

Zbigniew Siwoń  
Stanisław Bogaczewicz  
Jan Cieżak

## BADANIA ZUŻYCIA WODY W OSIEDLACH WROCŁAWSKICH

Decydujące znaczenie dla użytkowania miejskich systemów zaopatrzenia w wodę ma ludność zamieszkała w budynkach wielorodzinnych. W ogólnej strukturze zużycia wody jej udział stanowi przeciętnie 50—70%, co wpływa w istotny sposób na rozbiór wody w mieście, a szczególnie na jego zmienność w czasie. Dotychczasowe badania prowadzone m.in. w Warszawie, aglomeracji gdańsko-gdyńskiej, Poznaniu, Białymstoku i Wrocławiu obejmowały głównie obserwacje zużycia wody w pojedynczych budynkach mieszkalnych lub w obszarze miasta [1]. Niewiele jest zatem informacji o zużyciu wody w osiedlach mieszkaniowych. Ponadto badania te wykazały znaczne zróżnicowanie wskaźników zużycia wody, zależnych w dużej mierze od specyfiki warunków miejscowych, w tym od warunków ekonomicznych i socjalno-demograficznych. Przesłanki te wskazują na potrzebę i celowość prowadzenia badań zużycia wody w osiedlach i grupach budynków wielorodzinnych.

Badania takie podjęto w Instytucie Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej. Ich celem było określenie poziomu i zmienności zużycia wody w gospodarstwach domowych, w wybranych osiedlach mieszkaniowych na terenie Wrocławia. Badaniami objęto budynki wielorodzinne o normatywnym, współcześnie stosowanym standardzie sanitarnego wyposażenia mieszkań i centralnym zaopatrzeniu w ciepłą wodę. Zakres badań dotyczył zużycia wody łącznie ze stratami powstającymi w wyniku przecieków z nieszczelnej sieci osiedlowej i przez nieszczelne przybory sanitarne w mieszkaniach oraz zużycie wody bez strat spowodowanych przeciekami.

### Metodyka badań

Pomiary prowadzono w latach 1982—1984 w osiedlach: Huby-Gaj, Różanka, im. Bolesława Krzywoustego i im. Przyjaźni Polsko-Radzieckiej. Osiedla te mają charakter wyłącznie mieszkaniowy, obejmują budynki wielorodzinne i są zaopatrywane w wodę przez lokalne systemy jednostrefowe z pompowniami hydroforowymi. Mieszkania są wyposażone wg współ-

czesnego, ogólnie przyjętego standardu, tj. zlewozmywak z baterią na ciepłą i zimną wodę, wannę i umywalkę z bateriami na ciepłą i zimną wodę oraz w muszla ustępową. Ciepła woda przygotowywana jest centralnie. Zasadnicze informacje o osiedlach zestawiono w ujęciu syntetycznym w tabeli 1.

Tabela 1  
ZESTAWIENIE INFORMACJI O BADANYCH OSIEDLACH

Wyszczególnienie	Osiedle			
	Huby-Gaj	Różanka	Bolesława Krzywoustego	Przyjaźni Polsko-Radzieckiej
Ogólna liczba mieszkańców,	2082	2560	4000	1590
w tym:				
— dzieci do 7 lat	270	230	—	—
— dzieci od 7 do 16 lat	236	611	—	—
— dorosłych	1500	2609	—	—
Liczba mieszkań	635	975	1153	545
Okres ciągłych pomiarów zużycia wody	19.03.1982 do 30.04.1983	1.05.1983 do 30.04.1984	1.05.1983 do 30.04.1984	9.12.1983 do 31.10.1984
Okres limitowania czasu dostawy wody	od 19.03. do 30.04.1982	6.09. do 4.12.1983	—	—
Okres braku dostawy ciepłej wody	5 do 19.03.1982	1.07 do 11.03.1983	1.07. do 11.03.1983	—

Do pomiarów zużycia wody stosowano kryzy miernicze ISA, współpracujące z przepływomierzami wskazująco-rejestrującymi typu RINGWAAGE o klasie dokładności 1 i prędkości przesuwu taśmy 80 mm/godz. Z przepływomierzy uzyskano wykresy natężenia przepływu wody w rurociągach tłocznych urządzeń hydroforowych, co jest równoznaczne z natężeniem rozbioru wody w osiedlach. Wykresy przetworzono w dyskretne zbiory wartości dobowego, godzinowego oraz maksymalnego zużycia wody w kolejnych dniach, o czasie trwania 5, 10, 20 i 30 minut. W okresie prowadzenia badań ciśnienie w sieci wodociągowej było w każdych warunkach wystarczające do pełnego pokrycia potrzeb wszystkich odbiorców. Do analizy wyników badań zastosowano metodykę, wykorzystującą zasady statystyki matematycznej i rachunku prawdopodobieństwa, dostosowaną do specyfiki osiedli i budynków mieszkaniowych [2].

