

## **Analiza wybranych parametrów opisujących zużycie wody w zabudowie wielorodzinnej z punktu widzenia rozbieżności między wskazaniami wodomierzy głównych a sumą wskazań wodomierzy mieszkaniowych**

*Stanisław Biedugnis, Paweł Podwójci, Grzegorz Serejko  
Politechnika Warszawska*

### **1. Wstęp**

Wzrastająca cena wody oraz jej powszechne opomiarowanie to, wydaje się, dwie główne przyczyny systematycznego spadku zużycia wody w Polsce od początku lat 90-tych. Ograniczając swoje rozważania do zabudowy wielorodzinnej, można powiedzieć, że suma wskazań wodomierzy mieszkaniowych powinna być równa (przynajmniej teoretycznie i w uproszczeniu) wskazaniu wodomierzy głównych. Praktyka jest jednak inna. Rozbieżności te są bardzo duże, rzędu nawet 20÷30%, ale co ważniejsze przestają być akceptowane przez zarządców nieruchomości oraz lokatorów, którzy w konsekwencji płacą za te różnice w postaci najczęściej dodatkowych opłat eksploatacyjnych.

Wielu badaczy w Polsce [1÷3], szczególnie od ostatnich kilku lat, zajmuje się tą problematyką, próbując znaleźć przyczyny tych rozbieżności. Autorzy artykułu postawili sobie za cel analizę zużycia wody w budownictwie wielorodzinnym, w oparciu o dane z Mazowieckiej Spółdzielni Mieszkaniowej w Płocku, ze szczególnym zwróceniem uwagi na rozbieżność pomiędzy wskazaniami wodomierzy głównych a sumą wskazań wodomierzy mieszkaniowych. Tym samym podjęto próbę znalezienia odpowiedzi na pytanie: „Czy w posiadanych danych, pochodzących ze 131 bloków, zamieszkałych przez prawie 15 tysięcy osób, da się znaleźć powiązania pomiędzy charakterystycznymi parametrami opisującymi zużycie wody a wspomnianą rozbieżnością?”. Znalezienie takich powiązań wraz z informacją o jednostkowym zużyciu wody w poszcze-

gólnych lokalach może pozwolić potencjalnie (w opinii autorów) na identyfikację pewnych nieprawidłowości w opomiarowaniu zużycia wody, które to zaś może się przekładać na rozważane rozbieżności między wskazaniami wodomierzy głównych a sumą wskazań wodomierzy mieszkaniowych.

## **2. Badania własne**

### **2.1. Charakterystyka danych źródłowych, metodyka badań**

Dane źródłowe do analiz pochodziły z Mazowieckiej Spółdzielni Mieszkaniowej w Płocku. Obejmowały okres od miesiąca stycznia 2003 r. do grudnia 2006 r. Dane eksploatacyjne obejmowały:

- odczyty wskazań wodomierzy mieszkaniowych dla wody zimnej i ciepłej,
- odczyty wskazań wodomierzy głównych,
- liczba osób zameldowanych w lokalu,
- parametry opisujące wodomierz i sposób jego montażu,
- powierzchnia lokalu.

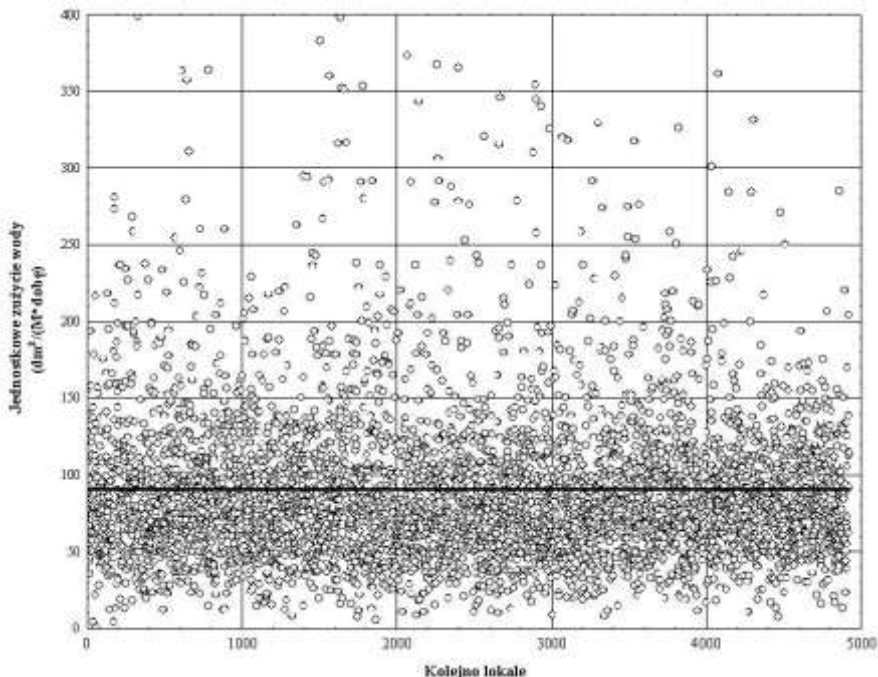
Analizą objęto 131 budynków wielorodzinnych, w skład których wchodziły bloki zarówno cztero-, pięcio- i dwunastokondygnacyjne. Wszystkie mieszkania, administrowane przez MSM, spełniają założenia III klasy komfortu sanitarnego [1]. W każdym z lokali zamontowane są dwa wodomierze (odpowiednio: wody zimnej i ciepłej) lub cztery jeśli instalacja wodociągowa w mieszkaniu zasilana jest z czterech pionów. Łącznie dane obejmują 4927 lokali, w których zameldowanych jest około 13379 osób. Odczyty wodomierzy mieszkaniowych, jak i głównych dokonywane były jeden raz w miesiącu (w sporadycznych przypadkach raz na dwa miesiące z uwagi na nieobecność mieszkańców). Liczba osób zameldowanych w lokalu pochodziła z ksiąg meldunkowych. Inwentaryzacja „stanu” wodomierzy obejmowała spis zainstalowanych w mieszkaniu wodomierzy wraz z podaniem charakterystycznych parametrów opisujących wodomierz (producent, przepływ nominalny, sposób montażu oraz długość prostego odcinka przewodu przed i za wodomierzem) i obejmowała około 500 lokali (można je traktować jako próbkę reprezentatywną).

