

Zbigniew Heidrich, Joanna Jędrzejkiewicz

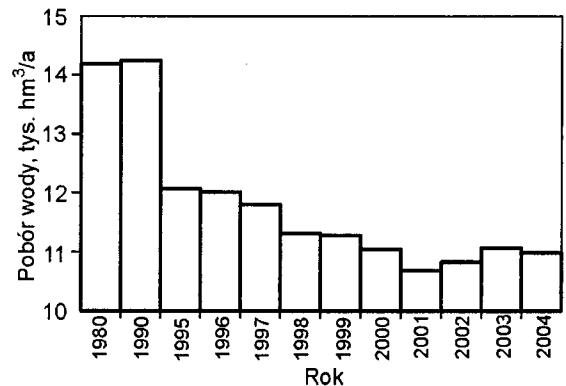
Analiza zużycia wody w miastach polskich w latach 1995–2005

W ostatnich kilkudziesięciu latach powstało wiele normatywów i wytycznych, stanowiących podstawę do bilansowania zapotrzebowania na wodę. W każdym kolejnym opracowaniu podawano coraz większe wartości jednostkowego zapotrzebowania na wodę, szczególnie w gospodarstwach domowych. Według wytycznych z 1983 r. zużycie wody w gospodarstwach domowych powinno wynosić od $215 \text{ dm}^3/\text{M-d}$ (w miastach o liczbie mieszkańców do 20 tys.) do $280 \text{ dm}^3/\text{M-d}$ (w miastach o liczbie mieszkańców powyżej 500 tys.) [1]. Zużycie wody w gospodarstwach domowych miało stanowić 47+58% ogólnego zużycia wody. Ogólny wskaźnik zużycia wody miał się wahać w zakresie $370+600 \text{ dm}^3/\text{M-d}$, a jego wartość rosła wraz ze wzrostem wielkości miasta [1]. Znaczny wzrost ceny wody, a także wprowadzenie wodomierzy mieszkaniowych oraz coraz powszechniejsze stosowanie wodooszczędnych wyposażenia mieszkań, doprowadziły do bardzo istotnej weryfikacji danych wynikających z wytycznych opracowanych w 1983 r. [1], co znalazło odzwierciedlenie w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z 2002 r. [2].

W latach 60. ubiegłego stulecia jednostkowe zużycie wody w większych miastach europejskich wahało się w granicach od $135 \text{ dm}^3/\text{M-d}$ (Bruksela) do $560 \text{ dm}^3/\text{M-d}$ (Moskwa), a w odniesieniu do gospodarstw domowych wskaźnik ten zawierał się w przedziale od $98,5 \text{ dm}^3/\text{M-d}$ (Bruksela) do $358 \text{ dm}^3/\text{M-d}$ (Moskwa). Średnie zużycie wody w 17 miastach wynosiło $325 \text{ dm}^3/\text{M-d}$, w tym do celów bytowo-gospodarczych – $235 \text{ dm}^3/\text{M-d}$ [3]. Zużycie wody w gospodarstwach domowych stanowiło średnio ok. 72% ogólnego zużycia wody. Wyniki badań przeprowadzonych w tych latach wykazały, że zużycie wody malało wraz ze zmniejszaniem się liczby mieszkańców obsługiwanych przez system wodociągowy. Przykładowo, w 1965 r. – przy ogólnym jednostkowym zużyciu wody ok. $224 \text{ dm}^3/\text{M-d}$ – wskaźnik ten wynosił ponad $230 \text{ dm}^3/\text{M-d}$ w miastach o liczbie mieszkańców powyżej 400 tys. oraz $135 \text{ dm}^3/\text{M-d}$ w miastach o liczbie mieszkańców 1+5 tys. Zużycie wody w gospodarstwach domowych wahało się od $65 \text{ dm}^3/\text{M-d}$ do $136 \text{ dm}^3/\text{M-d}$, przyjmując wartość średnią $116 \text{ dm}^3/\text{M-d}$ [3].