Istotnym czynnikiem wpływającym na poziom i zmienność dobowego i godzinowego zużycia wody są straty wynikające z przecieków przez nieszczelne przybory sanitarne w mieszkaniach oraz z osiedlowej sieci wodociągowej. Ich dobową objętość obliczono mnożąc średnie godzinowe zużycie wody w godzinach nocnych (1.00 do 4.00) przez 23, tj. przyjmując, że łączny czas napełniania spłuczek ustępowych w ciągu jednej doby trwa 60 minut i że w tym czasie przecieki nie występują. Udział tak obliczonych strat wody w stosunku do zużycia zmierzonego, zestawiono w tabeli 2.

Relatywnie wysoki poziom przecieków sprawia, że podane w tabeli 3 wartości wskaźnika zużycia wody są we wszystkich osiedlach duże i niewspółmierne z rzeczywistymi potrzebami odbiorców.

W celu prawidłowego zinterpretowania wyników badań, ich analizę przeprowadzono zatem odrębnie dla zbiorów rzeczywistych (zmierzonych) wartości rozbiór wody oraz odrębnie dla zbiorów obserwacji zużycia bez strat spowodowanych przeciekami.

Dobowy rozbiór wody na potrzeby gospodarstw domowych podlega charakterystycznym zmianom w cyklu tygodniowym. Tendencje w tej zmienności ilustrują uśrednione histogramy zamieszczone na rys. 1, których rzędnymi są średnie (w sezonowych okresach roku) wartości zużycia wody w jednoimiennych dniach tygodnia. Uwidacznia się wyraźnie szczyt zużycia wody występujący z reguły w dniach przedświątecznych.

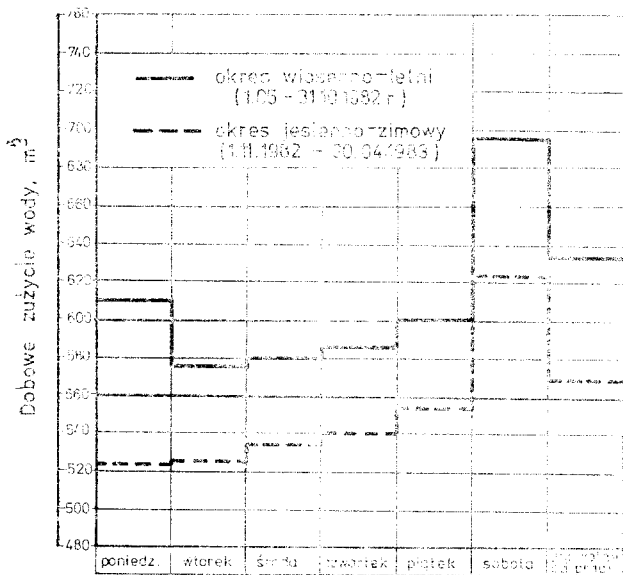
Roczne zbiory (szeregi czasowe) obserwacji podzielono na próby statystyczne, grupujące wyniki pomiarów w sezonach wiosenno-letnich i jesienno-zimowych, a w ramach tych sezonów, w dniach o podobnym charakterze tj. w dniach roboczych oraz przedświątecznych i wolnych od pracy [3]. Losowe właściwości badanych zmiennych opisano dwuparametrowym rozkładem gamma, którego zgodność z empirycznymi rozkładami częstotliwości zweryfikowano za pomocą testu  $\chi^2$  Pearsona na poziomie istotności  $P\alpha$  równym 0,95. W oparciu o empiryczne funkcje prawdopodobieństwa przewyższenia wyznaczono wartości wskaźnika dobowe-