### **2.2. Wyniki badań i dyskusja**

Chcąc odpowiedzieć sobie na pytanie: „Jakie są przyczyny rozbieżności pomiędzy wskazaniami wodomierzy głównych a sumą wskazań wodomierzy mieszkaniowych?” należy określić podstawowe parametry opisujące zużycie wody oraz dane charakteryzujące badany obiekt (w tym przypadku lokale MSM w Płocku).

## Podstawowe parametry opisujące zużycie wody

Na rysunku 1 przedstawiono jednostkowe zużycie wody w poszczególnych lokalach, zaś w tabeli 1 zestawiono syntetyczne wyniki obejmujące strukturę zamieszkania oraz statystyki opisowe jednostkowego zużycia wody oraz współczynnika  $c/z$  (stosunek wody ciepłej do ogółem zużywanej).



**Rys. 1.** Jednostkowe zużycie wody w poszczególnych lokalach  
**Fig. 1.** Unit water consumption in examined flats

Analizując wyniki zawarte w tabeli 1 oraz uwzględniając wcześniejsze badania autorów [5, 8÷10], w zakresie analizy zużycia wody w budownictwie wielorodzinnym, można z całą stanowczością powiedzieć, iż jednostkowe zużycie wody uzależnione jest od liczby osób korzystających z wody w lokalu. Stąd określając, podając czy szacując wartość faktyczną tego zużycia należy uwzględnić strukturę zamieszkania. Analizując dodatkowo statystykę opisową (tabela 1) oraz histogram rozkładu (nie zamieszczony w artykule) można powiedzieć, że wartość średnia ( $91 \text{ dm}^3/\text{Md}$ ) nie opisuje tak dobrze jednostkowego zużycia wody, jak wartość mediany wynosząca odpowiednio  $80 \text{ dm}^3/\text{Md}$ . Należy tu także zwrócić uwagę na fakt, iż wartości te są dużo niższe niż dane literaturowe obowiązujące np. przy projektowaniu [7].

**Tabela 1.** Struktura zamieszkania oraz statystyki opisowe jednostkowego zużycia wody i współczynnika c/z

**Table 1.** The inhabitation structure and descriptive statistics of unit water consumption and H/C ratio

Lokalizacja	Struktura zamieszkania*					
	1 osoba	2 osoby	3 osoby	4 osoby	5 osób	6 osób
Płock	17,9%	20,4%	25,9%	22,8%	7,0%	1,6%
<b>Jednostkowe zużycie wody oraz współczynnik c/z w zależności od liczby osób zameldowanych</b>						
jed. zużycie [dm <sup>3</sup> /M·d]	126,1	98,1	86,0	77,6	67,2	53,7
wsp. c/z	0,366	0,372	0,374	0,388	0,378	0,384
<b>Statystyki opisowe zużycia wody [dm<sup>3</sup>/M·d]</b>						
	Lokale	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Odch.Std.
jed. zużycie [dm <sup>3</sup> /M·d]	4737**	91,3	80,1	0,82	806,7	53,5
<b>Statystyki opisowe współczynnika C/Z</b>						
wsp. c/z	4927	0,374	0,376	0,0	2,04	0,115

