



Zużycie wody w budownictwie wielorodzinnym – wybrane zagadnienia

*Paweł Podwójci, Marcin Kozłowski, Marcin Krysiuk
Politechnika Warszawska*

1. Wstęp

Największe zużycie wody w Polsce można było zaobserwować w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku. Wynikało to w dużej mierze z braku opomiarowania odbiorców oraz niskiej świadomości społecznej. Wraz z zamontowaniem wodomierzy oraz sukcesywnym wzrostem cen wody rozpoczęła się tendencja niżkowa zużycia wody przez przeciętnego mieszkańca. Rozpoczęto również prace mające na celu zminimalizowanie strat wody – instalacja nowej, szczelnej armatury czerpalnej, wprowadza się nowe wytyczne przy projektowaniu instalacji wodociągowej (obowiązek montażu wodomierzy), a jej metalowe elementy zastępuje się odpowiednikami z tworzyw sztucznych [2, 11].

Pomimo tak wielu zabiegów, w budownictwie wielorodzinnym nadal pojawiały się konflikty przy rozliczaniu mieszkańców za wodę. Ich źródłem były rozbieżności pomiędzy wskazaniem wodomierza głównego (WG), a sumą wskazań wodomierzy mieszkaniowych (ΣWM). To właśnie tę różnicę nazywamy stratami pozornymi. Przy założeniu, że wszystkie wodomierze instalacji są sprawne i wskazują zawsze faktyczną

ilość wody jaka przez nie przepłynęła, wskazanie na WG powinno być równe $\sum WM$. Niestety prawie nigdy nie ma to miejsca. Przyczyn jest wiele, najczęstsze to: jakość wodomierzy, nieszczelności w instalacji, kradzież wody poprzez ingerowanie w działanie wodomierzy mieszkaniowych. Tu przechodzimy do klas wodomierzy. To od nich zależy jakie dane urządzenie spełnia standardy. Im wyższa klasa wodomierza tym jego czułość i dokładność pomiaru jest większa. Każdy wodomierz zarówno ten domowy jak i zbiorczy (np. główny) ma swój próg rozruchu poniżej którego albo wcale nie pracuje, albo jego wskazania obarczone są dużym błędem pomiarowym [3]. Przy wodomierzu odpowiedniej klasy może zostać zmierzona nawet ilość wody wypływająca z ciekącego kranu. Im większy wodomierz (większa średnica DN) tym zwykle ma wyższy próg rozruchu, a co za tym idzie mniejszą dokładność przy niewielkich przepływach wody. Tak więc w budownictwie wielorodzinnym przepływ, który wystarczy do poruszenia pojedynczego wodomierza mieszkaniowego może nie wystarczyć do poruszenia wodomierza głównego.

W artykule podjęto próbę oceny wielkości strat pozornych zużycia wody oraz identyfikację głównych czynników mających wpływ na to zjawisko. Dodatkowo spróbowano określić wpływ przerw reklamowych na zużycie wody. Badania (analizę) podzielono na trzy części, odpowiednio w części:

- A. Próbowano określić jaki wpływ na wielkość strat pozornych ma „starczenie się” wodomierzy mieszkaniowych (od ostatniej legalizacji),
- B. Próbowano określić czy przepływ mały/duży (rozbiory dzienne/nocne) ma wpływ na wielkość strat pozornych,
- C. Próbowano określić wpływ przerw reklamowych na zużycie wody.

Autorzy artykułu od wielu lat zajmują się szeroko rozumianą problematyką zużycia wody w budownictwie wielorodzinnym [3÷10].

2. Badania własne

2.1. Charakterystyka danych źródłowych

Analizą objęto dwa budynki wielorodzinne w skład których wchodziło odpowiednio: 50 (część A i B) i 18 lokali (część C). Wszystkie lokale spełniają co najmniej wymagania III klasy komfortu sanitarnego [1].

