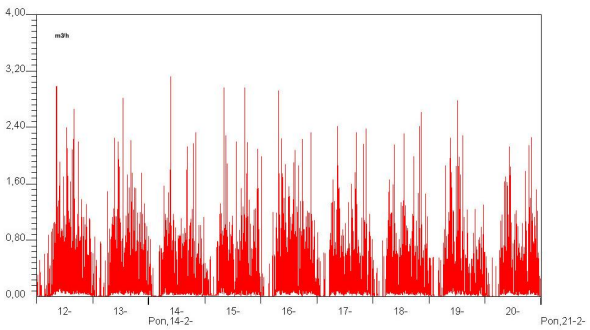
- ilość mieszkań 20
- suma normatywnych wypływów na 1 mieszkanie $\Sigma qn=0,89\ dm^3/s$
- $\Sigma qn=0,89\ dm^3/s * 20$ mieszkań = $\underline{17,80}\ dm^3/s$

Na podstawie normy PN-92/B-01706 przepływ obliczeniowy q dla budynku:

$$q=0,682*(\Sigma qn)^{0,45}-0,14=0,682*(\underline{17,80})^{0,45}-0,14=2,35\ dm^3/s \text{ tj. } \underline{8,46\ m^3/h}$$

Dla takiego przepływu na przyłączu koniecznym byłoby zastosowanie wodomierza o $Qn=10m^3/h$. W wyniku monitorowania strumienia objętości rejestratorem dla tego przyłącza uzyskano następujące wyniki:

$Qmin=0,01m^3/h$, $Qmax=3,12m^3/h$, $Qśre=0,15m^3/h$,



- wykres rejestracji rzeczywistego strumienia objętości dla przyłącza wodomierzowego

Dla tych wartości (bez analizy instalacji pod kątem p. poż.) z metrologicznego punktu widzenia zalecanym dla tego przyłącza byłby wodomierz o strumieniu nominalnym Qn=3,5m^3/h.

Podobnie jak w poprzednim przykładzie wyznaczony zgodnie z normą PN-92 B-01706 wodomierz o strumieniu nominalnym Qn=10m^3/h będzie znacznie przewymiarowany.

Jak widać na tych dwóch przykładach bezkrytyczne posługiwanie się normą może spowodować nieoptymalny dobór wodomierza.

Norma PN-ISO 4064-2

Przedmiotem tej międzynarodowej normy są kryteria doboru wodomierzy, odpowiednie wyposażenie instalacji, szczególne wymagania dla niektórych wodomierzy i dla pierwszego uruchomienia nowych lub naprawionych wodomierzy, w celu zapewnienia dokładnego stałego pomiaru i niezawodnego odczytu wodomierza.

Zastępując normę PN-91 M-54910 zadaniem jej było uregulowanie zasady doboru wodomierzy i zabudowy zestawów wodomierzowych.

W punkcie 2 normy zawarte są „Kryteria doboru wodomierzy".

Typ, klasa obciążeń i wielkość wodomierzy są określone według warunków pracy instalacji, ze szczególnym uwzględnieniem następujących czynników:

- osiągalnego ciśnienia zasilania;
- właściwości fizycznych i chemicznych wody;
- dopuszczalnej straty ciśnienia na wodomierzu;
- spodziewanych strumieni objętości: strumienie objętości Qmin, Qn, Qmax wodomierza powinny odpowiadać przewidywanym warunkom przepływu w instalacji;

Ze względu na zapisy norma ta wymaga od projektantów czy też osób dokonujących doboru wodomierza wyznaczenia lub zmierzenia strumieni objętości dla danego punktu pomiarowego, co w praktyce ma miejsce bardzo rzadko.

Dodatkowo należy pamiętać, iż zawsze decydujący głos w możliwościach eksploatacyjnych danego typu wodomierza ma jego producent. To on w swoich kartach katalogowych podaje możliwe do osiągnięcia parametry strumienia objętości, które nie wpłyną na uszkodzenie wodomierza i pozwolą na jego efektywną długoletnią pracę.

Z reguły przyjmuje się, iż dopuszczalne ciągłe obciążenie wodomierza nie powinno przekraczać wartości 0,6-0,8 Qn. Po przekroczeniu tej wielkości możemy liczyć się z przyspieszonym zużyciem eksploatacyjnym wodomierza i stopniowym pogarszaniem się jego metrologii.

Należy zauważyć, iż norma ta wskazała kryteria i kierunek postępowania w celu przeprowadzenia poprawnego doboru wodomierza jednak nie podaje konkretnych metod. Dlatego też projektanci nie mając konkretnych metod z reguły powracają do normy PN-92 B-01706 i stosują ją jako jedyną do doboru wodomierzy.

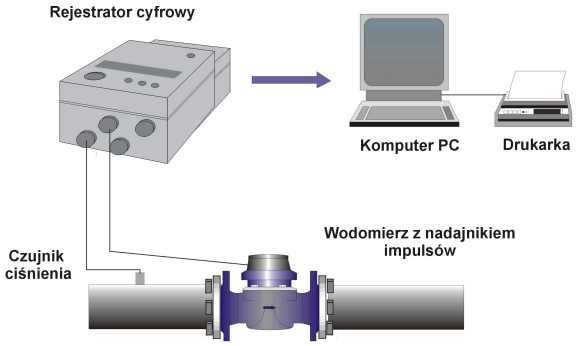
3.2.2 W oparciu o rejestrację przepływu

Zdecydowanie najlepsze efekty i najbardziej wiarygodne wyniki daje metoda doboru wodomierza w oparciu o cyfrową rejestrację strumienia objętości, czyli profilu rozbioru wody na przyłączu.

W celu prowadzenia ciągłej rejestracji strumienia objętości, na przyłączu wodociągowym zainstalowany zostaje wodomierz, wstępnie dobrany do przyłącza na podstawie np. normy, wyposażony w nadajnik impulsów (kontaktronowy lub optoelektroniczny), do którego podłączony jest rejestratory cyfrowy.

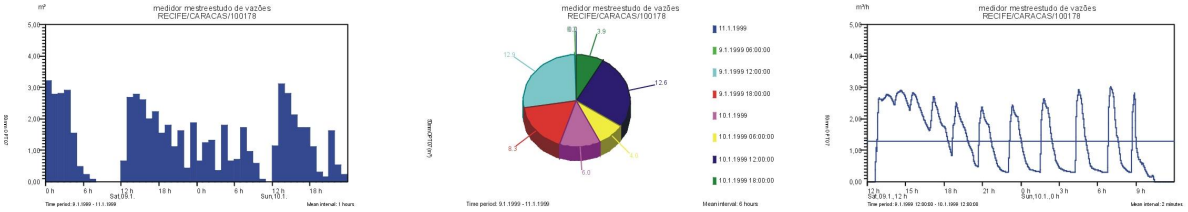
Zasada rejestracji jest następująca - mikroprocesor rejestratora cyfrowego, zarządzany poprzez program zapisany w pamięci, z wewnętrznego zegara czasu rzeczywistego odczytuje w rejestratorze czas wraz z wystąpieniem impulsu generowanego przez nadajnik impulsowy i zapisuje taką informację do pamięci z uwzględnieniem bieżącej daty.

Nowoczesne rejestratory cyfrowe pozwalają rejestrować na kanale cyfrowym przepływ (z rozdzielczością zapisu wszystkich wartości), a na kanale analogowym ciśnienie (z okresem próbkowania 0,1s-24h).



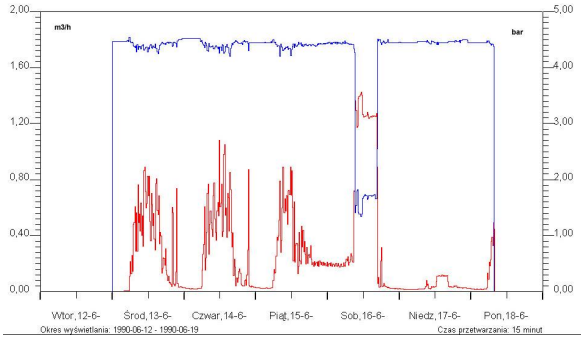
- Schemat podłączenia rejestratora cyfrowego do wodomierza i czujnika ciśnienia.

Otrzymane po zakończeniu rejestracji dane, w oprogramowaniu służącym do zarządzania rejestratorem, poddane są analizie w wyniku, której uzyskuje się miedzy innymi informację na temat rzeczywistych strumieni objętości Q z uwzględnieniem wartości maksymalnych Qmax, minimalnych Qmin, średnich Qśre oraz wartości zużycia wody w dowolnych okresach doby.