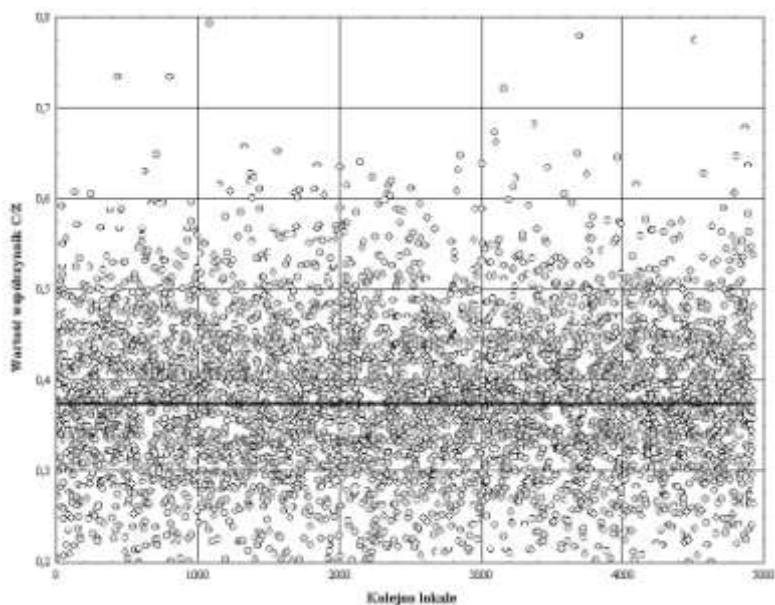
\*\* - w analizie pominięto lokale użytkowe oraz te, w których liczba osób zameldowanych była większa od 6.

\*\* - ważne lokale.

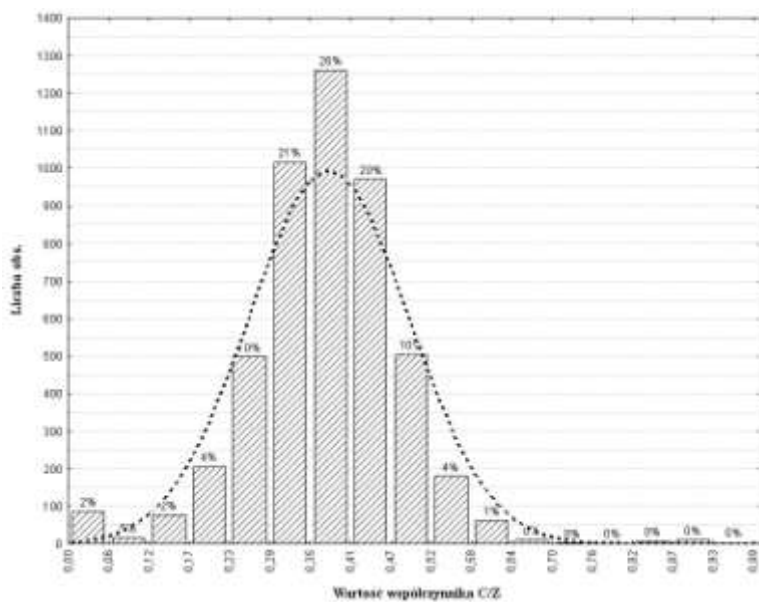
Na rysunku 2 oraz w tabeli 1 zostały przedstawione wartości współczynnika c/z, czyli stosunku ilości wody ciepłej zużywanej przez statystycznego mieszkańca w badanych lokalach do ogółu zużywanej wody. Wartość średnia c/z wynosi 0,374 i można powiedzieć, że jest praktycznie niezależna od liczby osób zamieszkałych w lokalu, a jej wartość zbliżona jest to wartości podawanych w innych opracowaniach [3]. W tym przypadku wartość mediany 0,376 zbliżona jest do wartości średniej, a rozkład ma charakter rozkładu normalnego (rysunek 3). Odstający słupek w pobliżu zera „c/z” (około 90 obserwacji) to miejsca poboru wody w blokach nie opomiarowane, gdzie pobierana jest tylko woda zimna np. zsypy czy punkty czerpalne do podlewania ogródków przy blokach.

W celu identyfikacji potencjalnych powiązań pomiędzy poszczególnymi parametrami opisującymi zużycie wody na rysunku 4 i 5 przedstawiono odpowiednio sumaryczną ilość zużywanej wody oraz wartość współczynnika c/z w funkcji liczby osób zamieszkałych w bloku.