Tabela 2  
ŚREDNIE STRATY WODY SPOWODOWANE PRZECIEKAMI W OKRESACH NIEOGRANICZONEJ DOSTAWY WODY CIEPŁEJ I ZIMNEJ

Osiedle	Rok	Straty wody wskutek przecieków, $\frac{\%Q_d}{dm^3/mk,d}$						okres roku 1.05—30.04
		okres wiosenno-letni 1.05 do 31.10			okres jesienno-zimowy 1.11 do 30.04			
		dni robocze	dni przedśw. i wolne od pracy	przeciętnie w okresie 1.05—31.10	dni robocze	dni przedśw. i wolne od pracy	przeciętnie w okresie 1.05 do 31.10	
Huby-Gaj	1982/83	51,0	48,4	50,1	32,6	31,8	32,0	39,8
		150,6	155,1	152,0	84,5	92,8	86,0	111,9
Różanka	1983/84	58,9	56,1	58,0	56,5	53,5	55,6	56,5
		146,8	150,9	145,1	139,0	146,6	141,0	143,5
Osiedle im. Bolesława Krzywoustego	1983	54,2	51,1	53,2	—	—	—	—
		156,5	156,9	156,2	—	—	—	—
Osiedle im. Przyjaźni Palsko-Radzieckiej	1984	44,2	40,8	43,1	—	—	—	—
		105,0	107,8	107,9	—	—	—	—

Tabela 3  
CHARAKTERYSTYCZNE WIELKOŚCI DOBOWEGO ZUŻYCIA WODY

Osiedle	Rok	Średnie dobowe zużycie wody $\frac{m^3/d}{dm^3/mk,d}$				
		Okres nieograniczonej dostawy wody			okres limitowania	okres braku
		okres wiosenno-letni 1.05—31.10	okres jesienno-zimowy 1.11—30.04	okres roku 1.05 do 30.04	czasu dostawy wody	dostawy ciepłej wody
Różanka	1982/83	625,6	554,2	579,7	452,4	611,2
		303,4	268,7	281,1	219,6	296,7
Huby-Gaj	1983/84	999,7	902,6	905,1	750,8	744,0
		255,5	253,5	254,2	210,9	209,0
Osiedle im. Bolesława Krzywoustego	1983	1193,9	—	—	—	850,0
		291,9	—	—	—	207,8
Osiedle im. Przyjaźni Palsko-Radzieckiej	1983/84	420,9	439,8	432,1	—	—
		250,5	261,8	257,2	—	—



Rys. 1 Średnie dobowe zużycie wody w osiedlu Huby-Gaj

go zużycia wody, związane z 1-krotnym przewyższeniem w różnych okresach powtarzalności. Wartości tego wskaźnika podano w tabeli 4. Na ich podstawie można stwierdzić, że np. w osiedlu Huby-Gaj wskaźnik  $382,7 \text{ dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$  zostanie w czasie roku prawdopodobnie przekroczony tylko raz, a to w dniach przedświątecznych lub wolnych od pracy w sezonie wiosenne-letnim. Równocześnie najwyższa wartość wskaźnika  $q_d$  jednorazowo przewyższona w dniach roboczych tego okresu sezonowego, będzie mniejsza i wyniesie  $323,1 \text{ dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$ . Szczytowe w skali roku dobowe zużycie wody łącznie z przeciekami, występuje w dniach przedświątecznych i wolnych od pracy — w okresie jesienno-zimowym. Wyjątek stanowi osiedle Huby-Gaj, w którym szczyt zużycia obserwowany był w dniach przedświątecznych okresu wiosenne-letniego, wskutek zdecydowanie wyższe-

go w tym sezonie poziomu strat wody, spowodowanych przeciekami (tabela 2).

W celu porównania wyników badań z normatywnymi wskaźnikami [4] obliczono:

— wartości rozbioru dobowego jednokrotnie przewyższanego w rocznym okresie powtarzalności (z określonym prawdopodobieństwem), niezależnie od sezonu i dnia, w którym to przewyższenie wystąpi,

— wartość współczynnika  $k_{dp}$ , stanowiącego odpowiednik normatywnego współczynnika dobowej nierównomierności zużycia wody. Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 4. Umożliwiają one m.in. uogólnienie wyników badań dla celów prognozowania oraz porównania ze wskaźnikami normatywnymi.

### Dobowe zużycie wody bez przecieków

Analizie poddano zbiory przetworzonych obserwacji zużycia wody, tj. po odjęciu dla każdej doby strat spowodowanych przeciekami. W tabeli 5 zestawiono wyniki obliczeń maksymalnych (1-krotnie osiąganych lub przewyższanych w różnych okresach powtarzalności) wartości wskaźnika dobowego rozbioru wody bez przecieków, a w tabeli 6 — syntetyczne wyniki obliczeń zużycia wody — łącznie z przeciekami i bez przecieków.