- Graficzna analiza danych

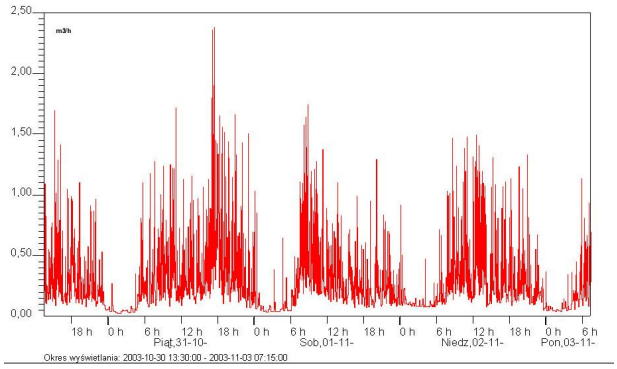
- Możliwość szczegółowej obserwacji istotnych okresów rejestracji



- Jednoczesna rejestracja strumienia objętości oraz ciśnienia

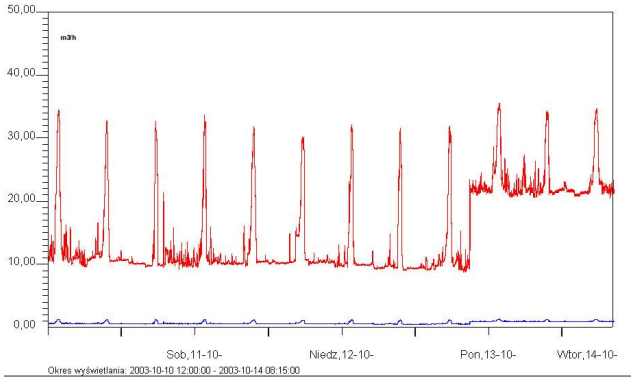
3.2.3 Przykłady rejestracji i doboru wodomierzy

1. Przyłącze domowe DN=32mm budynku wielorodzinnego, woda zimna, 10 mieszkań, 35 lokatorów, wydzielona instalacja p. poż..



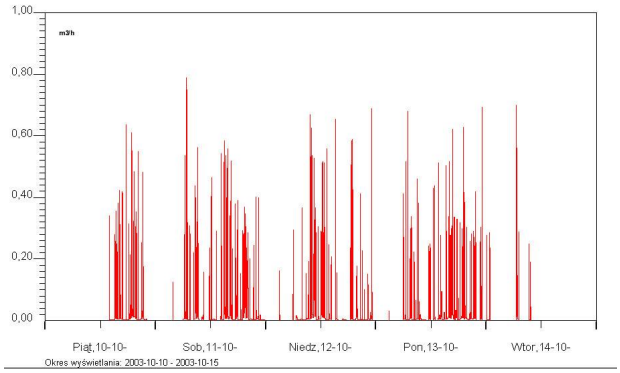
   - Zarejestrowane wartości strumienie: Qmin=0,02m^3/h, Qmax=2,37m^3/h, Qśre=0,24m^3/h. Zalecany wodomierz DN 20, Qn=2,5m^3/h

2. Przyłącze wodne DN=100mm zakładu przemysłowego, woda zimna, praca 3 zmianowa, ciągły pobór wody do celów technologicznych. Rejestracji dokonano przy wykorzystaniu wodomierza sprzężonego DN 100 i dwukanałowego rejestratora.



   - Zarejestrowane strumienie dla wodomierza głównego: Qmin=8,72m^3/h, Qmax=35,47m^3/h, Qśre=14,84m^3/h. Zalecany wodomierz DN 65 np. WPD 65/50^{o}C, Qn=70m^3/h,

3. Przyłącze domowe DN=20mm domu jednorodzinnego, woda zimna, 6 lokatorów, dodatkowe własne ujęcie w ogrodzie,



   - Zarejestrowane wartości strumienie: Qmin=0,00m^3/h (uśrednione), Qmax=0,79m^3/h, Qśre=0,02m^3/h. Zalecany wodomierz DN 15, Qn=1,5m^3/h

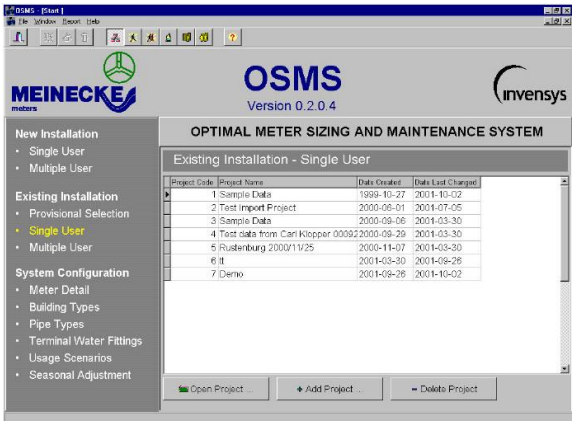
3.2.4 OSMS – Optimal Meter Sizing and Maintenance System

W krajach Unii Europejskiej od kilku lat poszukuje się optymalnych rozwiązań dotyczących najlepszego z możliwych doboru wodomierza w powiązaniu z optymalizacją kosztów jego eksploatacji.

Jednym z najbardziej rozwiniętych jest System Optymalnego Wymiarowania Wodomierza i Eksploatacji – OSMS – oferowany przez koncern Sensus Metering Systems (H. Meinecke). Jest to zaawansowane narzędzie polegające na połączeniu metod matematycznych i empirycznych, wykorzystywaniu aktualnie posiadanych danych jak i pozyskiwanych z rejestratorów cyfrowych oraz wielopłaszczyznowego oprogramowania służącego do przeprowadzania złożonych analiz.

Cele ogólne OSMS:

- Analiza profilu zużycia;
- Ocena miejsc instalacji (montażu);
- Optymalizacja wodomierza ze względu na typ, średnicę, parametry metrologiczne;
- Planowanie konserwacji i optymalnego okresu wymiany wodomierza;
- Redukcja „strat“ spowodowanych błędami pomiaru;
- Poprawa relacji kosztów do zysku np. poprzez „większą objętość pomiaru“ przy „minimalnych ilościach dostarczanej wody“;



- Okno programu OSMS

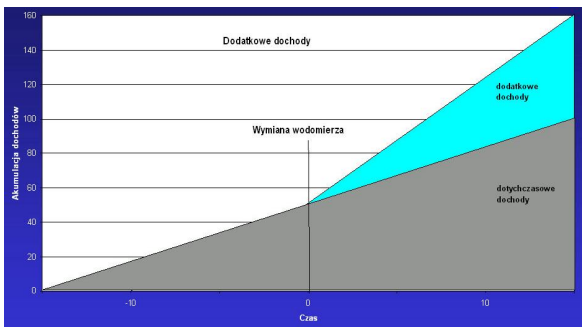
Oprogramowanie oprócz podstawowych danych takich jak:

- wielkość przyłącza, typ budynku, rodzaj i wielkość instalacji, spadek ciśnienia, cenę wody za m³, parametry wodomierza

dodatkowo uwzględnia

- sezonowość zużycia wody, koszty wymiany wodomierza (praca + materiały), koszty spowodowane niedokładnym pomiarem, max. pojemność np. rezerwę na wypadek pożaru, nieścisłości wynikające ze starzenia się wodomierza (uwzględnienie jakości wody), koszty spowodowane reklamacjami i wiele innych.

Projekty OSMS trwają z reguły kilka lat i przeprowadzane są głównie z dostawcami i sprzedawcami wody na wybranym i tworzącym całość fragmencie sieci wodociągowej. Celem nadrzędnym jest to, aby w efekcie końcowym odnieść wymierne korzyści finansowe i powiększyć dochody ze sprzedaży wody, która w dzisiejszych czasach jest towarem handlowym



- Kumulacja zysków po przeprowadzeniu projektu OSMS

3.3 Podsumowanie

Dobór wodomierza do przyłącza wodnego jest zagadnieniem trudnym i na dzień dzisiejszy brak jest jednoznacznej i prostej metody matematycznej rozwiązującej ten problemu.

Spowodowane wieloma czynnikami spadek zużycia wody od 1990 roku bardzo silnie wpłynął na strukturę jej rozbiorów w mieszkalnictwie jak i w przemyśle. Bezkrytyczne stosowanie normy PN-92 B-01706 bez uwzględnienia drastycznego spadku konsumpcji wody przez ludność prowadzić może do nieoptymalnego doboru wodomierza.

Dodatkowo należy pamiętać, że pomiar objętości zużywanej wody jest podstawą wymiarowania nie tylko urządzeń wodociągowych, ale również kanalizacyjnych i oczyszczalni ścieków, stąd błędy popełnione przy doborze wodomierza przenoszą się wprost na pozostałe dziedziny działalności przedsiębiorstw wodociągowych.

Dlatego też, jak wynika z doświadczenia środowisk producentów, projektantów oraz służb technicznych wodociągów najlepsze efekty w optymalnym doborze wodomierza przynosi połączenie metod matematycznych i statystycznych z empirycznymi na przykład poprzez rejestrację profilu strumienia objętości.