W rocznikach Głównego Urzędu Statystycznego Ochrona Środowiska [4] zawarte są informacje dotyczące poboru wody na potrzeby gospodarki narodowej, z uwzględnieniem źródła wody, jak też dane dotyczące zużycia wody do celów przemysłowych i w gospodarce komunalnej, z wydzieleniem zużycia wody w gospodarstwach domowych. Z analizy danych dotyczących poboru wody w latach 1980–2004 (rys. 1) wynika, że

w ciągu 25 lat nastąpiło zmniejszenie poboru wody o ponad 20%, przy czym tendencja ta została zahamowana w latach 2001–2004, kiedy średni pobór wody wyniósł ok. 11 tys. hm^3/a , co odpowiadało średniemu dobowemu poborowi wody w ilości ok. 30 mln m^3/d . Struktura poboru wody w analizowanym ćwierćwieczu nie podlegała istotnym wahaniom (70% – cele produkcyjne, 10% – nawodnienia, 20% – gospodarka komunalna). Średnie dobowe zużycie wody w gospodarce komunalnej wyniosło 6 mln m^3/d , co odpowiadało średniemu dobowemu jednostkowemu poborowi wody $155 \text{ dm}^3/\text{M-d}$.



Rys. 1. Pobór wody na potrzeby gospodarki narodowej i ludności w latach 1980–2004 [4]

Z ogólnej ilości wody zużywanej w gospodarce komunalnej, wynoszącej w 2004 r. $1599,8 \text{ hm}^3/\text{a}$, zużycie wody w gospodarstwach domowych wyniosło $1229,1 \text{ hm}^3/\text{a}$, co stanowiło ok. 77% ogólnego zużycia wody w gospodarce komunalnej. W gospodarstwach domowych na terenie miast zużycie wody wynosiło $897 \text{ hm}^3/\text{a}$, a na terenach wiejskich – $332,1 \text{ hm}^3/\text{a}$. Ogólna liczba mieszkańców korzystających z wodociągów komunalnych wynosiła 32639,6 tys., z czego w miastach – 22156,1 tys., a na terenach wiejskich – 10483,5 tys. Wynika z tego, że średnie dobowe jednostkowe zużycie wody w gospodarstwach domowych ($q_{\text{sr,d}}^{\text{gd}}$) w 2004 r. wyniosło:

- w miastach: $q_{\text{sr,d}}^{\text{m}}=111 \text{ dm}^3/\text{M-d}$,
- na terenach wiejskich: $q_{\text{sr,d}}^{\text{w}}=87 \text{ dm}^3/\text{M-d}$,
- ogółem: $q_{\text{sr,d}}^{\text{gd}}=103 \text{ dm}^3/\text{M-d}$.

Dane zamieszczone w rocznikach statystycznych GUS [4] dają podstawę do określenia jednostkowego zużycia wody w gospodarce komunalnej odniesionego do jednego mieszkańca. Rozkład wartości jednostkowego zużycia wody do celów komunalnych w miastach polskich, w odniesieniu do jednego mieszkańca, przedstawiono w tabeli 1.

Analizując je można zaobserwować, że dominujące przedziały wartości $q_{\text{sr,d}}^{\text{m}}$ przesunęły się w kierunku coraz to mniejszych przedziałów charakteryzujących wartości tego wskaźnika. Analiza tych danych wskazuje na stopniowe zmniejszanie się

Tabela 1. Rozkład wartości jednostkowego średniego dobowego zużycia wody do celów komunalnych w miastach

$q_{sr,d}^m, \text{dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$		51÷100	100÷150	150÷200	200÷250	250÷300	300÷350	350÷400	>400
Udział, %	1995	0,9	8,3	25,9	32,4	15,8	4,6	9,3	2,8
	2000	0,8	36,1	46,5	13,4	0,8	0,8	0,8	0,8
	2004	4,2	66,4	23,6	3,4	0,8	0	0,8	0,8

Tabela 2. Średnie jednostkowe dobowe zużycie wody do celów komunalnych ($q_{sr,d}^m, \text{dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$) w miastach o różnej liczbie mieszkańców [4]

Rok	Wartość	Miasta o liczbie mieszkańców				
		$M \leq 20000$	$20000 < M \leq 50000$	$50000 < M \leq 100000$	$100000 < M \leq 200000$	$M > 200000$
1995	minimum	67	116	129	142	156
	maksimum	870	438	350	380	376
	średnia	267	233	206	250	253
2000	minimum	101	99	101	127	150
	maksimum	709	367	198	239	256
	średnia	212	168	148	175	189
2004	minimum	97	91	95	104	133
	maksimum	853	253	189	211	213
	średnia	215	148	125	144	159