Dane uzyskane z Mazowieckiej Spółdzielni Mieszkaniowej w Płocku obejmowały:

- odczyt wskazań wodomierzy mieszkaniowych (Minol, Aquadis +, TD8, DN15) od stycznia 2004 r. do marca 2010 r. (cz. A),
- odczyt wskazań wodomierza głównego (Mirometr, DN40) od stycznia 2004 r. do marca 2010 r. (cz. A),
- zużycie wody zarejestrowane przez wodomierz główny (Mirometr, DN40, kl. C) oraz wodomierz referencyjny (Flodis, DN32, kl. C) podłączony szeregowo w okresie 8-29.03.2009 r. Do rejestracji danych użyto urządzenia firmy Sensus CDL (Cosmos Data Loger), impulsowanie co 10 dm³ na wodomierzu głównym, a 1 dm³ na wodomierzu referencyjnym (cz. B),

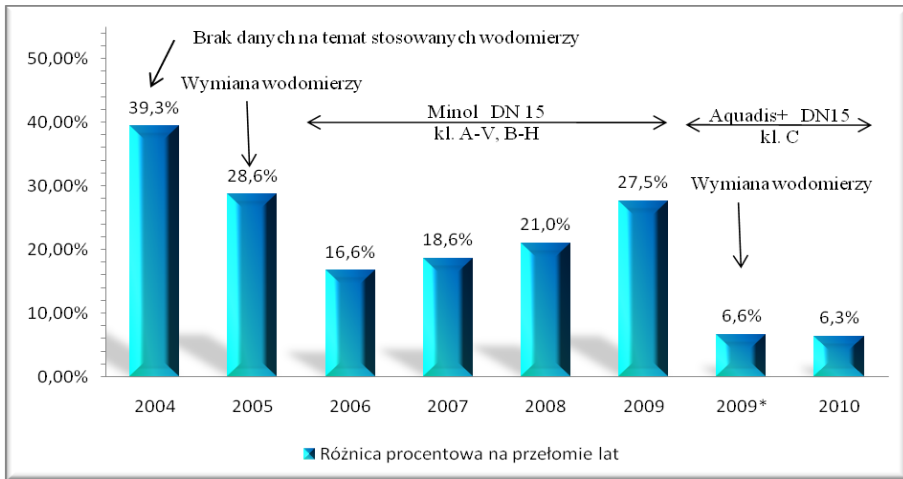
W analizowanym okresie (2004÷2010) dokonano dwukrotnej wymiany wodomierzy mieszkaniowych, odpowiednio w roku 2005 r. na Minol, zaś w maju 2009 r. na Aquadis+ (wodomierz pojemnościowy, posiadający klasę C niezależnie od położenia) oraz TD8 na wodę ciepłą (wodomierz pojemnościowy pracuje w klasie D j.w.). Za okres 2005-03.2009 brak danych na temat legalizacji wodomierza głównego. Dodatkowo w maju 2009 r. zamontowano wodomierz referencyjny (Flodis, DN 32) wpięty szeregowo z istniejącym wodomierzem głównym.

- Szczegółowe dane zużycia wody z rejestratorów (jw.), które były podłączone pod wodomierze mieszkaniowe (Aquadis+, DN15) i wodomierz główny (Mirometr, DN40) w okresie od 21 stycznia do 27 lutego 2010 r.

2.2. Wyniki badań i dyskusja

Część A

Na rysunku 1 przedstawiono różnice procentowe wskazań WG oraz $\sum WM$ – badane straty pozorne. Wartości te, przełożone na odpowiednie kwoty, są rozkładane na wszystkich mieszkańców w ramach kosztów eksploatacyjnych.