Ilustrują one wpływ strat wody na poziom i nierównomierność jej poboru z miejskiej sieci wodociągowej w skali roku. Straty te wynoszą przeciętnie od 112 do  $114 \text{ dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$ , tj. od 40 do 56% w stosunku do zużycia zmierzonego. Jedną z przyczyn tego stanu są specyficzne warunki ciśnieniowe, wytwarzane przez urządzenia hydroforowe (duże ciśnienie niezbędne do zaopatrzenia w wodę budynków 11-kondygnacyjnych i jego znaczne wahania, powodujące uderzenia hydrauliczne), sprzyjające uszkodzeniom armatury.

Tabela 4  
WYNIKI OBLICZEŃ ŚREDNICH I MAKSYMALNYCH (JEDNOKROTNIE PRZEWYŻSZANYCH W RÓŻNYCH OKRESACH POWTARZALNOŚCI) WARTOŚCI WSKAŹNIKA DOBOWEGO ZUŻYCIA WODY ŁĄCZNIE Z PRZECIEKAMI W WARUNKACH NIEOGRANICZONEJ DOSTAWY WODY CIEPŁEJ I ZIMNEJ

Osiedla	Wartość wskaźnika zużycia wody					Współczynnik dobowej nierównomierności zużycia wody w czasie roku, $k_{dp}$
	średnia $q_d$ , $\text{dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$					
	maksymalna (1-krotnie przewyższana), $q_{maks}$ , $\text{dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$					
	okres powtarzalności					
	dni robocze w okresie wiosenne-letnim	dni przedśw. i wolne od pracy w okresie wios.-letnim	dni robocze w okresie jes.-zimowym	dni przedśw. i wolne od pracy w okresie jes.-zimowym	okres roku 1.05 do 30.04	
Huby-Gaj	295,4	321,5	259,3	292,1	281,1	1,385
	323,1	382,7	298,0	343,2	383,7	
Różanka	249,3	269,1	245,5	274,9	254,2	1,370
	281,9	315,4	312,5	345,8	348,3	
Osiedle im. Bolesława Krzywoustego	265,1	307,3	—	—	—	—
	307,9	346,7	—	—	—	
Osiedle im. Przyjaźni Polsko-Radzieckiej	244,4	264,3	250,1	285,8	257,2	1,409
	299,8	327,2	302,7	360,4	362,5	

Tabela 5

WYNIKI OBLICZEŃ ŚREDNICH  $q_d$  I MAKSYMALNYCH (JEDNOKROTNE PRZEWYŻSZANYCH W RÓŻNYCH OKRESACH POWTARZALNOŚCI) WARTOŚCI WSKAŹNIKA DOBOWEGO ZUŻYCIA WODY BEZ PRZECIEKÓW W WARUNKACH NIEOGRANICZONEJ DOSTAWY WODY CIEPŁEJ I ZIMNEJ

Osiedle	Wartość wskaźnika zużycia wody					Współczynnik dobowej nierównomierności zużycia wody w czasie roku, $k_{dp}$
	średnia $q_d$ , $dm^3/mk,d$					
	maksymalna (1-krotnie przewyższana), $q_{maks}$ , $dm^3/mk,d$					
Osiedle	okres powtarzalności					
	dni robocze w okresie wiosenno-letnim	dni przedśw. i wolne od pracy w okresie wios.-letnim	dni robocze w okresie jes.-zimowym	dni przedśw. i wolne od pracy w okresie jes.-zimowym	okres roku 1.05 do 30.04	
Huby-Gaj	144,8	165,8	174,8	199,3	169,2	1,563
	194,6	237,8	217,6	262,7	264,5	
Różanka	182,5	118,2	107,2	127,2	110,7*	1,627
	134,8	151,8	145,7	178,1	180,1*	
Osiedle im. Bolesława Krzywoustego	130,6	150,4	—	—	—	—
Osiedle im. Przyjaźni Polsko-Radzieckiej	136,4	156,5	—	—	—	—
	162,2	203,1	—	—	—	—

\* dotyczy okresu od 1.05. do 30.06. 83 i od 5.12.83 do 30.04.84 (od 1.07 do 11.08.83 — brak dostawy ciepłej wody i od 6.06. do 4. 12. 83 — limitowanie czasu pracy pompowni osiedlowej).