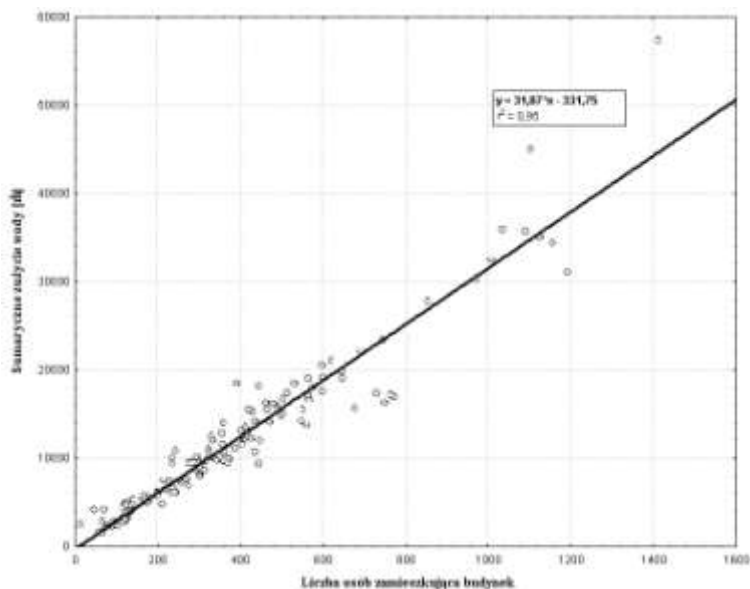
Jak należało przypuszczać sumaryczne zużycie wody w bloku jest ściśle związane z ilością osób w nich zamieszkałych (rysunek 4), natomiast współczynnik c/z nie wykazuje takiej zależności (rysunek 5).



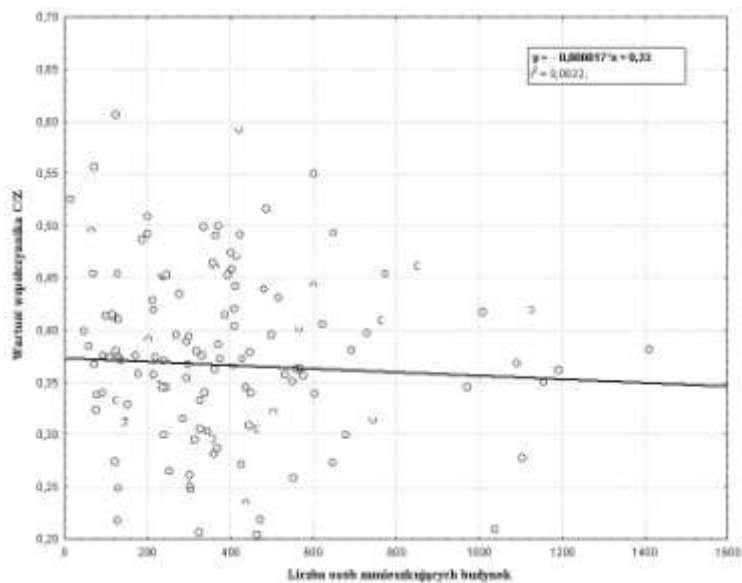
**Rys. 2.** Wartość współczynnika  $c/z$  w poszczególnych lokalach  
**Fig. 2.** Value of H/C ratio in individual flats



**Rys. 3.** Histogram rozkładu wartości współczynnika  $c/z$   
**Fig. 3.** Histogram of H/C ratio



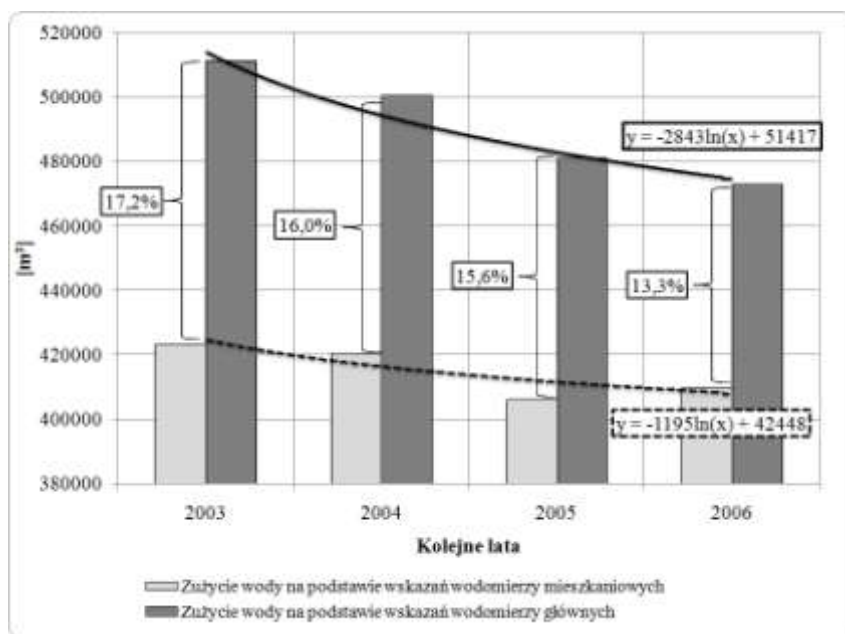
**Rys. 4.** Zależność sumarycznego zużycia wody od liczby osób zamieszkałych w bloku  
**Fig. 4.** Relation of total water consumption on inhabitants number in apartment block