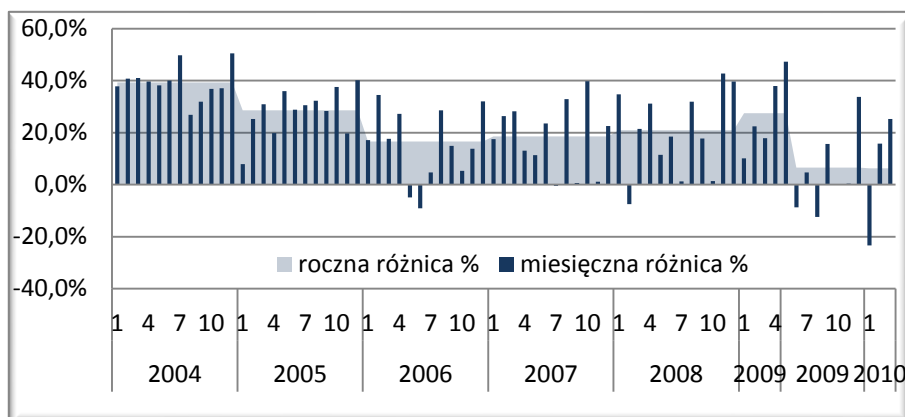


Rys. 1. Roczna różnica procentowa między wskazaniem WG i Σ WM

Fig. 1. Annual percentage difference between the readings of Σ WM and MWM

Jak widać dokonane wymiany wodomierzy, kolejno w 2005 r. oraz w maju roku 2009, znacznie zmniejszyły wielkość strat pozornych. Jest to szczególnie widoczne po ostatniej wymianie, gdzie badane różnice zbliżyły się do 6%. Można zauważyć wyraźną tendencję zwyżkową po wymianie wodomierzy. Jest to spowodowane ich sukcesywnym zużywaniem się, a tym samym spadkiem dokładności pomiaru. Należy zauważyć, że Spółdzielnia od lat wprowadza coraz dokładniejsze urządzenia pomiarowe. Widać wyraźnie, że w początkach badanego okresu (rok 2004) różnice wskazań urządzeń pomiarowych są wyraźnie wyższe niż w późniejszych latach. Pomimo braku dokładnych danych można przypuszczać, że wodomierze w tym okresie były niskiej klasy, a ich wskazania były obarczone dużym błędem pomiaru.

Na rysunku 2 przedstawiono szczegółowe dane dotyczące różnic wskazań WG i Σ WM. Dają one dość chaotyczny obraz rzeczywistości. Wynika to z tego, że pomiary z WG były wykonywane innego dnia niż pomiary wodomierzy mieszkaniowych. Różnice te sięgały często kilku, a nawet kilkunastu dni. Jest to jedno ze źródeł strat pozornych. Przy rozliczaniu miesięcznym w Spółdzielni nie można otrzymać jasnego obrazu faktycznych wielkości interesujących nas różnic. Dlatego właściwym wydaje się analiza wartości średniorocznych.



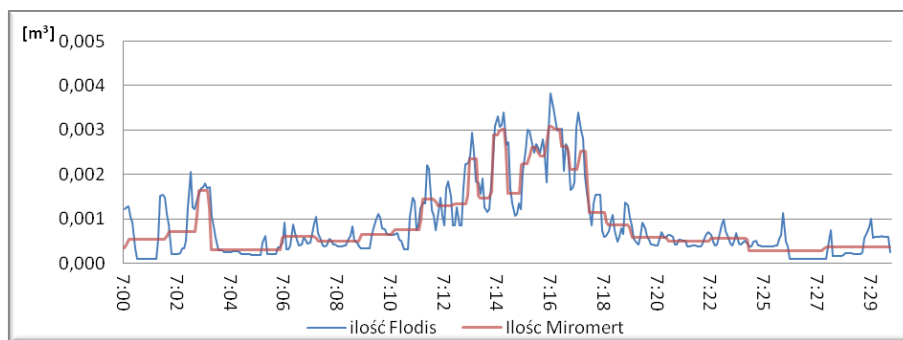
Rys. 2. Miesięczna różnica procentowa między wskazaniemi WG i Σ WM
Fig. 2. The monthly percentage difference between the readings of Σ WM and MWM

Część B

Mając na uwadze analizę wpływu wielkości przepływów (małych bądź dużych) na straty pozorne należy bliżej przyjrzeć się ich charakterowi. W okresach wzmożonego zużycia wody (np. szczyt poranny) wodomierz główny pracuje w sposób ciągły z mniejszym bądź większym natężeniem (rysunek 3), w godzinach nocnych charakter jego pracy jest odmienny. Przez większą część nocy wodomierz główny znajduje się w spoczynku przerywanym jedynie niewielkimi skokami przepływu.