Jednak dobór wodomierza to połowa sukcesu. Aby zapewnić dostawcy czy sprzedawcy wody maksymalne zyski oprócz poprawnego doboru ze względu na Qn i DN musimy dokonać świadomego wyboru urządzenia pomiarowego z całej rodziny wodomierzy znajdujących się na rynku. W tym celu należy dokładnie studiować karty katalogowe urządzeń i zwracać zarówno szczególną uwagę na parametry metrologiczne urządzenia jak i aspekty techniczne, aby w przyszłości nie okazało się, że gdy chcemy dokonywać zdalnego odczytu musimy wymienić wodomierz gdyż brak jest w nim gniazda i nie możemy podłączyć do niego nadajnika impulsów.

4. Warunki i sposoby zabudowy wodomierzy

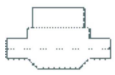
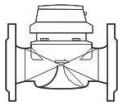
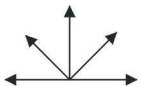
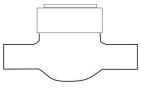
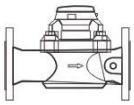
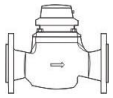
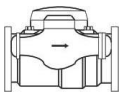
Wodomierze wirnikowe i sprzężone należy wbudować do instalacji wodociągowej lub przemysłowej łącznie z odpowiednią armaturą, tworzącą razem z wodomierzem zestaw wodomierzowy, zgodnie z wymaganiami PN-ISO 4064-2 Ad1 oraz PN-B-10720 oraz zaleceniami producentów. Poniżej zgrupowano podstawowe wymagania.

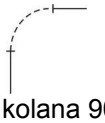
- Miejsce wbudowania wodomierza powinno być łatwo dostępne wewnątrz budynku lub studzienki, chronione przed mrozem (powyżej $4^{O}C$).
- Instalacja wodociągowa powinna być tak ukształtowana, aby zapewnić całkowite wypełnienie przewodu wodą oraz uniemożliwić gromadzenie się powietrza przed i w miejscu zabudowy wodomierza, a także wyeliminować możliwość przenoszenia się na wodomierz naprężeń, drgań i wstrząsów.
- Wszystkie regulacje strumienia przepływu powinny być dokonywane poprzez urządzenia zainstalowane za wodomierzem.
- Odcinki przewodu przed i za wodomierzem powinny być wykonane współosiowo (max. odchyłka ± 5mm) jako odcinki proste. Ich długość powinna być zgodna z zaleceniami producenta. W Tablicy 6 zestawiono dla poszczególnych typów wodomierzy najczęściej wymagane minimalne odcinki proste przed i za wodomierzem.
- Wodomierz musi być zainstalowany w rurociągu bez naprężeń. Przewody rurowe przed i za przyłączem wodomierzowym zaleca się usztywnić z wykorzystaniem specjalnych obejm, a wodomierze o połączeniach gwintowanych zaleca się zabudować z wykorzystaniem specjalnych konsol montażowych z kompensacyjnymi elementami złącznymi.
- Uszczelki kołnierzy wodomierza nie mogą przesłaniać średnicy przewodu rurowego.
- Wodomierze sprzężone zaleca montowane w studzienkach zaleca się ustawiać na specjalnie wymurowanym podeście.
- W celu zabezpieczenia wodomierza przed przepływami wstecznymi zaleca się zamontować w zestawie wodomierzowym zawór zwrotny.
- Wodomierz musi być zabezpieczony przed zanieczyszczeniami stałymi znajdującymi się w wodzie o przekroju powyżej $5mm^2$, np. włókna, czy piasek.
- W przypadku wodomierzy jednostrumieniowych zabudowanych w mieszkaniowych instalacjach DN15 dopuszcza się zastosowanie przewodu elastycznego.

- Przed zabudową wodomierza zaleca się przepłukać przewód wodociągowy w celu usunięcia z jego wnętrza zanieczyszczeń mechanicznych mogących spowodować uszkodzenie wodomierza. Na czas płukania instalacji zaleca się zabudować w miejscu przeznaczonym na wodomierz rurkę montażową.
- Kierunek przepływu wody przez wodomierz powinien być zgodny z kierunkiem strzałki umieszczonej na jego korpusie.
- Wodomierz powinien być wbudowany w położeniu roboczym zgodnie z oznakowaniem umieszczonym na jego tarczy liczydła:
  - H - pozycja pozioma z liczydłem skierowanym ku górze,
  - V – pozycja pionowa lub pozioma z liczydłem skierowanym ukośnie.

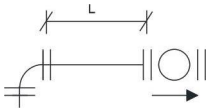
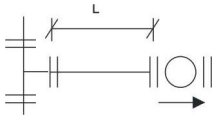
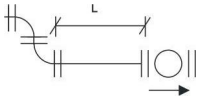
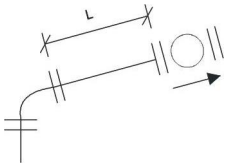
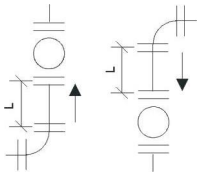
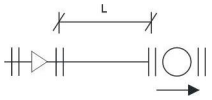
  Dopuszczalne położenia robocze dla poszczególnych typów wodomierzy przedstawiono w Tablicy 5.
- Sposób zabudowy wodomierzy wymaga akceptacji:
  - dostawcy wody, np. Zakładu Wodociągowego;
  - osoby prawnej lub fizycznej powołanej do eksploatacji instalacji wodociągowej lub odpowiedzialnej za rozliczenia zużycia wody, np. Administracji osiedla.

Tablica 5 Dopuszczalne pozycje zabudowy wodomierzy wirnikowych

Typ wodomierza	Liczydło wodomierza	Rurociąg
~~Wodomi~~erze jednostrumieniowe o połączeniach gwintowanych  Wodomierze śrubowe z poziomą osią 	 do góry i na strony	poziom pion skos
Wodomi~~erze wie~~lostrumieniowe o połączeniach gwintowanych  Wodomierze jednostrumieniowe o połączeniach kołnierzowych  Wodomierze śrubowe z pionową osią  Wodomierze sprzężone 	 tarczą do góry	poziom

Wodomierze studzienne (kolanowe) 	 tarczą do góry	 w miejscu kolana 90^{O}C

Tablica 6 Wymagania instalacyjne

Wszystkie typy wodomierzy 	Wszystkie typy wodomierzy 	Wszystkie typy wodomierzy 
Wodomierze śrubowe z poziomą osią 	Wodomierze śrubowe z poziomą osią 	Wszystkie typy wodomierzy 

Zalecane odcinki proste przed wodomierzem:
- wodomierze jednostrumieniowe i wielostrumieniowe o połączeniach gwintowanych L=5 x DN
- wodomierze śrubowe z pionową osią oraz wodomierze jednostrumieniowe o połączeniach kołnierzowych L=0 x DN
- wodomierze śrubowe z poziomą osią DN50…300 L=3 x DN
- wodomierze śrubowe z poziomą osią DN400…800 L=5 x DN

Zalecane odcinki proste za wodomierzem:
- wodomierze jednostrumieniowe i wielostrumieniowe o połączeniach gwintowanych L=3 x DN
- dla pozostałych typów wodomierzy brak wymagań zachowania odcinka prostego bezpośrednio za wodomierzem.

5. Ogólne warunki użytkowania wodomierzy

- **Rozruch wodomierzy**
  - Po zainstalowaniu wodomierza w danym przyłączu, w celu odpowietrzenia zestawu wodomierzowego do przewodu wodociągowego należy powoli wprowadzać wodę po uprzednim otwarciu punktów czerpalnych poprzez powolne odkręcenie zaworu docinającego przed wodomierzem. Nagłe otwarcie zaworu odcinającego przed wodomierzem bez wcześniejszego otwarcia punktów czerpalnych może uszkodzić wodomierz w wyniku uderzenia sprężonego powietrza.
  - Podczas odpowietrzania zestawu wodomierzowego powinien on zachować całkowitą szczelność i wytrzymać ciśnienie robocze panujące w przewodach wodociągowych.
  - W czasie przepływu wody wskazówki liczydła wodomierza powinny obracać się zgodnie z ruchem wskazówek zegara.
  - Po odpowietrzeniu przewodów połączeniowych i zestawu wodomierzowego oraz po sprawdzeniu jego szczelności wodomierz powinien pozostać napełniony wodą.
  - Po zakończeniu uruchamiania wodomierza należy przedstawić go do odbioru technicznego przez przedstawiciela instytucji odpowiedzialnej za eksploatację instalacji wodociągowej wg obowiązującej procedury.

- Po odbiorze technicznym każdy zestaw wodomierzowy powinien być opatrzony plombą zabezpieczającą instytucji odpowiedzialnej za eksploatację instalacji wodociągowej.