**Rys. 5.** Zależność współczynnika c/z od liczby osób zamieszkałych w bloku  
**Fig. 5.** Relation of the H/C ratio on inhabitants number in apartment block

## Rozbieżność między wskazaniami wodomierzy

Wielu badaczy uważa [1, 3, 8, 9], iż z punktu widzenia poszukiwania przyczyn rozbieżności między wskazaniami wodomierzy głównych a sumą wskazań wodomierzy mieszkaniowych stale powinno być monitorowane jednostkowe zużycie wody w lokalach oraz wartość współczynnika c/z. Analiza tych dwóch parametrów i ewentualne ich zmiany mogą pozwolić na wykrycie pewnych nieprawidłowości w pracy wodomierzy czy samej instalacji. Na rysunku 6 przedstawiono sumaryczne zużycie wody wskazane przez wodomierze główne oraz wielkość zużycia zmierzonego przez wodomierze mieszkaniowe w latach 2003÷2006.



**Rys. 6.** Sumaryczne zużycie wody w badanych lokalach w latach 2003÷2006

**Fig. 6.** Total water consumption in examined flats in 2003÷2006 years

Na podstawie tego rysunku 6 można stwierdzić, iż suma wskazań ilości zużytej wody wskazanej przez wodomierze mieszkaniowe jest o około 15% mniejsza w stosunku do wartości pochodzącej z odczytu wodomierzy głównych. Od 2003 roku można jednocześnie zanotować spadek tych rozbieżności. Na tym etapie badań autorzy nie znajdują w posiadanych danych powodu tych zmian. Jedynym czynnikiem, który się nasuwa na myśl, to coraz częstsze kontrole „stanu” wodomierzy przez inkasentów. Może świadomość, że takie kon-

trole są dokonywane przy każdym odczycie zmniejsza ochotę na podjęcie ryzyka związanego z ewentualną ingerencją w pomiar. Ktoś to obserwuje – mogą być złapany.

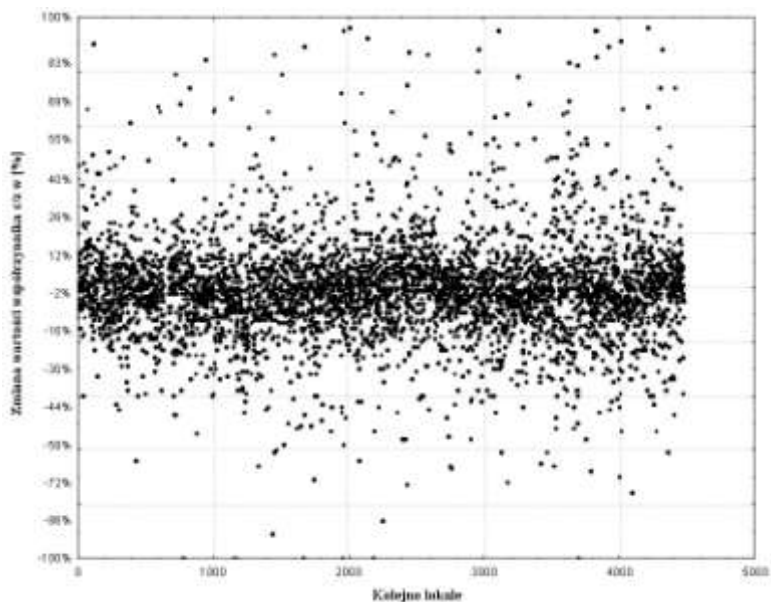
W związku z tym, iż od kilku lat mówi się o coraz częstszym używaniu przez lokatorów magnesów neodymowych, w celu zakłócenia wskazań wodomierza, MSM w Płocku na przestrzeni marca i maja 2005 r. na wszystkich licznikach zainstalowała wskaźniki pola magnetycznego (przyklejane paski). Na rysunku 7 i 8 przedstawione zostały odpowiednio zmiany zużycia wody oraz współczynnika c/z po zamontowaniu pasków. W celu uśrednienia zużycia wody zostały porównane w stosunku do siebie okresy czerwiec-grudzień odpowiednio 2005 i 2006 r.