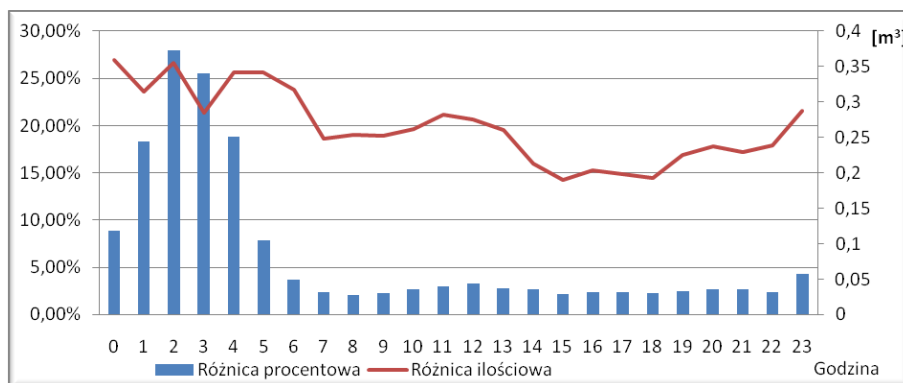
Następnym zagadnieniem, które podlegało analizie było badanie różnic wskazań dwóch wodomierzy głównych połączonych szeregowo. Pomimo tego, że pracują w tej samej klasie (klasie C), ich wskazania znacznie odbiegały od siebie.

Jak widać na rysunku 3 wodomierz firmy Flodis jest zdecydowanie dokładniejszy w pomiarach. Można zauważyć zarówno wyższy próg rozruchu jak i dużą bezwładność wodomierza firmy Mirometr. Straty pozorne w jego przypadku są zdecydowanie większe. Nasuwa się pytanie: „Jakie będą to różnice i kiedy będą one największe?”



Rys. 3. Wskazania wodomierzy mierzone co 5 s przez 30 minut szczytu porannego

Fig. 3. Indications of water meters measured every 5 seconds for 30 minutes of the morning peak hours



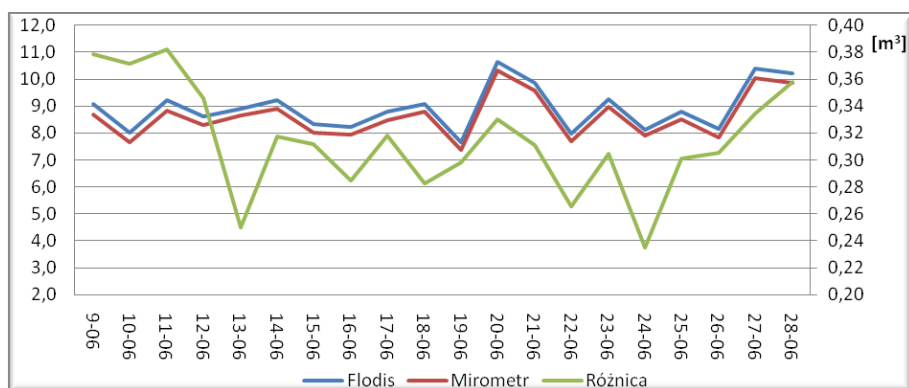
Rys. 4. Różnice ilościowe i procentowe wskazań wodomierzy dla średnich w poszczególnych godzinach

Fig. 4. Quantitative and percentage differences of water meters for averages indicated in the separate hours

Na rysunku 4 przedstawiono różnice ilościowe i procentowe wskazań wodomierzy dla średnich w poszczególnych godzinach. Wyraźnie wskazują one na porę nocną jako źródło największych strat pozornych. Nasuwa się przypuszczenie, że przy minimalnych rozbiorach wodomierz o wyższym progu rozruchu nie poruszy się ze względu na bardzo mały przepływ. Najmniejsze zużycia są w porze nocnej i to w właśnie wtedy widać największą różnicę. Ilościowy wykres (oś) różnic rów-

niez wskazuje noc jako źródło największych strat pozornych, nie są już one jednak tak widocznie większe od tych w ciągu dnia. Nasuwa się pytanie: „Dlaczego wykresy różnic procentowych i ilościowych nie nakładają się na siebie?” Wynika to z prostego faktu, że nocą rozbiory są po prostu niewielkie więc wielka różnica procentowa (chwilowe różnice często sięgają ponad 700%) przekłada się na stosunkowo małe ilości faktycznie zużytej wody.