- **Użytkowanie wodomierzy**
  - W trakcie użytkowania wodomierza zawór odcinający (lub armatura zaporowa) umieszczony przed wodomierzem powinien być całkowicie otwarty.
  - Podczas pracy wodomierz powinien być całkowicie napełniony wodą.
  - W trakcie eksploatacji wodomierza wartość nominalnego strumienia objętości Qn gwarantowana przez producenta nie powinna być przekraczana w dłuższych okresach czasu.
  - Podczas użytkowania wodomierza niedopuszczalne są uderzenia hydrodynamiczne w przewodach rurociągu oraz wibracje, mające bezpośredni wpływ na niestabilność charakterystyki metrologicznej wodomierza oraz jego trwałość.
  - W trakcie użytkowania wodomierza należy dokonywać okresowych, min 2 razy w roku przeglądów technicznych polegających na:
    - sprawdzeniu, czy w obrębie zestawu wodomierzowego nie ma przecieków,
    - sprawdzeniu, czy po otwarciu punktu czerpalnego obracają się wskazówki liczydła wodomierza,
    - oczyszczeniu osłony liczydła wodomierza,
    - sprawdzeniu stanu plomb legalizacyjnych i użytkownika.
  - Cykliczność odczytów inkasenckich ustala instytucja pobierająca opłaty za wodę, np. dostawca wody.
  - Po upływie okresu ważności cechy legalizacyjnej wodomierz należy wymontować, dokonać jego przeglądu i ponownej legalizacji lub wymienić na nowy.
  - Naprawa lub wymiana wodomierza w przypadku jego uszkodzenia lub legalizacji ponownej należy do obowiązków użytkownika wodomierza (instytucji pobierającej opłatę za wodę)

6. Przykłady współczesnych wodomierzy silnikowych

Jako przykład wybrano wodomierze produkowane przez światowego lidera w branży opomiarowania wody – koncern Sensus (do 2004r. Invensys), skupiający tak znanych producentów wodomierzy jak Meinecke i Spanner Pollux z Niemiec, Sensus & Smith – Blair z USA, czy Socam z Francji.
Oferta koncernu obejmuje wszystkie typy wodomierzy silnikowych – od najmniejszych jedno i wielostrumieniowych, poprzez wodomierze objętościowe i jednostrumieniowe przemysłowe po całą gamę wodomierzy śrubowych z poziomą i pionową osią oraz wodomierze sprzężone, odzwierciedlając trzy elementarne zadania stojące przed producentami wodomierzy:

- dążenie do rozszerzenia zakresów pomiarowych wodomierzy,
- realizacja wodomierzy przyjaznych dla ich użytkowników,
- przystosowanie wodomierzy do zdalnych odczytów.

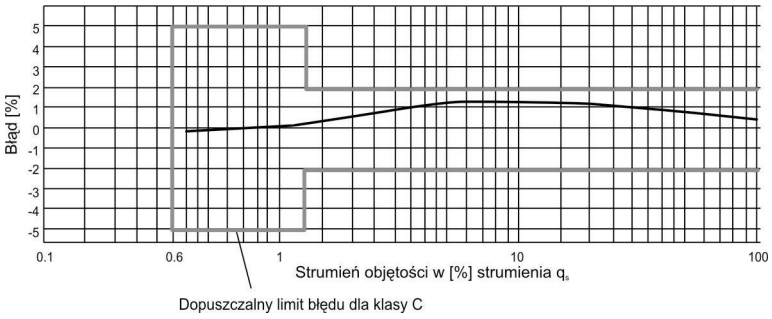
Poniżej krótki przegląd ww. oferty pod kątem sprecyzowanych zagadnień.

6.1 Rozszerzenie zakresów pomiarowych wodomierzy

Rozwój nowych technologii oraz wykorzystanie do produkcji wodomierzy współczesnych tworzyw sztucznych pozwala znacznie zwiększyć ich zakres pomiarowy. Nowe konstrukcje, przede wszystkim wodomierzy objętościowych oraz śrubowych znakomicie spełniają stawiane przed nimi oczekiwania w zakresie dokładności i pewności metrologicznej. W Tablicach 5, 6 i 7 przedstawiono charakterystyki metrologiczne trzech wybranych z oferty koncernu SENSUS wodomierzy, których zakresy pomiarowe znacznie przekraczają zalecane w normach ISO 4064, OIML oraz wymaganiach dyrektyw EWG.

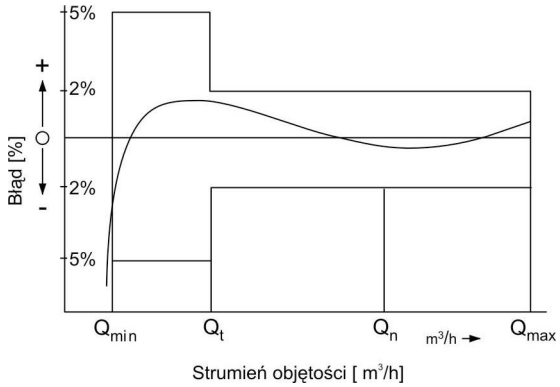
Tablica 5

Porównanie charakterystyki metrologicznej wodomierza objętościowego produkcji SENSUS (Spanner Pollux) typu R-TP Qn 2,5 do wody zimnej w stosunku do zaleceń normy PN-ISO 4064 dla klasy metrologicznej C

Widok wodomierza	Parametr		Wodomierz Sensus typu R-TP	Wymagania zgodne z PN-ISO 4064
	Nominalny strumień objętości, Q_n	m^3/h	2,5	2,5
	Maksymalny strumień objętości, Q_{max}	m^3/h	5	5
	Pośredni strumień objętości, Q_t ±2%	l/h	12	37,5
	Min. strumień objętości, Q_{min} ±5%	l/h	6	25
	Rozruchowy strumień objętości	l/h	2	-
	Strata ciśnienia przy Q_{max}, Δp	bar	0,48	1
	 Wykres błędów			

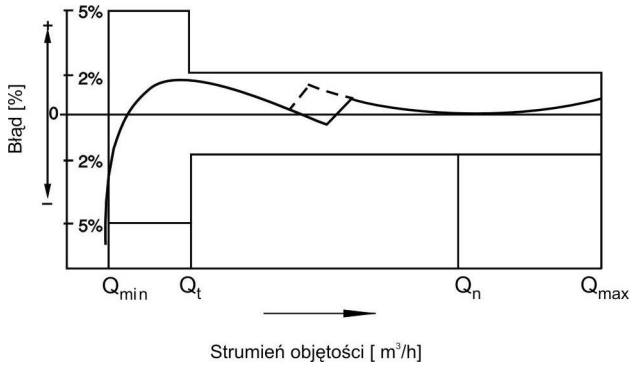
Tablica 6

Porównanie charakterystyki metrologicznej wodomierza śrubowego z poziomą osią produkcji SENSUS (Meinecke) typu WPD DN50 do wody zimnej w stosunku do zaleceń normy PN-ISO 4064 dla klasy metrologicznej B

Widok wodomierza	Parametr		Wodomierz Sensus typu WPD	Wymagania zgodne z PN-ISO 4064
	Nominalny strumień objętości, Q_n	m^3/h	50	15
	Maksymalny strumień objętości, Q_{max}	m^3/h	90	30
	Pośredni strumień objętości, Q_t ±2%	m^3/h	0,7	3
	Min. strumień objętości, Q_{min} ±5%	m^3/h	0,30	0,45
	Rozruchowy strumień objętości	m^3/h	0,15	-
	Strata ciśnienia przy Q_{max}wg ISO, Δp	bar	0,11	1
	 Wykres błędów			

Tablica 7

Porównanie charakterystyki metrologicznej wodomierza sprzężonego produkcji SENSUS (Meinecke) typu Meitwin DN80 w stosunku do zaleceń normy PN-ISO 4064 dla klasy metrologicznej B

Widok wodomierza	Parametr		Wodomierz Sensus typu Meitwin	Wymagania zgodne z PN-ISO 4064
	Nominalny strumień objętości, Q_n	m^3/h	120	40
	Maksymalny strumień objętości, Q_{max}	m^3/h	200	80
	Nominalny strumień objętości wodomierza bocznego, Q_n	m^3/h	2,5	2,5
	Pośredni strumień objętości, Q_t ±2%	l/h	37,5	200
	Min. strumień objętości, Q_{min} ±5%	l/h	20	50
	Rozruchowy strumień objętości	l/h	6	-
	Przerzucanie zaworu przy przepływie wzrastającym	m^3/h	2,3	3
	Strata ciśnienia przy Q_{max}wg ISO, Δp	bar	0,14	1
	Strata ciśnienia przy zadziałaniu zaworu przerzutowego przy przepływie wzrastającym, Δp	bar	0,21	0,36
	 Wykres błędów			

6.2 Realizacja wodomierzy przyjaznych dla ich użytkowników

Wodomierz przyjazny dla jego użytkownika powinien charakteryzować się trzema fundamentalnymi cechami: niezawodnością w eksploatacji, skutecznym zabezpieczeniem przed oszustwem oraz łatwością serwisowania.