Tabela 3. Jednostkowe roczne zużycie wody w miastach do celów bytowo-gospodarczych [4]

Rok	$(q_a^m)_{bg}, \text{m}^3/\text{M}\cdot\text{a}$		
	minimum	maksimum	średnia
1980	2,3	135,3	75,9
1981	0,9	146,1	76,1
1990	5,1	133,4	76,2
1991	3,3	138,2	73,7
1992	3,4	133,3	72,0
1994	8,7	187,9	68,6
1995	17	140,1	61,4
1996	23,4	91,9	57,7
1997	24,4	80,7	54,3
1998	26,8	76,6	52,6
2000	27,6	69,7	48
2001	24,8	66,7	45,6
2003	25,7	66,7	42,9
2004	21,3	61,8	41,4

jednostkowego zużycia wody w gospodarce komunalnej, o czym świadczą wartości średnie z badanych lat:

- 1995 r.: $q_{sr,d}^m = 234 \text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$,
- 2000 r.: $q_{sr,d}^m = 168 \text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$,
- 2004 r.: $q_{sr,d}^m = 147 \text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$.

Ponieważ zużycie wody w gospodarstwach domowych stanowi 73% zużycia wody w gospodarce komunalnej, to jednostkowe zużycie wody w gospodarstwach domowych można określić następująco:

- 1995 r.: $(q_{sr,d}^m)_{bg} = 171 \text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$,
- 2000 r.: $(q_{sr,d}^m)_{bg} = 123 \text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$,
- 2004 r.: $(q_{sr,d}^m)_{bg} = 107 \text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$.

W celu lepszego zobrazowania zmienności jednostkowego średniego dobowego zużycia wody w gospodarce komunalnej

przeanalizowano wpływ wielkości miasta na wartość wskaźnika $q_{sr,d}^m$ (tab. 2). Analizując uzyskany zbiór danych można zauważyć, że średnia wartość wskaźnika maleje w miastach do 100 tys. mieszkańców i wzrasta w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców.

Podstawowe dane dotyczące jednostkowego zużycia wody w gospodarstwach domowych ($(q_a^m)_{bg}$) w latach 1980–2004 zestawiono w tabeli 3. Zbiór danych dotyczących wartości tego wskaźnika wskazuje na zdecydowane zmniejszenie się jego wartości średnich z biegiem lat – w czasie 25 lat o ponad 45%. Można też zauważyć zdecydowany wzrost wartości minimalnych, co powoduje znaczne zawężenie przedziału wartości ekstremalnych. Przykładowo, jeżeli w 1980 r. stosunek wartości maksymalnej do minimalnej wyniósł blisko 60, to w 2004 r. zmalał do ok. 3.

Przyjmując wartości średnie z tabeli 3, obliczone wartości wskaźnika $(q_{sr,d}^m)_{bg}$ zebrano w tabeli 4.

Tabela 4. Jednostkowe średnie dobowe zużycie wody w miastach do celów bytowo-gospodarczych

Rok	$(q_{sr,d}^m)_{bg}, \text{dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$
1980	267
1981	208
1990	209
1991	202
1992	197
1994	188
1995	168
1996	158
1997	149
1998	144
2000	131
2001	125
2003	118
2004	113

Z analizy tych danych wynika, że z biegiem lat maleje wartość analizowanego wskaźnika. Jego wartość w 2004 r. stanowiła zaledwie 42% wartości w 1980 r., 67% w 1995 r. i ok. 86% w 2000 r.

Analiza zmian zużycia wody

Analizą objęto 80 miast o istotnym znaczeniu z punktu widzenia zużycia wody. Przyjęto następujący podział miast na grupy, w zależności od liczby mieszkańców (M) korzystających z wodociągu:

- $M < 10000$: 3 miasta,
- $10000 < M \leq 20000$: 10 miast,
- $20000 < M \leq 50000$: 22 miasta,
- $50000 < M \leq 75000$: 19 miast,
- $75000 < M \leq 100000$: 6 miast,
- $100000 < M \leq 200000$: 14 miast,
- $M > 200000$: 6 miast.