Z rysunku 4 wyczytano inną ciekawą informację – średnio co godzinę różnice wskazań badanych wodomierzy osiągają kilkanaście litrów. Pozornie niewielka ilość w dłuższym odcinku czasu może okazać się znaczna (rysunek 5).



Rys. 5. Dobowe wskazania wodomierzy głównych oraz ich różnica wyrażone w m³
Fig. 5. Daily indication of the main water meters and their difference shown in m³

Pomimo tego, że oba wodomierze pracują w klasie C, straty generowane przez wodomierz Mirometr sięgają kilkuset litrów na dobę. Nie trudno się domyślić jakby to wyglądało w przypadku wodomierza o niższej klasie metrologicznej.

Co zatem wpływa na straty pozorne w budownictwie wielorodzinnym? Na pewno klasa wodomierza. Widać doskonale różnice działania urządzeń różnych firm. Badaliśmy tu wodomierze w najwyższej klasie, więc ich wskazania i tak były stosunkowo dobre. Trzeba zaznaczyć, że w budynkach wielorodzinnych najczęściej funkcjonują urządzenia o niższych klasach.

Wskazania wodomierzy mieszkaniowych (ΣWM) i wodomierza głównego (WG) nigdy nie będą równe. Nawet, jeśli założymy brak przecieków, jednoczesność wykonywanych pomiarów na WG i na WM, uczciwość odbiorców, to i tak koszt urządzenia, które wykazywałoby taką czułość na przyłączy wodociągowym, jak wodomierze mieszkaniowe byłby po prostu zbyt duży. Można założyć, że urządzenia w klasie C mają wystarczającą dokładność pomiarową, choć jak dało się zauważyć oprócz klasy ważne są pozostałe parametry metrologiczne, a w szczególności próg rozruchu. Należy zwrócić także uwagę na informacje producenta, jak długo urządzenie działa w „interesującej” nas klasie. Straty pozorne związane z tymi różnicami są generowane najsilniej nocą. Przy małym zużyciu i dużych skokach przepływu wodomierz główny będzie wykazywał dużą bezwładność.

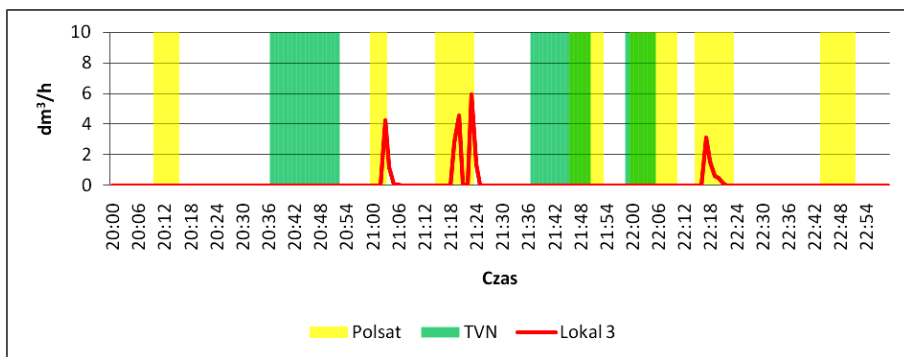
Część C

Różnorodność kanałów telewizyjnych oraz ich ogólnodostępność spowodowała, że zdominowały one nasze codzienne życie. Nasuwa się więc pytanie: „Czy reklamy, którymi przerywane są programy mają wpływ na rozbiór wody?”