Analizując wykresy przedstawione na rysunku 7 i 8 nie można jednoznacznie powiedzieć, że montażowi pasków towarzyszy jednoznaczny wzrost zużycia wody bądź zmiana współczynnika c/z w badanych lokalach. Analizując dodatkowo histogramy rozkładu powyższych parametrów (nie zamieszczone w artykule) można stwierdzić, iż praktycznie nic się nie zmieniło po założeniu pasków, patrząc z punktu widzenia tych prawie 5 tysięcy lokali. Jeśli zatem ma miejsce używanie magnesów neodymowych, w celu zaburzenia wskazań ilości mierzonej wody, to proceder ten ma charakter marginalny. Należy tu jednak podkreślić, iż jest pewna grupa lokali, w których, po zamontowaniu pasków, nastąpił wyraźny wzrost ilości zużywanej wody oraz uległ zmianie współczynnik c/z. Chcąc dokonać dalszych analiz zostały wyselekcjonowane lokale dla których, po zamontowaniu pasków, odpowiednio:

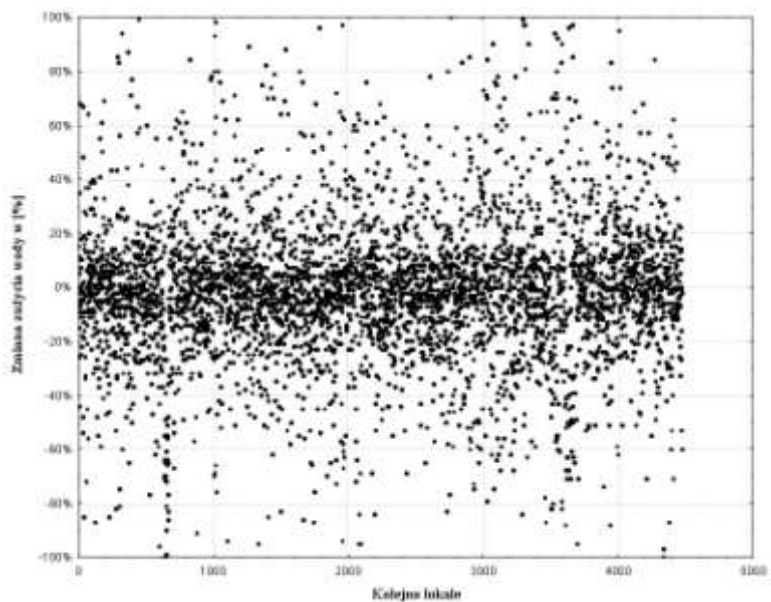
- a) procentowa zmiana zużycia wody była większa niż 10% (rysunek 9),
- b) współczynnik c/z wzrósł więcej niż 40% (rysunek 10).

Analizując otrzymane zależności przedstawione na rysunku 9 i 10 nie można powiedzieć, iż odpowiednie zależności są ze sobą skorelowane (są istotnie zależne). Tym samym, po raz kolejny, nasuwa się wniosek, że stosowanie magnesów ma w ramach badanych lokali, można powiedzieć Spółdzielni, marginalne znaczenie. Dla wyselekcjonowanych lokali, w wyżej opisany sposób (rysunek 10) określono dodatkowo wartości jednostkowego zużycia wody. Otrzymane wyniki, z uwzględnieniem liczby osób zameldowanych w lokalu, przedstawiono na rysunku 11. Można stwierdzić, że w lokalach tych jednostkowe zużycie wody jest dużo niższe niż w odpowiednio podobnych. Może być to „cecha indywidualna lokalu” (przywyczajenia, kultura higieniczna i sanitarna) bądź może rzeczywiście pomiar zużywanej wody nie jest prawidłowy (uszkodzony wodomierz, ingerencja w instalację).

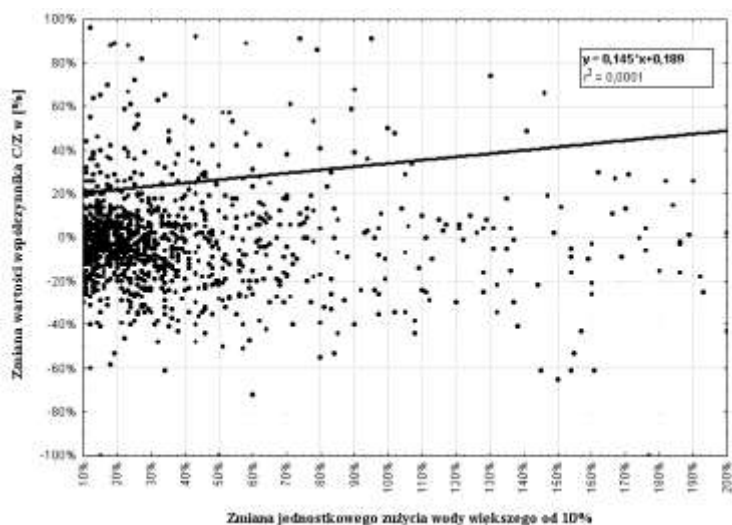




**Rys. 7.** Procentowa zmiana zużycia wody po założeniu pasków  
**Fig. 7.** Percentage change of unit water consumption after putting stripes on