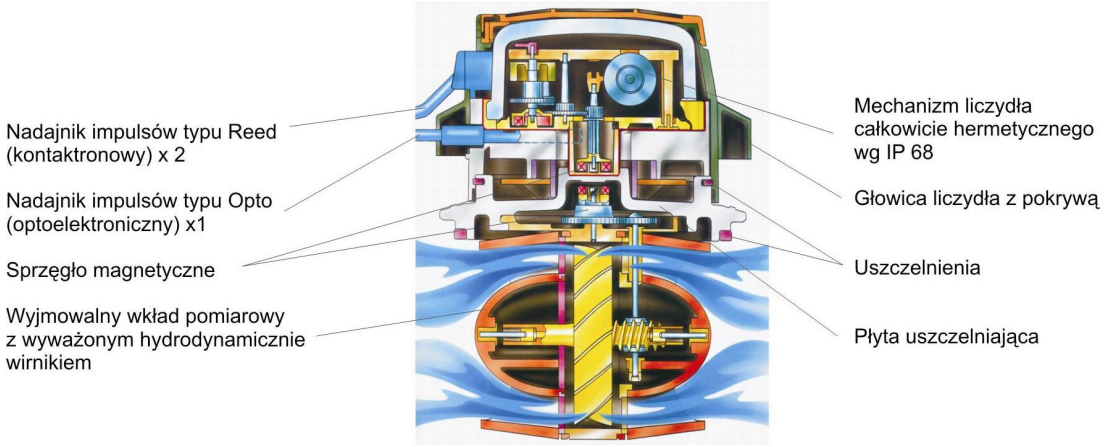
We współczesnych wodomierzach ww. cechy gwarantują konstrukcje modułowe z wymienialnymi wkładami pomiarowymi.

Wodomierze o konstrukcji modułowej są mniej podatne na oddziaływanie zewnętrznych czynników, takich jak zanieczyszczenia mechaniczne, czy uderzenia hydrodynamiczne, a więc o wiele bardziej niezawodne w trakcie eksploatacji od tradycyjnych konstrukcji.

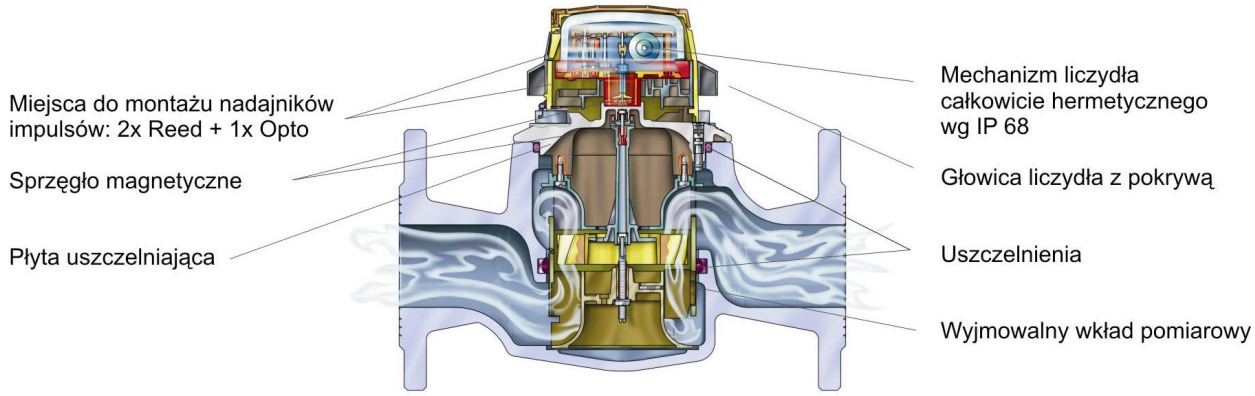
Ograniczona jest także do minimum zewnętrzna ingerencja niepowołanych osób do organów pomiarowych bez ewidentnego pozostawienia śladu ingerencji. Wymienialne wkłady pomiarowe dają ponadto wymierną korzyść w ekonomii kosztów serwisowania wodomierzy. Możliwość pozostawienia osłony wodomierza w rurociągu na czas legalizacji to znaczne obniżenie jej kosztów pośrednich (legalizacji podlega sam wkład pomiarowy z wykorzystaniem wzorcowych korpusów).

Ponadto podczas legalizacji istnieje możliwość zamiany kompletnych podzespołów na nowocześniejsze, np. liczydeł przystosowanych do zdalnych odczytów lub monitorowania zużycia wody itp.

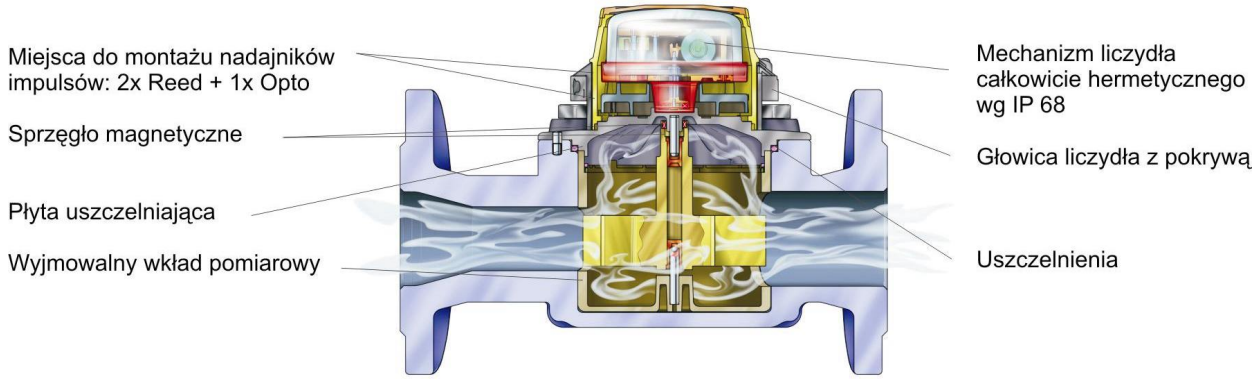
Na Rysunkach 1 do 7 przedstawiono podstawowe typy wodomierzy SENSUS o konstrukcji modułowej, zrealizowane wg koncepcji wymienialnych wstaw pomiarowych.



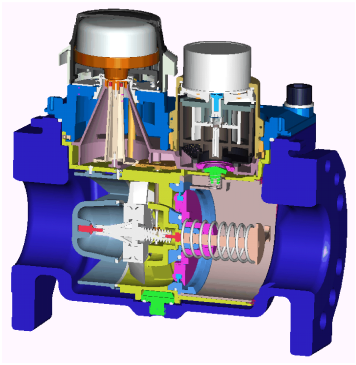
Rysunek 1
Przekrój wodomierza śrubowego Sensus (Meinecke) z poziomą osią typu WPD z wyjmowalnym wkładem pomiarowym



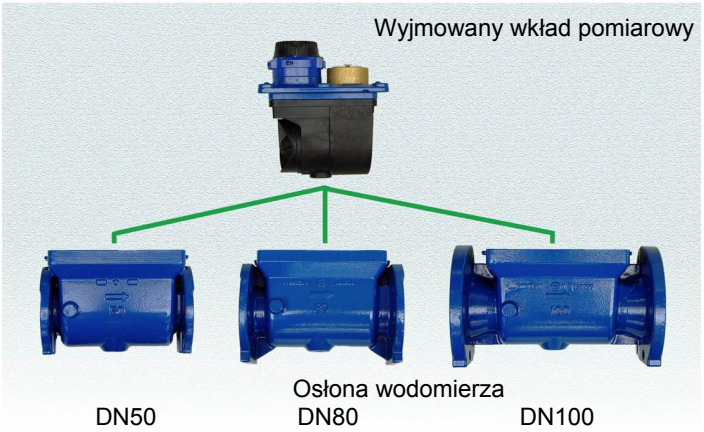
Rysunek 2
Przekrój wodomierza śrubowego Sensus (Meinecke) z pionową osią typu WSD z wyjmowalnym wkładem pomiarowym



Rysunek 3
Przekrój wodomierza jednostrumieniowego o połączeniu kołnierzowym Sensus (Meinecke) typu Meijet z wyjmowalnym wkładem pomiarowym