Dane zestawione w tabeli 6 uwidaczniają skalę problemu przecieków wody i wynikających stąd możliwości zmniejszenia niezbędnej produkcji wodociągu po ograniczeniu strat do poziomu technicznie uzasadnionego (np. 15—20% w stosunku do rzeczywistych potrzeb). Dla porównania, przeciętne wartości wskaźnika zużycia wody w Poznaniu nie przekraczają wartości 172  $dm^3/mk \cdot d$ , a w aglomeracji gdańskogdyńskiej wynoszą w granicach 182—220  $dm^3/mk \cdot d$  [1]. Podobnie kształtują się one w rozwiniętych krajach zachodnich. Wynika stąd, że racjonalne potrzeby mieszkańców nie powinny przekraczać wartości 200—230  $dm^3/mk \cdot d$ , co jest zgodne z wytycznymi radzieckimi i buł-

garskimi (zakładającymi straty wody spowodowane przeciekami w wysokości 15 do 20% zużycia całkowitego). Potwierdzają to również zaprezentowane wyżej wyniki badań zużycia wody bez przecieków. Jeśli odrębnie traktować wyniki pomiarów w osiedlu Różanka, w którym w stosunkowo długim okresie limitowano czas pracy pompowni osiedlowej oraz nie dostarczano ciepłej wody, wówczas w pozostałych osiedlach wskaźnik średniego dobowego zużycia wody bez przecieków kształtuje się w wysokości 137 do 169  $dm^3/mk \cdot d$  (średnio 150  $dm^3/mk \cdot d$ ). Po uwzględnieniu dodatkowo strat wody spowodowanych przeciekami (20% zużycia całkowitego), wskaźnik ten przyjmie wartości

Tabela 6

SYNTEZYCZNE ZESTAWIENIE WARTOŚCI WSKAŹNIKA DOBOWEGO ZUŻYCIA WODY ŁĄCZNIE Z PRZECIEKAMI I BEZ PRZECIEKÓW DLA ROCZNEGO OKRESU POWTARZALNOŚCI W WARUNKACH NIEOGRANICZONEJ DOSTAWY WODY CIEPŁEJ I ZIMNEJ.

Osiedle	Wartości wskaźnika dobowego zużycia wody $q_d$ odniesione do okresu roku (1.05. do 30.04.), $dm^3/mk,d$					
	zużycie wody łącznie z przeciekami			zużycie wody bez przecieków		
	wartość maksymalna (1-krotnie przewyższana w rocznym okresie powtarzalności)	wartość średnia $q_d$	Współczynnik dobowej nierównomierności zużycia $k_{dp}$	wartość maksymalna (1-krotnie przewyższana w rocznym okresie powtarzalności)	wartość średnia $q_d$	Współczynnik dobowej nierównomierności zużycia $k_{dp}$
Huby-Gaj	363,7	281,1	1,365	264,5	169,2	1,563
Różanka	348,3***	254,2***	1,370***	180,1***	110,7***	1,610***
Osiedle im. Bolesława Krzywoustego	347,6*	291,9*	—	211,1*	136,7*	1,544*
Osiedle im. Przyjaźni Polsko-Radzieckiej	362,5	257,2	1,409	204,3**	142,6**	1,433**

\* dotyczy okresu wiosenno-letniego 1984 r.

\*\* dotyczy okresu wiosenno-letniego 1984 r.

\*\*\* dotyczy okresu od 1.05. do 30.06. 83 i od 5.12.83 do 30.04.84 (od 1.07 do 11.08.83 — brak dostawy ciepłej wody i od 6.06. do 4. 12. 83 — limitowanie czasu pracy pompowni osiedlowej).

od 170 do 210 (średnio 188)  $\text{dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$ , co może już uznać za racjonalny poziom zużycia wody w badanych osiedlach.