Aby odpowiedzieć na to pytanie wytypowano do badań lokale (jako najbardziej reprezentacyjne), w których odnotowano największy rozbiór wody w badanym okresie, w najczęściej oglądanym czasie antenowym tzn. w godzinach 20:00÷23:00. Do badań wybrano kanały, do których dostęp nie wymaga anteny satelitarnej oraz ich programy przerywane są reklamami (POLSAT i TVN).

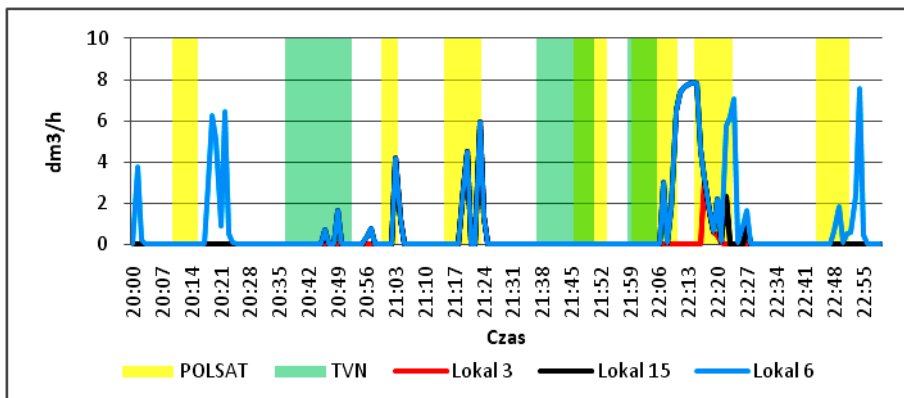
Na rysunku 6 przedstawiono jednostkowe zużycie wody w najczęściej oglądanym czasie antenowym w lokalu nr 3. Widać na nim, że lokator ogląda najprawdopodobniej telewizję POLSAT i wykorzystuje przerwy reklamowe na „załatwienie spraw” związanych ze zużyciem wody. Ilość wykorzystanej wody zależy od długości (czasu) reklamy.

Porównując kilka lokali widać, że rozbiór wody w większości pokrywa się z przerwami reklamowymi (rysunek 7). Na podstawie tego wykresu można stwierdzić, że lokatorzy w wybranych mieszkaniach, oglądają ten sam kanał w czasie 22:00÷22:30. Natomiast pozostałe rozbiory mogą być związane (skorelowane) z reklamami na innych kanałach bądź w ogóle nie są związane z oglądaniem telewizji.



Rys. 6. Zużycie wody w wybranym lokalu w najchętniej oglądanym czasie antenowym

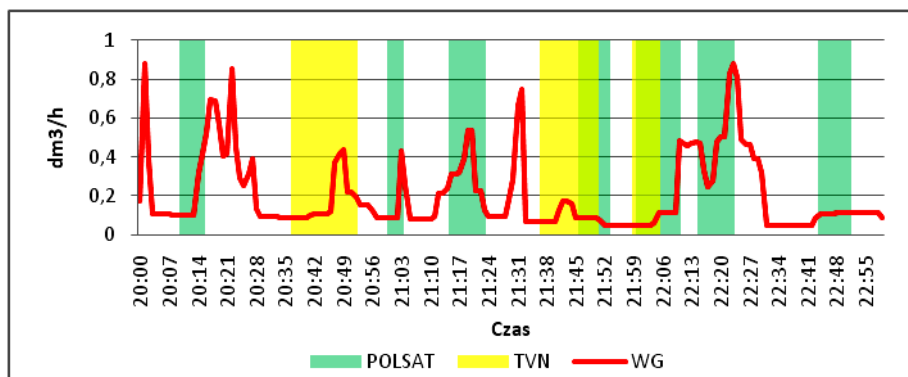
Fig. 6. Water consumption in selected flat in the prime broadcasting time



Rys. 7. Zużycie wody w wybranych lokalach w najchętniej oglądanym czasie antenowym

Fig. 7. Water consumption in selected flats in the prime broadcasting time

Niemożliwym jest natomiast jednoznaczne określenie, czy wszyscy lokatorzy w bloku wykorzystują czas reklamowy (rysunek 8), analizując dane z wodomierza głównego. Na rysunku widać, że woda prawie cały czas ulega rozbirowi, a większość szczytów nie pokrywa się z czasem reklamowym. Podobnie jak poprzednio badania w tym zakresie powinny być kontynuowane.