Poprzez ankietyzację obejmującą 1995 r. oraz lata 2000–2005 uzyskano zbiór danych pozwalających na określenie wartości charakteryzujących zarówno zużycie wody na przestrzeni 10 lat, jak też nierównomierność zużycia wody. W ostatecznej analizie wzięto pod uwagę następujące dane:

- zmiany rocznego zużycia wody w latach 2000–2005 w odniesieniu do 1995 r.,
- jednostkowe średnie dobowe zużycie wody odniesione do mieszkańca korzystającego z systemu wodociągowego ($q_{\text{śr.d}}$),
- współczynniki nierównomierności dobowego zużycia wody – maksymalny (N_{maks}^d) i minimalny (N_{min}^d),
- współczynniki nierównomierności miesięcznego zużycia wody – maksymalny (N_{maks}^{m-c}) i minimalny (N_{min}^{m-c}).

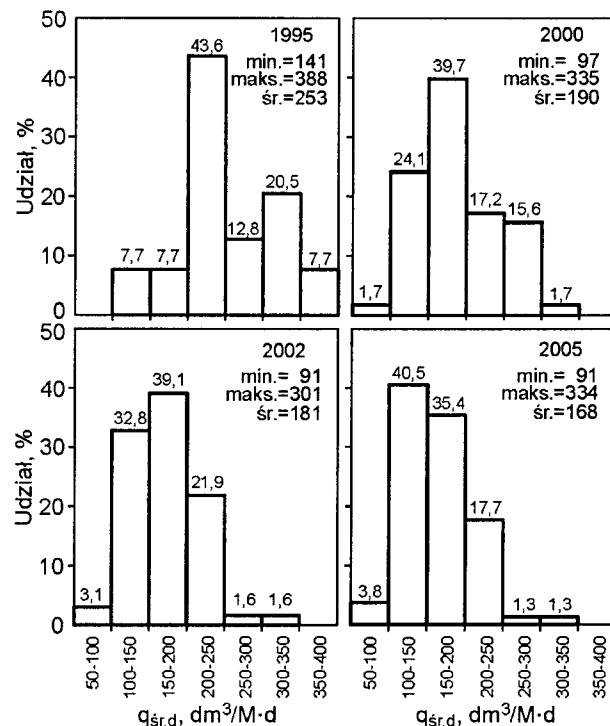
Dynamikę zmian zużycia wody w 80 miastach (bez podziału na grupy) przedstawiono jako stosunek zużycia wody w 2000 r., 2002 r. i 2005 r. do zużycia wody w 1995 r. w postaci ilorazów $\alpha_1 = Q_a^{2000} / Q_a^{1995}$, $\alpha_2 = Q_a^{2002} / Q_a^{1995}$, $\alpha_3 = Q_a^{2005} / Q_a^{1995}$. Uzyskany zbiór wyników przedstawiono jako udział zakresu wartości w ogólnym zbiorze danych (tab. 5).

Średnie wartości badanych współczynników wynosiły $\alpha_1 = 0,846$, $\alpha_2 = 0,778$ oraz $\alpha_3 = 0,663$. Prezentowane wartości współczynnika α najlepiej świadczą o zmniejszeniu zużycia wody: w ciągu 5 lat (1995–2000) wyniosło ono ok. 15%, w czasie 7 lat – ponad 20%, a w czasie 10 lat – aż 35%. W odniesieniu do współczynnika α_1 dominujący był przedział $0,75 \pm 0,9$ (45,2%), α_2 – $0,70 \pm 0,85$ (33,9%), a α_3 – $0,45 \pm 0,75$ (62,2%). W niewielkiej grupie miast nastąpił wzrost zużycia wody, o czym świadczą wartości współczynnika α powyżej jedności.

Na podstawie uzyskanego zbioru danych określono wartość zużycia wody odniesionego do jednego mieszkańca korzystającego z miejskiego systemu wodociągowego ($q_{\text{śr.d}}$).

Analiza uzyskanego zbioru wykazała, że nie ma zależności funkcyjnych pomiędzy tym wskaźnikiem a wielkością miasta, niezależnie od analizowanego roku. Z tego względu w grupach miast w poszczególnych latach określono charakterystyczne wartości badanego wskaźnika (tab. 6).