Do prognozowania zapotrzebowania na wodę w miastach stosowane są obecnie „Wytyczne do prognozowania zapotrzebowania wody i ilości ścieków w miejskich jednostkach osadniczych” [4]. Podane w nich średnie wartości wskaźnika i współczynnika nierównomierności zużycia wody, dla mieszkań o najwyższym aktualnie stosowanym standardzie wyposażenia sanitarnego, odbiegają znacznie od wyników pomiarów w rozpatrywanych osiedlach i tak:

- wg [4]  $\bar{q}_d=300 \text{ dm}^3/\text{d}\cdot\text{mk}$ ;  $k_d=1,5$ ,
- zużycie rzeczywiste (łącznie z przeciekami) wg pomiarów o okresach nieograniczonej dostawy wody ciepłej i zimnej:  $\bar{q}_d=254,2\text{—}281,1 \text{ dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$ , (średnio  $264 \text{ dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$ );  $k_d=1,36\text{—}1,41$  (średnio 1,38),
- rzeczywiste potrzeby odbiorców (bez przecieków) wg pomiarów:  $\bar{q}_d=137\text{—}169 \text{ dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$  (średnio  $150 \text{ dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$ );  $k_d=1,43\text{—}1,61$  (średnio 1,5).

Wynika stąd, że wskaźnik  $300 \text{ dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$  jest zbyt wysoki, nawet w stosunku do zużycia wody łącznie z przeciekami i nie uwzględnia stopniowego ich zmniejszania do wartości technicznie uzasadnionych. Wyniki badań zestawione w tabeli 6 wskazują również na większą zmienność (w skali roku) dobowego zużycia wody bez przecieków  $k_{dp}=1,43\text{—}1,61$ ; średnio 1,55, niż zużycia rzeczywistego  $k_{dp}=1,36\text{—}1,41$ ; średnio 1,51). Poziomy zużycia wody związane z jednokrotnym prawdopodobnym przewyższeniem w okresie roku (odpowiedniki zużycia maksymalnego dobowego) wynoszą od 349 do 384 (średnio 365)  $\text{dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$ , są zatem niższe, niż wartości proponowane dla mieszkań o tym samym wyposażeniu sanitarnym (450  $\text{dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$  [4]).

### Wpływ limitowania czasu dostawy wody na jej dobowe zużycie

W okresie od 19.03.82 do 30.04.82 pompownia hydroforowa zaopatrująca w wodę osiedle Huby-Gaj była eksploatowana tylko w godzinach określonych przez MPWiK, natomiast od 3.05.82 pracowała bez planowanych wyłączeń. Do analizy wpływu limitowania czasu dostawy wody na jej zużycie przyjęto zatem zbiory obserwacji z następujących okresów:

- od 19.03.82 do 30.04.82 gdy czas dostawy wody do osiedla był limitowany,
- od 16.05.82 do 30.06.82, w którym nie było ograniczeń pracy pompowni.

Pominięto okres od 1.05.82 do 15.05.82 zakładając, że w tym czasie mieszkańcy przyzwyczajali się do nowych warunków zaopatrzenia w wodę.