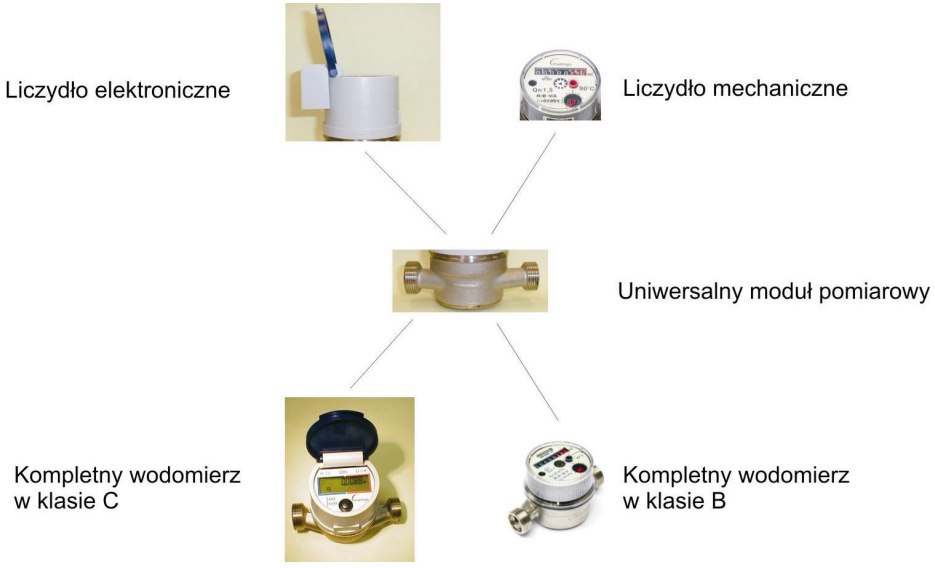


Przekrój wodomierza Meitwin



Rysunek 4
Wodomierz sprzężony produkcji Sensus (Meinecke) typu Meitwin z wodomierzem bocznym zabudowanym szeregowo z wyjmowalnym wkładem pomiarowym, zunifikowanym do trzech wielkości osłon

Rysunek 5
Wodomierz domowy produkcji Sensus (Spanner Pollux) typu XNP pomiarowych wyjmowalnymi wkładami pomiarowymi do zabudowy we wspólnej osłonie



Rysunek 6
Wodomierz jednostrumieniowy produkcji Sensus (Spanner Pollux) typu ET Qn1,5 m^3/h z zunifikowanmi modułami liczydła do zabudowy na uniwersalnym module pomiarowym

Rysunek 7 Wodomierzowe urządzenie produkcji Sensus (Spanner Pollux) typu POLLUMUK Qn1,5 m^3/h z wymienialnym modułem pomiarowym do zabudowy w różnych osłonach typu współosiowego

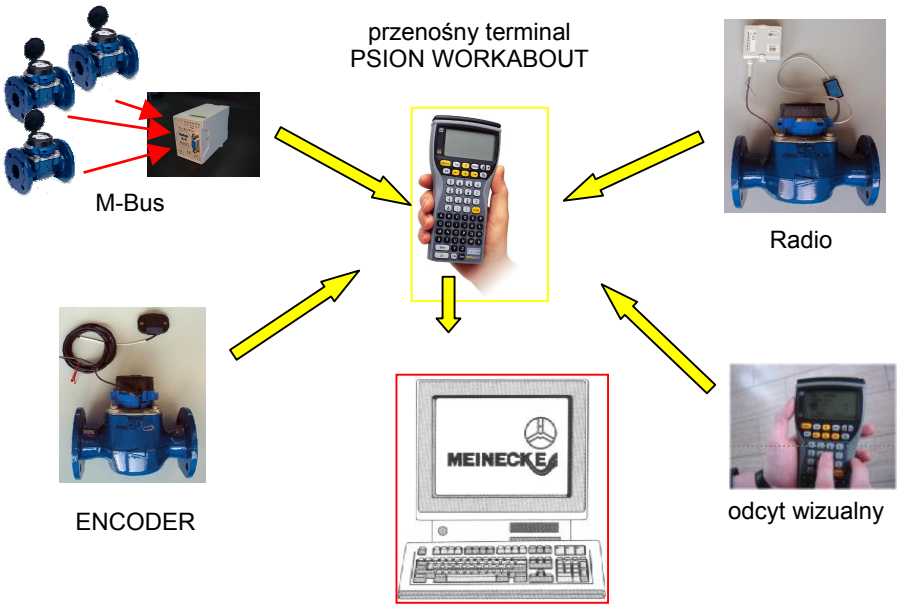
6.3 Zdalne odczyty wskazań wodomierzy

Wykorzystanie najnowszych osiągnięć w zakresie elektroniki i informatyki stwarza nowe, w praktyce nieograniczone pole do realizacji zdalnych odczytów wskazań z wodomierzy. W zależności od sposobu ich realizacji możemy wyróżnić dwa rodzaje zdalnych systemów:

- **Systemy mobilne**, które mają na celu optymalizację odczytów inkasenckich.
- **Systemy stacjonarne,** które mają na celu umożliwić użytkownikowi wodomierzy ich zdalny odczyt w dowolnym czasie w sposób całkowicie zautomatyzowany za pośrednictwem systemu informatycznego. Systemy stacjonarne zakładają kompletne rozwiązania zmierzające do monitoringu urządzeń metodą on-line, eliminując tym samym tradycyjny system inkasencki.

6.3.1 Systemy mobilne

Jako przykład systemu mobilnego poniżej zostanie zaprezentowany system koncernu SENSUS pod nazwą DOCOM MOBIL.
Do komunikacji pomiędzy poszczególnymi aplikacjami, a także oprogramowaniem w komputerze PC wykorzystano popularny przenośny terminal PSION WORKABAUT. Strukturę systemu przedstawiono na Rysunku 8.



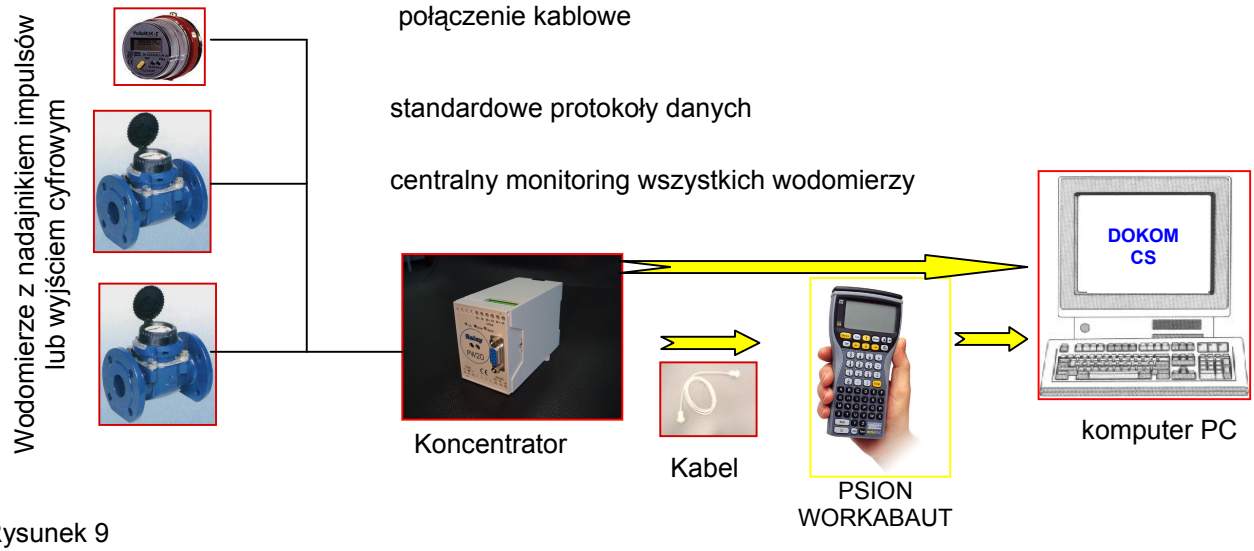
Rysunek 8

Schemat strukturalny systemu DOKOM MOBIL

Krótki opis poszczególnych aplikacji systemu DOKOM MOBIL

- **Aplikacja MBUS**

Struktura aplikacji MBUS – patrz Rysunek 9 umożliwia monitorowanie praktycznie dowolnej ilości wodomierzy, wyposażonych w nadajnik impulsów lub wyjście cyfrowe oraz konwerter MBUS, połączonych kablowo z koncentratorami. Odczyt danych do PC może następować za pośrednictwem przenośnego terminala PSION WORKABAUT lub bezpośrednio za pośrednictwem modemu.
Niniejsza aplikacja posiada idealne zastosowanie w zdalnym opomiarowaniu wskazań wodomierzy (i/lub innych urządzeń pomiarowych, np.: ciepłomierzy, gazomierzy, liczników energii elektrycznej) w budownictwie mieszkaniowym, w zakładach przemysłowych, biurowcach etc.
Uciążliwością w realizacji systemu jest konieczność wykonania połączeń kablowych, co praktycznie eliminuje jego wykorzystanie w przypadku rozproszenia wodomierzy, z czym mamy do czynienia w przedsiębiorstwie wodociągowym.