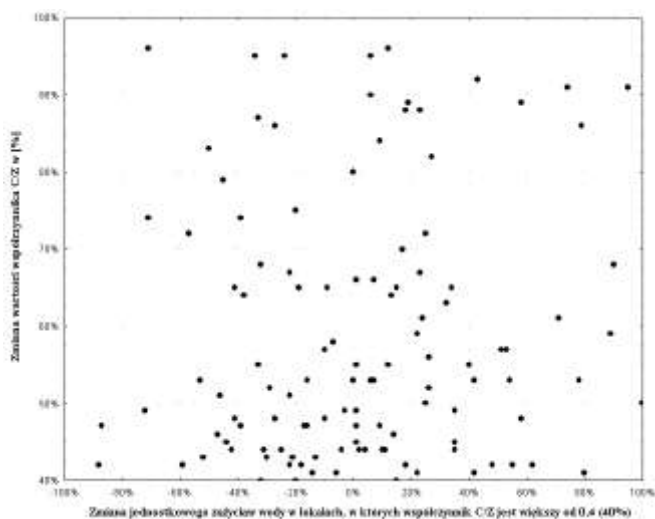


**Rys. 8.** Procentowa zmiana współczynnika c/z po założeniu pasków  
**Fig. 8.** Percentage change of H/C ratio after putting stripes on



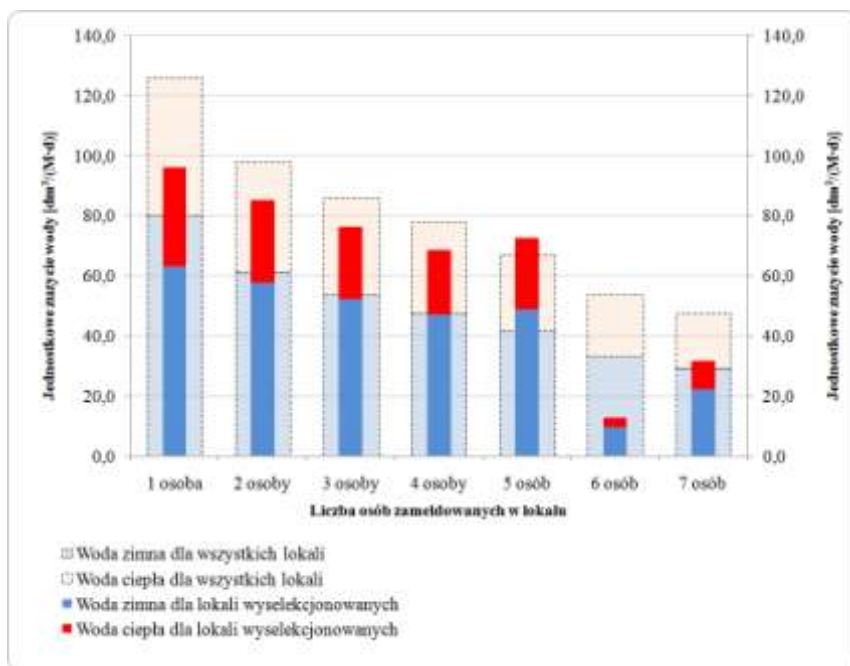
**Rys. 9.** Procentowe zmiany c/z oraz zużycia wody w lokalach, w który zanotowano zmianę zużycia wody większą niż 10% po zamontowaniu pasków

**Fig. 9.** Percentage changes of H/C ratio and water consumption in flats, where water consumption change was bigger than 10% after putting stripes on



**Rys. 10.** Zmiany zużycia wody w lokalach, w których wartość c/z po zamontowaniu pasków wzrosła powyżej 40%

**Fig. 10.** Changes of unit water consumption in flats, in which H/C ratio after installing stripes grew over the 40%



**Rys. 11.** Jednostkowe zużycie wody w zależności od liczby osób zameldowanych w mieszkaniu dla lokali, w których zmiana c/z była większa od 40%

**Fig. 11.** Unit water consumption in dependence on number of inhabitants reported in examined flats, where change of H/C ratio was over 40%

### Inwentaryzacja stanu wodomierzy

W wyniku przeprowadzonej inwentaryzacji stanu wodomierzy, szczególnie opisanej w [9, 10], ustalono iż:

- 100% wodomierzy to urządzenia o przepływie nominalnym  $q_n=1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ . Biorąc pod uwagę rzeczywiste wartości zużywanej wody oraz faktyczne przepływy wydaje się, że wodomierze są przewymiarowane, co może powodować, że część zużywanej wody nie jest mierzona, szczególnie przy niższych wartościach przepływu (w obszarze  $q_{\min}$ ),
- Ponad 75% wszystkich wodomierzy jest zamontowana w pionie, co z kolei ma wpływ na dokładność pomiaru, ponieważ w około 90% produkowanych obecnie liczników wody ten sposób montażu zapewnia tylko klasę mierniczą A,
- W ponad 75% przypadków długość „prostki” przed wodomierzem jest mniejsza od wartości wymaganej. Zgodnie zaś z wymogami producentów długość odcinka prostego przed wodomierzem powinna być nie mniejsza niż 5DN, podobny warunek tylko tyle, że 3DN dotyczy odcinka za licznikiem.