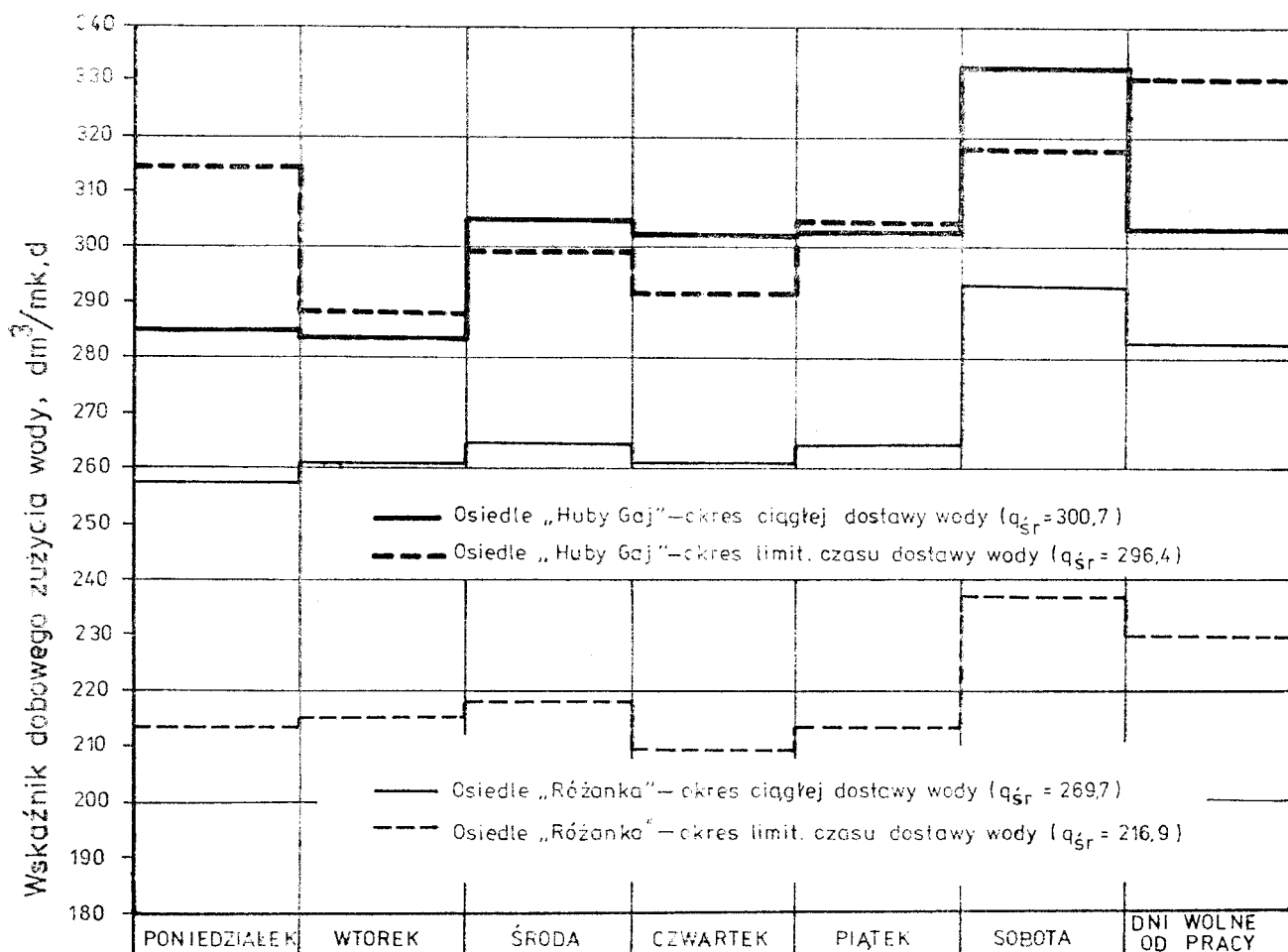
Z wykresów przedstawionych na rys. 2 wynika, że limitowanie czasu dostawy wody nie ma praktycznego wpływu na średnie jej zużycie na

przestrzeni tygodnia (620,1  $\text{m}^3/\text{d}$  i 611,2  $\text{m}^3/\text{d}$ ), natomiast istotnie wpływa na rozkład zużycia wody w poszczególnych dniach.

Podczas limitowania czasu pracy pompowni, zużycie wody w poniedziałki kształtowało się zdecydowanie powyżej średniej tygodniowej i było zbliżone do wartości uzyskanych dla sobót. Od czwartku występował ciągły wzrost rozbioru dobowego aż do wartości szczytowej, notowanej w niedzielę. W przypadku nieograniczonej dostawy wody, jej zużycie w poniedziałki i wtorki było relatywnie małe, a maksimum (w okresie tygodniowym) występowało w soboty. Powyższe wnioski dotyczą warunków, gdy limitowanie ma charakter planowany i długotrwały, o czym mieszkańcy osiedla są powiadomieni. Natomiast gdy wyłączenia były dokonywane na czas nieokreślony, wówczas obserwowano spadek globalnego zużycia wody w tygodniu przeciętnie o 20%.