Analizując te dane można zauważyć znaczne zmniejszenie wartości tego wskaźnika w latach 1995–2000 oraz stabilizację bądź niewielkie zwiększenie jego wartości w latach 2002–2005. Potwierdzono także brak związku pomiędzy wartością wskaźnika a wielkością miasta, na co wskazywały wcześniejsze analizy. Orientacyjnie można jednak przyjąć, że jednostkowe zużycie wody w miastach zawiera się w przedziale $q_{\text{śr.d}} = 120 \pm 180 \text{ dm}^3/\text{M-d}$ i zwiększa się w miarę zwiększania liczby mieszkańców korzystających z miejskiego systemu wodociągowego. Brak zdecydowanej i jednoznacznej zależności między tymi wielkościami dał podstawę do analizy rozkładu zbioru wszystkich wartości $q_{\text{śr.d}}$ w wybranych latach. Wyniki analizy zilustrowano na rysunku 2, podając wartości minimalne, maksymalne i średnie z uzyskanego zbioru. Analizując te diagramy daje się zauważyć przesunięcie dominującego przedziału wartości $q_{\text{śr.d}}$ w kierunku wartości mniejszych. Jeżeli w 1995 r. dominował przedział $200 \pm 250 \text{ dm}^3/\text{M-d}$ (43,6%) to w 2005 r. dominujący był przedział $100 \pm 150 \text{ dm}^3/\text{M-d}$ (40,6%).



Rys. 2. Rozkład wartości wskaźnika jednostkowego średniego dobowego zużycia wody w miastach

Badania nierównomierności dobowego zużycia wody odniesiono do wartości maksymalnej (N_{maks}^d) i minimalnej (N_{min}^d). Ze względu na ograniczony zbiór danych analizę

Tabela 5. Zmiana zużycia wody w 2000 r., 2002 r. i 2005 r. w stosunku do zużycia wody w 1995 r.

$\alpha_1 = Q_a^{2000} / Q_a^{1995}$	0,39±0,45	0,45±0,60	0,60±0,75	0,75±0,90	0,90±1,05	1,05±1,20	1,20±1,70
Udział, %	1,6	3,2	24,2	45,2	16,1	3,2	6,5
$\alpha_2 = Q_a^{2002} / Q_a^{1995}$	0,43±0,5	0,5±0,65	0,65±0,70	0,70±0,85	0,85±1,00	1,00±1,15	1,15±1,35
Udział, %	3,2	22,6	12,9	33,9	16,1	4,8	6,5
$\alpha_3 = Q_a^{2005} / Q_a^{1995}$	0,34±0,45	0,45±0,60	0,60±0,75	0,75±0,80	0,80±0,95	0,95±1,10	1,10±1,25
Udział, %	11,5	31,1	31,1	6,6	8,2	9,8	1,6

Tabela 6. Charakterystyczne wartości jednostkowego średniego zużycia wody w miastach o różnej liczbie mieszkańców (M)

Q _{sr.d.} , dm ³ /M·d	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005
M ≤ 10000							
Minimum	–	97	91	0,091	94	92	91
Maksimum	–	110	93	0,174	191	167	176
Średnia	–	104	92	0,121	128	117	119
10000 < M ≤ 20000							
Minimum	143	121	119	112	107	112	113
Maksimum	380	228	246	231	242	257	241
Średnia	224	170	166	164	170	166	162
20000 < M ≤ 50000							
Minimum	141	126	117	112	109	108	109
Maksimum	303	335	318	301	255	238	236
Średnia	229	207	191	182	173	163	163
50000 < M ≤ 75000							
Minimum	179	104	129	124	115	108	111
Maksimum	298	299	293	234	227	230	334
Średnia	228	178	173	168	161	153	161
75000 < M ≤ 100000							
Minimum	202	148	138	131	122	111	108
Maksimum	346	274	245	233	224	209	296
Średnia	254	190	168	165	158	147	171
100000 < M ≤ 200000							
Minimum	298	156	107	103	103	101	099
Maksimum	358	290	274	249	261	230	248
Średnia	330	209	179	180	173	170	168
M > 200000							
Minimum	282	169	156	151	150	140	136
Maksimum	388	254	250	233	229	222	235
Średnia	328	204	193	184	181	174	180