### 3. Podsumowanie i wnioski końcowe

Dokonana analiza wybranych parametrów opisujących zużycie wody w zabudowie wielorodzinnej z punktu widzenia rozbieżności pomiędzy wskazaniami wodomierzy głównych a sumą wskazań wodomierzy mieszkaniowych pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

1. Jednostkowy wskaźnik zużycia wody jest uzależniony od liczby osób korzystających z wody w lokalu i jest niższy niż dane literaturowe obowiązujące np. przy projektowaniu [7]. W przypadku badanych lokali wskaźnik ten osiągnął wartość  $91 \text{ dm}^3/\text{Md}$ .
2. Określając wartość faktyczną zużycia wody należy uwzględnić strukturę zamieszkania.
3. Rzeczywiste, jednostkowe zużycie wody, według autorów, lepiej odzwierciedla wartość mediany, która wynosi  $80 \text{ dm}^3/\text{Md}$ .
4. Stosunek wody ciepłej do ogólnie zużywanej, nazywany współczynnikiem c/z, wynosi dla badanych lokali 0,374 i jest zbliżony do wartości literaturowych [3]. Współczynnik ten nie jest skorelowany ani z liczbą osób zameldowanych w lokalu ani z ilością osób zamieszkałych w bloku.
5. Od 2003 roku można zanotować systematyczny spadek rozbieżności pomiędzy wskazaniami wodomierzy głównych a sumą wskazań wodomierzy mieszkaniowych. Nie mniej jednak różnica ta jest na poziomie 15%.
6. Analiza powiązań pomiędzy charakterystycznymi parametrami opisującymi zużycie wody (jednostkowe zużycie, współczynnik c/z, zmiany tych parametrów przed i po zamontowaniu pasków „antymagnetycznych” z uwzględnieniem informacji dotyczących liczby osób zameldowanych w lokalu) pozwalają na stwierdzenie, iż ewentualna liczba lokali, w których występuje ingerencja w pomiar wody, poprzez użycie silnych magnesów, jest najprawdopodobniej niewielka, a wręcz znikoma. Nie mniej jednak zastosowanie metod statystycznych, z uwzględnieniem zachodzących powiązań pomiędzy poszczególnymi parametrami, pozwala na identyfikację tych lokali, w których z punktu widzenia statystycznego ilość zużywanej wody oraz „jakość” (tu rozumiana jako współczynnik c/z) są poniżej normy.
7. Dokonana inwentaryzacja wodomierzy oraz sposobu ich montażu, w oparciu o wiedzę literaturową [1÷3], pozwala na stwierdzenie, iż w głównej mierze o przyczynach omawianych rozbieżności decyduje niewłaściwy sposób montażu liczników oraz ich własności metrologiczne.
8. Konieczne są dalsze badania w tym zakresie z uwzględnieniem chwilowych rozbiorów wody oraz informacji o wpływie ciśnienia na wartość jednostkowego zużycia wody.

## Literatura

1. **Tuz P., Gwoździej-Mazur J.:** *Nieprawidłowości działania wodomierzy mieszkaniowych i domowych – identyfikacja i likwidacja przyczyn.* Instal 7-8. 2004.
2. **Koral W.:** *Badania porównawcze wodomierzy różnych średnic instalowanych szeregowo w budynku wielorodzinnym.* Instal 5-6. 2004.
3. **Tuz P., Królikowski A.:** *Wskazania wodomierzy domowych i mieszkaniowych – przyczyny rozbieżności I metody ich bilansowania.* GWiTS 2. 2005.
4. **Sosnowski T. i inni:** *Instalacje wodociągowe i kanalizacyjne.* Instalator Polski. Warszawa 2002.
5. **Serejko G.:** *Analiza zużycia oraz strat wody w zabudowie wielorodzinnej na przykładzie Mazowieckiej Spółdzielni Mieszkaniowej w Płocku.* Praca dyplomowa wykonana pod kierunkiem P. Podwójciego. Politechnika Warszawska WBMiP. Płock 2005.
6. **Kloss-Trębaczewicz, Osuch-Pajdzińska E.:** „Czy zużycie wody w gospodarstwach domowych nadal będzie spadać?”. I Konferencja Naukowo-Techniczna Instalacje wodociągowe i kanalizacyjne. Projektowanie – wykonanie – eksploatacja. Dębę 2004.
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 2002 roku w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody (Dz. U. 2002 Nr 8. Poz. 70).
8. **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, Seria Inżynieria Środowiska nr 23. Koszalin 2007.
9. **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.
10. **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.