### Wnioski

1. Wartości wskaźnika dobowego zużycia wody łącznie z przeciekami w omawianych osiedlach wynoszą średnio od 256 do 303  $\text{dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$  — w okresie wiosenno-letnim, od 254 do 269  $\text{dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$  — w okresie jesienno-zimowym oraz od 254 do 281  $\text{dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$  (średnio  $264 \text{ dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$ ) — w czasie całego roku. Wskaźniki te są niewspółmiernie wysokie, w porównaniu do rzeczywistych potrzeb odbiorców, czego głównym powodem są wysokie straty wody, spowodowane przeciekami z nieszczelnych przyborów sanitarnych w mieszkaniach.
2. Wskaźnik średniego dobowego zużycia wody bez strat, spowodowanych przeciekami, wynosi w badanych osiedlach od 137 do 169 (średnio 150)  $\text{dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$ .
3. Wartości wskaźnika maksymalnego dobowego zużycia wody łącznie z przeciekami wynoszą od 348 do 384 (średnio 365)  $\text{dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$  i są o 45 do 93% wyższe niż wartości tego wskaźnika, dla zużycia wody bez przecieków (204 do 265  $\text{dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$ ; średnio 227  $\text{dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$ ).
4. Zmienność dobowych potrzeb odbiorców (zużycie wody bez przecieków) w czasie roku jest o 13 do 18 % większa, niż zmienność rzeczywistego zużycia wody łącznie z przeciekami.
5. Zaprezentowane wyniki badań dobowego zużycia wody bez przecieków dowodzą, że racjonalne średnie dobowe zapotrzebowanie na wodę w rozpatrywanych osiedlach wynosi 170 do 190  $\text{dm}^3/\text{mk}\cdot\text{d}$ , przy czym wskaźnik ten uwzględnia 20% udział strat wody, spowodowanych przeciekami.
6. Limitowanie czasu dostawy wody do osiedli nie ma praktycznie wpływu na średnie tygodniowe jej zużycie wówczas, gdy ma ono charakter planowany i długotrwały. Natomiast w przypadku, gdy wyłączenia pompowni są dokonywane na czas nieokreślony, obserwuje się spadek globalnego zużycia wody w tygodniu przeciętnie o około 20%. Brak dostawy wody powoduje zmniejszenie jej ogólnego zużycia dobowego o około 20—30%.



Rys. 2 Histogramy dobowego zużycia wody w okresach limitowania czasu dostawy wody do osiedli i przy dostawie nieograniczonej

7. Charakterystyczne wskaźniki zużycia wody we wrocławskich osiedlach mieszkaniowych, o najwyższym aktualnie stosowanym standardzie sanitarnego wyposażenia mieszkań, zapatrywanych w wodę poprzez lokalne systemy 1-strefowe z pompowniami hydroforowymi kształtują się na następującym poziomie: przeciętny wskaźnik zużycia średniego dobowego  $q_{d, sr} = 264 \text{ dm}^3/\text{mk} \cdot \text{d}$ ; przeciętny wskaźnik zużycia maksymalnego dobowego  $q_{d, max} = 360 \text{ dm}^3/\text{mk} \cdot \text{d}$ ; współczynnik dobowej nierównomierności zużycia wody  $k_d = 1,38$ . Wartości te są w zakresie liczby mieszkańców osiedla od 1680 do 4090 praktycznie niezależne od jego wielkości. Odpowiadają one przeciętnej dobowej wielkości strat wody w skali roku, spowodowanych przeciekami z nieszczelnych przyborów sanitarnych w mieszkaniach i z osiedlowej sieci wodociągowej równej ok.  $130 \text{ dm}^3/\text{mk} \cdot \text{d}$ , tj.

około 49% zużycia całkowitego. Mimo wysokiego poziomu przecieków, zbadane wartości wskaźników zużycia wody są niższe od wartości normatywnych [4].

#### LITERATURA

1. Z. SULIGOWSKI: Zużycie wody wodociągowej w gospodarstwach domowych. Mat. z Sympozjum: „Zużycie wody wodociągowej. Wielkość, zmienność i racjonalizacja”. Białystok 1984.
2. Z. SIWOŃ: Statystyczna metoda analizy obserwacji zużycia wody w budynkach i osiedlach mieszkaniowych. Prace Naukowe IMGW (w druku).
3. Z. SIWOŃ, S. BOGACZEWICZ, J. CIEŻAK: Badania zużycia wody w osiedlach mieszkaniowych na terenie Wrocławia. Etapy I, II, III. Raporty Inst. Inż. Ochr. Środow. P. Wr. nr SPR 12/84, SPR 39/84 i SPR 1/85.
4. Wytyczne do prognozowania zapotrzebowania wody i ilości ścieków miejskich w jednostkach osadniczych. MAGTiOS, IKS, Warszawa 1978.

#### Z. Siwoń, S. Bogaczewicz, J. Cieżak WATER CONSUMPTION IN THE HOUSING ESTATES OF WROCLAW

Water consumption was measured in some of the housing estates within the urban area of Wrocław. Daily water consumption including leakage ranges from 251 to 303 cubic decimeters per capita. Average daily water consumption with no leakage included

varies from 137 to 169 cubic decimeters per capita. Maximum daily consumption values including leakage fall between 348 and 384 cubic decimeters per capita, the daily maxima with no leakage included ranging from 204 to 265 cubic decimeters per capita. This gives a considerable loss due to leakage. Long-range limiting of the duration of water supply to the housing estates under study had practically no effect on the average consumption values during the week.