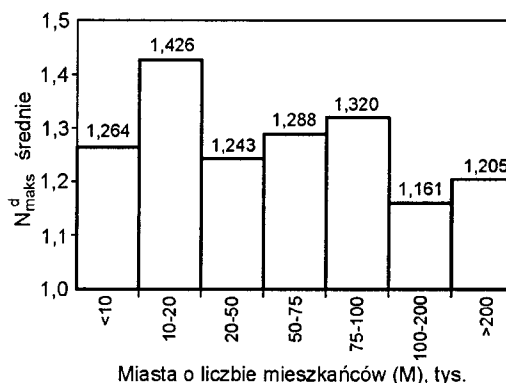
przeprowadzono w odniesieniu do 1995 r., 2000 r., 2002 r. i 2005 r. Nie udało się uzyskać zależności pomiędzy wartościami współczynników nierównomierności a wielkością miasta mierzoną liczbą mieszkańców korzystających z miejskiego systemu wodociągowego.

Średnie wartości maksymalnego współczynnika nierównomierności dobowego zużycia wody (N_{maks}^d) zestawiono w tabeli 7. Analizując zawarte w niej dane można zauważyć brak związku pomiędzy N_{maks}^d a liczbą mieszkańców, i to niezależnie od analizowanego roku. Z tego też względu zbiorczych wartości

Tabela 7. Średnie wartości maksymalnych współczynników nierównomierności dobowego zużycia wody (N_{maks}^d) w grupach miast o różnej liczbie mieszkańców

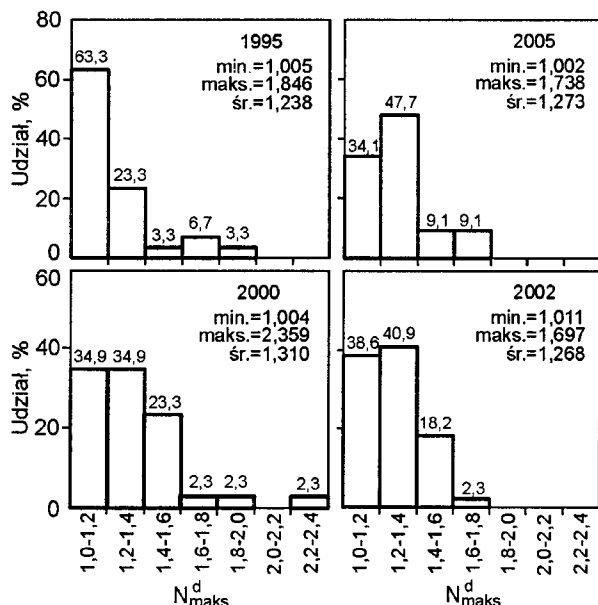
Miasta o liczbie mieszkańców	1995	2000	2002	2005	Średnia
M ≤ 10000	1,326	1,202	1,303	1,225	1,264
10000 < M ≤ 20000	1,392	1,518	1,378	1,417	1,426
20000 < M ≤ 50000	1,173	1,312	1,244	1,242	1,243
50000 < M ≤ 75000	1,220	1,324	1,284	1,325	1,288
75000 < M ≤ 100000	1,327	1,387	1,260	1,304	1,320
100000 < M ≤ 200000	1,089	1,215	1,175	1,165	1,161
M > 200000	1,136	1,213	1,234	1,235	1,205

N_{maks}^d ze wszystkich czterech lat przedstawiono jako zbiór skumulowany i wyznaczono średnie wartości N_{maks}^d w poszczególnych grupach miast (rys. 3).