Rys. 8. Przepływ wody przez wodomierz w całym bloku w najchętniej oglądanym czasie antenowym

Fig. 8. Water flow through the water meter in the entire block of flats during the prime broadcasting time

3. Podsumowanie – wnioski

Przeprowadzone badania pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Różnice wskazań między sumą wodomierzy mieszkaniowych, a wodomierzem głównym są nieuniknione ale powinny mieścić się w rozsądnych granicach do 10%.
2. Legalizacja wodomierzy co 5 lat jest słuszna. Po tym czasie ich dokładność drastycznie spada.
3. Miesięczne badania różnic wskazań wodomierzy (cz. A) obarczone są błędem grubym ze względu na nierównoczesność odczytu danych. Sugeruje się pomiary długoterminowe, bądź w tym samym dniu.
4. Wodomierz firmy Flodis jest urządzeniem dokładniejszym w pomiarach. Pomimo, że oba badane urządzenia pracują w tej samej klasie, to różnice wskazań wynoszące kilka metrów sześciennych miesięcznie są zdecydowanie zbyt duże. Oprócz klasy należy podczas wyboru wodomierza zwracać uwagę na pozostałe parametry metrologiczne.
5. Okres nocny oraz duże skoki przepływu wody są największym źródłem strat pozornych wynikających ze „słabych” parametrów wodomierza głównego.

6. Straty pozorne są nieuniknione. Można je jednak niwelować do rozsądnych wartości przez wprowadzenie nowoczesnych urządzeń mierzących.
7. Reklamy emitowane podczas przerw programowych na antenach telewizyjnych mają niewątpliwy wpływ na rozbiór wody. Aby dokładnie określić skalę tego zjawiska należałoby:
 - przyjąc do badań większą liczbę kanałów telewizyjnych, których programy przerywane są reklamami,
 - każdy lokal rozpatrywać pojedynczo, gdyż sumowanie ich po kilka lub rozpatrywanie dla całego bloku powoduje, że nie jesteśmy w stanie uogólnić otrzymanych wyników, a tym samym wniosków,
 - prowadzić badania w najczęściej oglądanych blokach antenowych (porannych, popołudniowych i nocnych) oraz w okresie spektakularnych wydarzeń medialnych (festiwale muzyczne, gale boksu, mistrzostwa świata/Europcy w piłce nożnej, premiery filmowe, ważne uroczystości).

*Artykuł został napisany w oparciu o Grant Rektorski
Nr 503W/7701/0010/010*

Literatura

1. **Sosnowski S., Tabernacki J., Chudzicki J.:** *Instalacje wodociągowe i kanalizacyjne*. Instalator polski, Warszawa 2002.
2. www.huby.seo.pl: Wodomierze i kradzieże wody
3. **Serejko G.:** *Analiza zużycia oraz strat wody w zabudowie wielorodzinnej na przykładzie Mazowieckiej Spółdzielni Mieszkaniowej w Płocku*. Praca dyplomowa wykonana pod kierunkiem P. Podwójcigo. Politechnika Warszawska WBMiP. Płock 2005.
4. **Biedugnis S., Podwójci P., Serejko G., Smolarkiewicz M.:** *Analiza zużycia wody w zabudowie wielorodzinnej na przykładzie wybranych spółdzielni Mazowsza*. Zeszyty Naukowe Wydz. Inżynierii Środowiska Politechniki Koszalińskiej nr 23, seria Inżynieria Środowiska. Koszalin 2007.
5. **Biedugnis S., Podwójci P., Serejko G., Smolarkiewicz M.:** *The Analysis of Water Consumption and the Discrepancy Between the Indications of Main Water Meters and the Total of Residential Water Meters on the Example of Chosen Housing Associations from the Mazowsze Region*. Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 16, No. 2A, Part II. Olsztyn 2007.