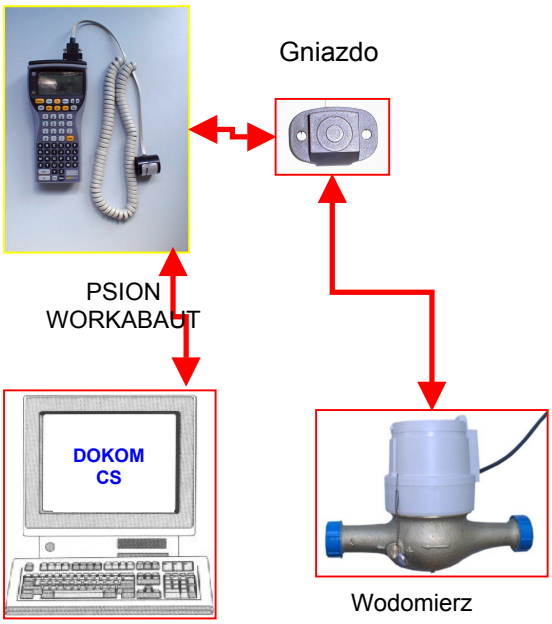
Rysunek 9

Struktura aplikacji MBUS

- **Aplikacja ENCODER**

Aplikacja ENCODER – patrz Rysunek 10 oparta jest na opatentowanym przez SENSUS (Meinecke) skanowaniu usytuowania bębenków liczydła z wykorzystaniem nadajników i odbiorników optoelektronicznych. Skanowanie następuje w momencie przekazania energii z przenośnego terminala do układu elektronicznego znajdującego się w liczydle za pośrednictwem sprzęgła indukcyjnego. Dzięki takiemu rozwiązaniu układ elektroniczny w liczydle nie wymaga stałego zasilania w energię i gwarantuje szybki i pewny odczyt. Układ elektroniczny generuje przekaz danych w protokole M-Bus, wspólnym dla wszystkich aplikacji systemów SENSUS. Dzięki temu istnieje możliwość dowolnej rozbudowy systemu w zależności od oczekiwań użytkowników.
Aplikacja ENCODER posiada idealne zastosowanie w przypadku dużego rozproszenia wodomierzy, szczególnie zlokalizowanych w trudnodostępnych miejscach jako optymalizacja odczytów inkasenckich.
W skład kompletnej aplikacji ENCODER dla pojedynczego punktu pomiarowego wchodzą 2 elementy:
- wodomierz z liczydłem Encoder,
- gniazdo odczytu indukcyjnego MiniPad
Odczytu danych z liczydeł ENCODER dokonuje się za pośrednictwem przenośnego terminal MiniReader lub terminala PSION WORKABAUT.
Dla optymalizacji odczytów istnieje także możliwość odczytu radiowego – patrz opis aplikacji „Radio”.
Wszystkie wodomierze wyposażone są w standardowy kabel do podłączenia gniazda odczytu o długości 3m, który może być przedłużany maksymalnie do 25m.
Terminal odczytu MiniReader może być wykorzystywany do nieograniczonej liczby wodomierzy jednak ze względu na posiadaną pamięć jednorazowo służy do odczytu 16 punktów pomiarowych (bieżący stan liczydła i numer seryjny wodomierza). Po zapełnieniu pamięci następuje nadpisywanie pierwszych zapisów, dlatego też należy systematycznie przepisywać wartości z terminala np. do notatnika lub komputera PC. Wykorzystanie terminala MiniReader jest rozwiązaniem minimalnym i zarazem najtańszym pozwalającym w dowolnym momencie na rozbudowę systemu.
W celu usprawnienia odczytów i rozbudowy możliwości zapamiętywania danych z odczytów zaleca się wykorzystać Przenośny Terminal PSION Workabout wraz z oprogramowaniem i niezbędnymi adapterami. Przenośny terminal danych zapamiętuje do około 500 zapisów. SENSUS gwarantuje przekazanie

niezbędnych protokołów komunikacyjnych przenośnego terminala w celu ich integracji z systemem informatycznym użytkownika.
Istnieje możliwość rozbudowy systemu poprzez wykorzystanie autorskiego oprogramowania pod nazwą DOKOM Mobil w celu integracji różnych systemów odczytu i sposobów komunikacji danych do centrali.



Rysunek 10

Struktura aplikacji ENCODER

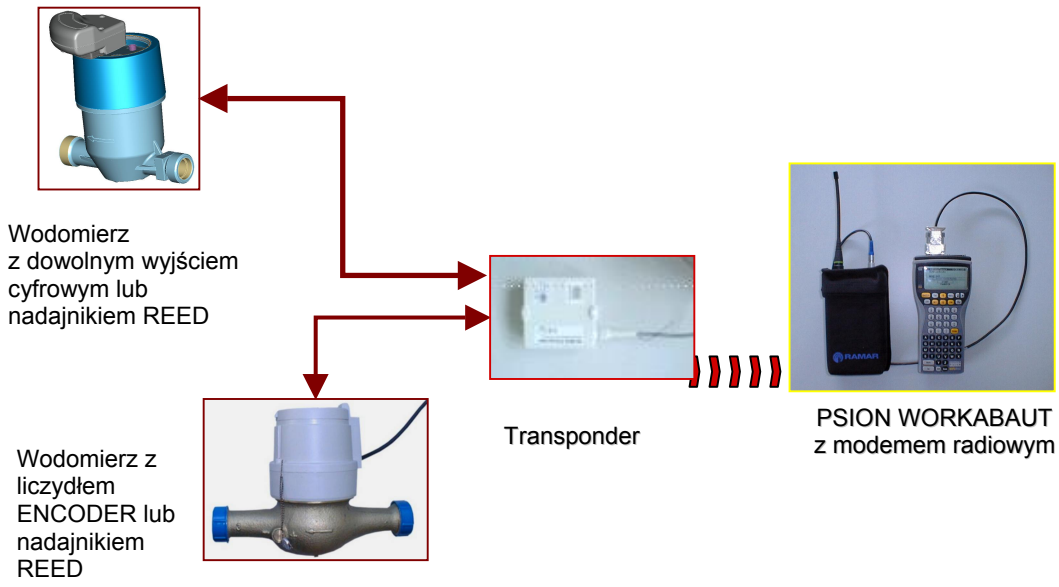
- **Aplikacja RADIO**

Aplikacja RADIO – patrz Rysunek 11 oparta jest na bezprzewodowym przekazie danych z wykorzystaniem transmisji radiowej na częstotliwości 433MHz (wolnej częstotliwości, przeznaczonej do celów monitoringu) o mocy 10mW.
Źródłem informacji o wskazaniach wodomierza jest jego nadajnik impulsów lub liczydło elektroniczne lub liczydło hybrydowe lub liczydło ENCODER, a dla wodomierzy domowych alternatywnie liczydło ENCODER.
Nadajnik impulsów lub jedno z ww. liczydeł połączone jest przewodowo z modułem radiowym (transponderem), który zapamiętuje przychodzące dane. Ich odczyt następuje po zainicjowaniu transmisji radiowej z przenośnego terminala wyposażonego w moduł radiowy (Handtrack).
Generowane są następujące dane: nr wodomierza, bieżący stan liczydła, data i godzina odczytu, status błędu. Dane z przenośnego terminala przenoszone są następnie do systemu informatycznego (zalecane oprogramowanie DOKOM Mobil).
Moduł radiowy (transponder) zaleca się zamontować w optymalnym miejscu pod względem radiolokacji. Max. zasięg transmisji wynosi 300m. Transmisja radiowa narażona jest jednak na wiele zewnętrznych czynników (ukształtowanie terenu, warunki klimatyczne, konstrukcje budynków, wpływ zewnętrznych pól magnetycznych, możliwość zewnętrznej ingerencji do modemu radiowego itp.) ograniczających jej zasięg.
Aplikacja RADIO posiada idealne zastosowanie w przypadku dużego rozproszenia wodomierzy, szczególnie zlokalizowanych w kompleksach domów jednorodzinnych jako optymalizacja odczytów inkasenckich.
Przed zastosowaniem aplikacji zaleca się dokonać pilotażu funkcjonowania systemu w planowanych do opomiarowania zasobach w celu sprawdzenia skuteczności transmisji radiowej i wyboru optymalnych miejsc montażu modułów radiowych (transponder).
W skład kompletnej aplikacji RADIO dla pojedynczego punktu pomiarowego wchodzą 2 elementy:

- wodomierz z nadajnikiem impulsów lub liczydłem elektronicznym lub liczydłem hybrydowym lub liczydłem Encoder,
- Moduł radiowy (transponder)

Przenośny terminal odczytu typu PSION Workabout dostarczany jest wraz modułem radiowym (Handtrack), specjalnymi przewodami i stacją dokującą i oprogramowaniem.