Rys. 3. Średnie wartości maksymalnego współczynnika nierównomierności dobowego zużycia wody (N_{maks}^d) w grupach miast o różnej liczbie mieszkańców, niezależnie od roku

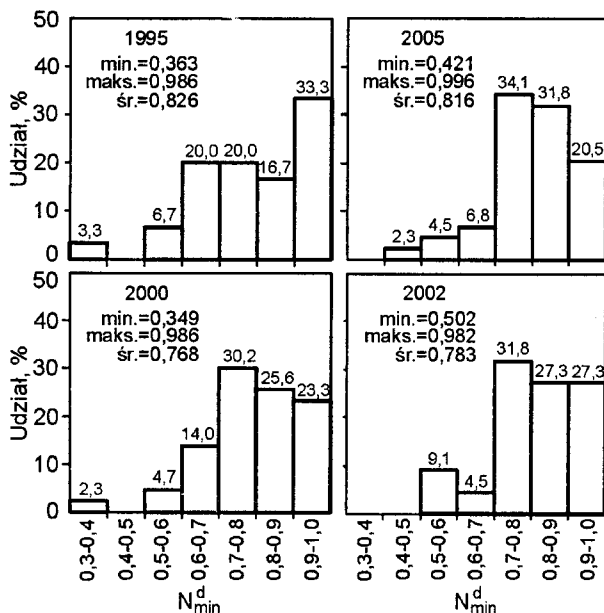
Analizując te dane trudno zauważyć istotne tendencje zmian badanego współczynnika w funkcji wielkości miasta. W przypadku zbiorów skumulowanych odniesionych do analizowanych lat opracowano histogramy informujące o rozkładzie wartości N_{maks}^d (rys. 4). Jeżeli w 1995 r. dominujący

był przedział wartości $N_{maks}^d=1,0+1,2$, to w 2000 r., 2002 r. i 2005 r. – $N_{maks}^d=1,2+1,4$. Przeprowadzone analizy wykazały, że przy bilansowaniu zużycia wody średnią wartość N_{maks}^d można obecnie przyjmować ok. 1,3, niezależnie od wielkości miasta.



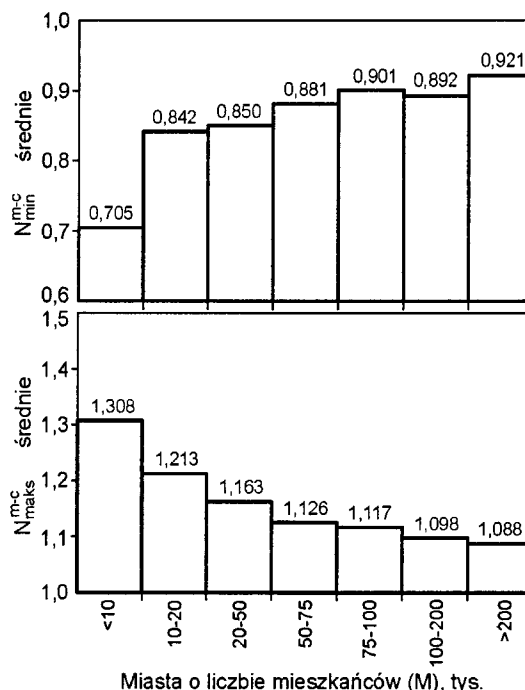
Rys. 4. Rozkład wartości maksymalnego współczynnika nierównomierności dobowego zużycia wody (N_{maks}^d), niezależnie od liczby mieszkańców

Podobne analizy przeprowadzono w przypadku minimalnego współczynnika nierównomierności dobowego zużycia wody (N_{min}^d). Analizując jego wartości stwierdzono brak związku z wielkością miasta oraz rokiem, do którego odniesiono rozważania. Z tego też względu ograniczono prezentację tego problemu do histogramów odniesionych do analizowanych lat, lecz bez podziału na wielkości miast (rys. 5). Analizując przedstawione histogramy można zauważyć, że w 2000 r. dominujący był przedział $N_{min}^d=0,9+1,0$, a w 2002 r., 2002 r. i 2005 r. – $N_{min}^d=0,7+0,8$. Orientacyjnie można przyjąć $N_{min}^d=0,77$.



Rys. 5. Rozkład wartości minimalnego współczynnika nierównomierności dobowego zużycia wody (N_{min}^d), niezależnie od liczby mieszkańców

Dane uzyskane z przedsiębiorstwa wodociągów i kanalizacji dały też podstawę do analizy zmienności miesięcznego zużycia wody w danym roku jako wartości maksymalnych (N_{maks}^{m-c}) i minimalnych (N_{min}^{m-c}). Ograniczając analizę uzyskanego zbioru danych, na rysunku 6 przedstawiono średnie wartości tych współczynników w różnych grupach miast, niezależnie od roku. Analizując te dane można zauważyć, że wartość współczynnika N_{maks}^{m-c} maleje, a współczynnika N_{min}^{m-c} rośnie wraz ze wzrostem liczby mieszkańców w mieście.