6. **Chojnacka P.:** *Analiza zużycia i strat wody w budownictwie wielorodzinnym na przykładzie Mazowieckiej Spółdzielni Mieszkaniowej w Płocku w latach 2003-2007.* Praca dyplomowa wykonana pod kierunkiem P. Podwójciego. Politechnika Warszawska WBMiP. Płock 2007.
7. **Zberowska I.:** *Analiza czynników mających wpływ na wartość jednostkowego zużycia wody w budownictwie wielorodzinnym.,* Praca dyplomowa wykonana pod kierunkiem P. Podwójciego. Politechnika Warszawska WIŚ. Warszawa 2008.
8. **Podwójci P., Kozłowski M.:** *Nierównomierność rozbioru wody w budownictwie wielorodzinnym.,* Materiały: XXX Międzynarodowe Sympozjum im. B. Krzysztofika AQUA 2010. PW, WBMiP. Płock 2010.
9. **Krysiuk M.:** *Badanie strat pozornych w budownictwie wielorodzinnym.* Materiały: XXX Międzynarodowe Sympozjum im. B. Krzysztofika AQUA 2010. PW, WBMiP. Płock 2010.
10. **Nowicki B.:** *Jednostkowe zużycie wody i ciepła w budownictwie wielorodzinnym na przykładzie budynku wyposażonego w mieszkaniowe, wymiennikowe stacje cieplne.* Praca dyplomowa wykonana pod kierunkiem P. Podwójciego. Politechnika Warszawska WIŚ. Warszawa 2010.
11. **Piecuch T.:** *Technika Wodno-Mulowa. Urządzenia i procesy.* WNT. Warszawa 2010. Rozdział 1. Przenośniki do cieczy.

Water Consumption in the Multi-family Housing – Selected Issues

Abstract

The highest water consumption in Poland was recorded in the eighties of the last century. It arose due to the lack of consumer's measurement and low public awareness. Along with the installation of water meters and a gradual increase of water prices, a decline of water consumption by the average citizen has begun. The efforts to minimize the loss of water were started – the installation of a new, sealed tap fittings, new guidelines for the design of water system were introduced (the mandatory installation of water meters), and its metal parts replaced with plastic equivalents. Despite so many efforts in the multi-family housing, there are still conflicts in squaring residents for water. It is caused by the discrepancy between indications of main water meters (MWM) and the sum of the indications of residential water meters in the multi-family housing (Σ WM). This discrepancy is called the apparent loss. Assuming that all water

meters in installation are in good working order and always show the actual amount of water that flowed by, the reading of the MWM should be equal to Σ WM. Unfortunately, it almost never occurs. There are many causes of that phenomenon, the most common are: the quality of water meters, leaks in the installation, theft of water by interfering with the operation of residential water meters.

Which standards the water meter complies depends on their classes. The higher the class of the water meter, the higher sensitivity and accuracy. Each water meter of both the home and the collective (e.g. main one) has a starting threshold below which the water meter does not work at all or its readings carry a high measuring error. Thanks to proper class of water meters, even the amount of water flowing from the leaky tap can be measured. The larger the water meter (larger diameter DN) the higher starting threshold and thus less accuracy at low flow rates. In the article, the authors have made an attempt to determine a real specific water consumption and elements which can have an influence on discrepancy between indications of main water meters and the sum of the indications of residential water meters in the multi-family housing. In addition, an attempt to determine the impact of advertising breaks on water consumption was made.

Research was divided into three parts, respectively: A. An attempt to determine the impact of “aging” of water meters on the amount of apparent losses (since the last attestation); B. An attempt to determine whether the small / large flow (daily/ night consumption) affects the apparent losses; C. An attempt to determine the impact of advertising breaks on water consumption. The studies allow to formulate the following conclusions:

1. Apparent water losses are inevitable. However, they can be eliminated to a reasonable value by the introduction of modern measuring equipment subjected to periodic attestation.
2. Night period, and large jumps of water flow are the largest source of apparent losses.
3. Advertisements breaks during broadcasting the program on television have a definite influence on the water consumption.