Terminal zapamiętuje do około 500 danych odczytanych z modułów radiowych (transponder). INVENSYS gwarantuje przekazanie niezbędnych protokołów komunikacyjnych przenośnego terminala w celu ich integracji z systemem informatycznym użytkownika.
Istnieje możliwość rozbudowy systemu poprzez wykorzystanie autorskiego oprogramowania SENSUS pod nazwą DOKOM Mobil w celu integracji różnych systemów odczytu i sposobów komunikacji danych do centrali.



Rysunek 11

Struktura aplikacji RADIO

- **Aplikacja MANUAL**

Oprogramowanie przenośnego terminala PSION Workabout umożliwia wpisywanie do niego danych odczytanych z wodomierzy wizualnie – patrz Rysunek 9, a następnie przenieść do systemu informatycznego na komputerze PC.

6.3.2 SYSTEMY STACJONARNE

Systemy stacjonarne zakładają kompletne rozwiązania zmierzające do monitoringu urządzeń metodą on-line, eliminując tym samym tradycyjny system inkasencki.
Architektura systemów przewiduje obsługiwanie dowolnych miejsc zabudowy wodomierzy. Do komunikacji pomiędzy poszczególnymi urządzeniami wykorzystuje się praktycznie wszystkie aktualnie dostępne sposoby, a mianowicie transmisję radiową, sieć telefoniczną, sieć GSM, INTERNET.
W celu zapewnienia pewności przekazywania danych systemy stacjonarne zakładają koncentrację gromadzonych danych za pośrednictwem różnego typu koncentratorów optymalnie zlokalizowanych pod względem skuteczności transmisji danych.
W praktyce systemy stacjonarne wymagają realizacji indywidualnego projektu w celu wyboru optymalnych urządzeń oraz sposobu komunikacji.

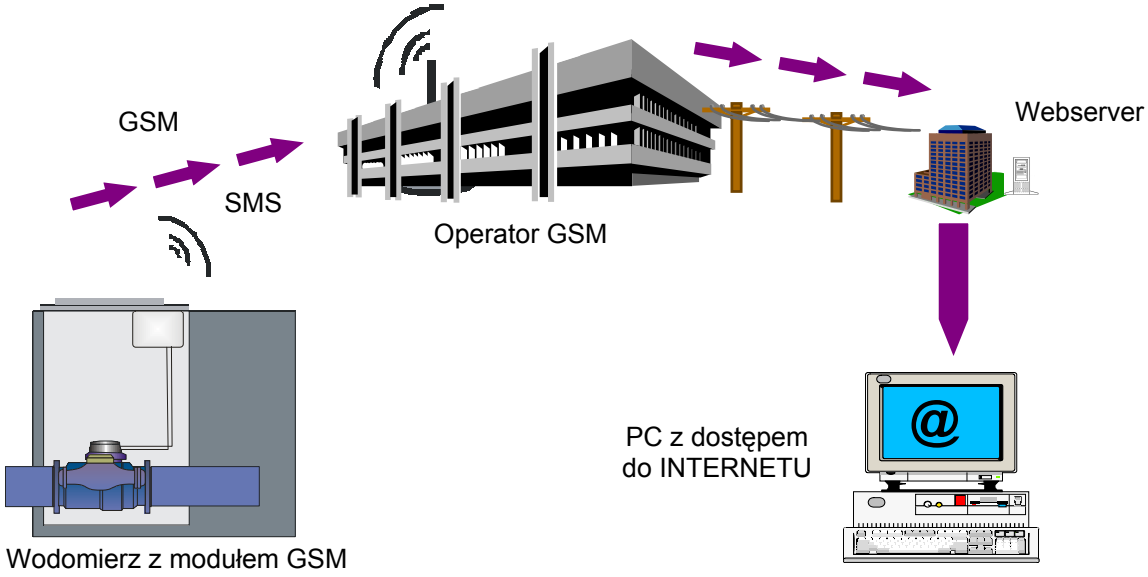
Jako przykład systemu stacjonarnego poniżej zostanie zaprezentowany system koncernu SENSUS pod nazwą WIKONSYSTEM, aktualnie najbardziej zaawansowany technologicznie.
WIKONSYSTEM posiada teoretycznie nieograniczone możliwości zastosowania, zarówno w przypadku koncentracji jak i rozproszenia użytkowanych wodomierzy, a jedynym warunkiem jest zasięg operatora sieci GSM oraz wodomierze wyposażone w wyjścia cyfrowe.
Architektura systemu WIKONSYSTEM – patrz Rysunek 12:

- wodomierz z wyjściem cyfrowym (np. ENCODER),
- moduł GSM z wewnętrznym zasilaniem (8 lat), połączeniem kablowym (do wodomierza) i hermetyczną obudową,
- umowa z operatorem GSM
- opcjonalnie umowa z operatorem serwera internetowego
- PC z dostępem do internetu

Bazowym modułem jest moduł GSM – patrz Rysunek 13 podłączany do wyjścia cyfrowego każdego wodomierza.
Podstawowe dane modułu GSM w WIKONSYSTEM:

- 3 wersje:
  - 1 wejście impulsowe i 1 alarmowe,
  - 2 wejścia impulsowe,
  - 2 wejścia cyfrowe MiniBus,
- transmisja danych poprzez SMS: stan liczydła, stan alarmowy, stan baterii, status karty GSM,
- możliwość programowania podczas montażu,
- poprzez operatora GSM przekazanie SMS na serwer internetowy,
- odporność na wilgoć,
- wewnętrzna antena.

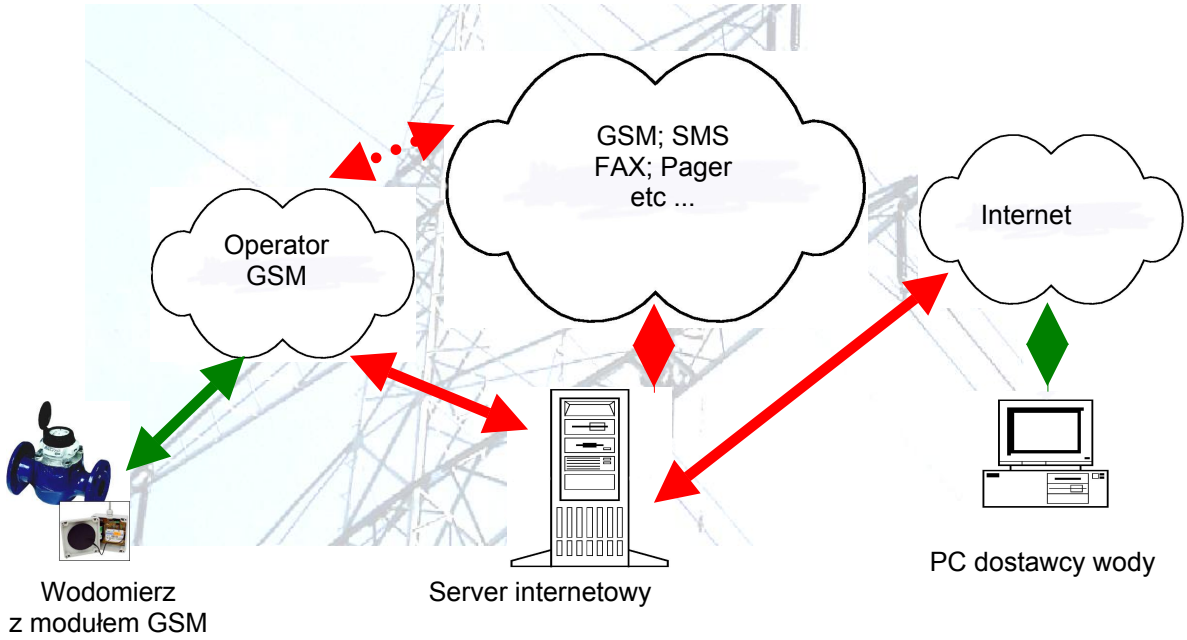
Zdalne programowanie następuje poprzez przesłanie SMS z wykorzystaniem prostego kodowania, np.
Kod SMS **- w 135 09:00**
(1=Po, 3=Śr, 5=Pt o 9:00 – przesłanie SMS w poniedziałek, środę i piątek o 9:00)
Istnieje możliwość zadawania dowolnych parametrów, wg oczekiwań użytkownika



Rysunek 12
Architektura systemu WIKONSYSTEM

Rysunek 13
Moduł GSM WIKONSYSTEM

Przy wykorzystaniu operatora internetowego istnieje możliwość automatycznego exportu danych o zużyciu wody rozliczeniowego dowolnej ilości wodomierzy do systemu rozliczeniowego dostawcy wody – patrz Rysunek 14.



Rysunek 14

Schemat możliwości przekazywania danych w obrębie WIKONSYSTEM