Rys. 6. Średnie wartości maksymalnych i minimalnych współczynników nierównomierności miesięcznego zużycia wody w grupach miast o różnej liczbie mieszkańców, niezależnie od roku

Wnioski

♦ W analizowanym okresie stwierdzono bardzo znaczne zmniejszenie zużycia wody. W latach 1995–2000 wyniosło ono ok. 15%, w latach 1995–2002 – ok. 20%, a w latach 1995–2005 – ok. 35%. W nielicznych miastach zaobserwowano nieznaczne zwiększenie zużycia wody, przy czym nie udało się ustalić przyczyny tego zjawiska.

♦ Średnie dobowe zużycie wody odniesione do jednego mieszkańca również zmniejszyło się w analizowanym okresie. Niezależnie od wielkości miasta, w 1995 r. wyniosło nieco ponad 250 dm³/M-d, w 2000 r. zmalało do 190 dm³/M-d, w 2002 r. do 180 dm³/M-d, a w 2005 r. do 170 dm³/M-d. Od 2002 r. daje się zauważyć stabilizację wartości analizowanego wskaźnika. Obecnie jednostkowe zużycie wody w miastach o bardzo zróżnicowanej wielkości kształtuje się w przedziale 120÷180 dm³/M-d, przy czym wzrost wartości wskaźnika następuje wraz ze wzrostem liczby mieszkańców.

♦ Trudno zauważyć istotne zmiany wartości współczynników nierównomierności dobowego zużycia wody (maksymalnego i minimalnego) w zależności od wielkości miasta. Jako wartości średnie można obecnie przyjmować $N_{maks}^d=1,3$ oraz $N_{min}^d=0,8$.

♦ Badania współczynników nierównomierności miesięcznego zużycia wody wykazały, że wartość maksymalna tego współczynnika maleje, a wartość minimalna rośnie wraz ze wzrostem liczby mieszkańców w mieście.

LITERATURA

1. Wytyczne do projektowania zapotrzebowania wody i ilości ścieków w miejskich jednostkach osadniczych. Ministerstwo

Administracji, Gospodarki terenowej i Ochrony Środowiska. Warszawa 1983.

2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 14 stycznia 2002 r. w sprawie określania przeciętnych norm zużycia wody. DzU nr 8, poz. 70.

3. A. NOWAKOWSKA-BŁASZCZYK, P. BŁASZCZYK: Wodociągi i kanalizacja w planowaniu przestrzennym. Arkady, Warszawa 1974.

4. Ochrona Środowiska. Informacje i opracowania statystyczne. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 1996–2005.

Heidrich, Z., Jędrzejkiewicz, J. Analysis of Water Consumption in Polish Cities in the Time Span of 1995–2005. *Ochrona Środowiska* 2007, Vol. 29, No. 4, pp. 29–34.

Abstract: It has been demonstrated that water consumption in Poland's towns and cities follows a time-related pattern with a visible downward trend. This study was conducted for 80 Polish towns with a population varying between several thousand and several hundred thousand. With the data sets obtained it was possible to determine the time trend of changes, unit water consumption per user of the water-pipe network, and the coefficients of irregularity in daily and monthly water demand. The analysis has shown that the unit average daily water consumption can be assumed to vary from 120 to 180 dm³/capita-day, with

higher values for more densely populated towns. The average values of the coefficients of irregularity in daily water demand were found to be $N_{\max}^{\text{day}}=1.3$ and $N_{\min}^{\text{day}}=0.77$. It was observed that the values of the coefficients of irregularity in monthly water demand varied as the number of inhabitants increased. The N_{\min}^{month} values were of a progressive, and the N_{\max}^{month} values of a regressive character. The results of the study can be of use in performance analysis of municipal water supply systems, or when planning the development of water-pipe networks.

Keywords: Water consumption, pipe network, municipal water supply system, irregularity of daily water consumption, irregularity of monthly water consumption.