

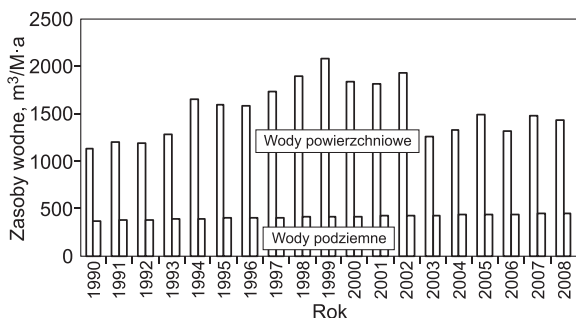
Halina Hotłoś

Badania zmian poboru wody w wybranych miastach Polski w latach 1990–2008

Podstawą właściwego projektowania modernizacji i rozbudowy zarówno systemów zaopatrzenia w wodę, jak i odprowadzania i oczyszczania ścieków jest poprawnie sporządzony bilans wody, a na jego podstawie – bilans ścieków. Obecne zużycie wody (i odpływ ścieków) jest wynikiem działania różnych czynników związanych z nową sytuacją społeczno-gospodarczą w Polsce po 1989 r., która przyniosła spadek wskaźników zużycia wody przez wszystkie grupy jej odbiorców. Zmusza to do weryfikacji wcześniejszych prognoz dotyczących zarówno wielkości jednostkowego zapotrzebowania na wodę, jak i nierównomierności czasowej poboru wody. Wynika stąd konieczność ciągłego i systematycznego badania trendów zmian poboru wody oraz dokonywanych prognoz [1–4].

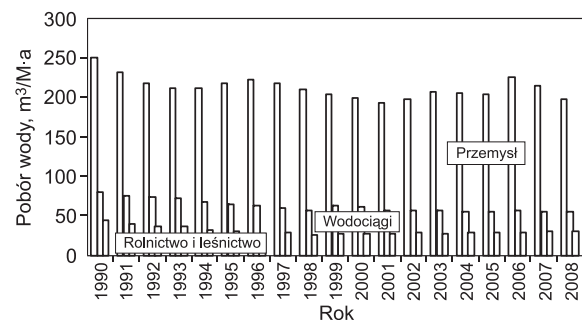
Zasoby wodne Polski i ich wykorzystanie

Ponieważ Polska należy do najuboższych w zasoby wodne krajów Europy, dlatego niezbędne są wszelkie działania zmniejszające zużycie wody, a zwłaszcza jej marnotrawstwo. Odnawialne zasoby wód powierzchniowych, określone jako średni roczny odpływ, w latach 1990–2008 wynosiły ok. 1550 m³ w odniesieniu do jednego mieszkańca kraju (dopływy z zagranicy stanowiły 13%) [5]. W Europie natomiast wskaźnik ten był prawie trzykrotnie, a na świecie ponadczterokrotnie większy niż w Polsce. Niezwykle są także zatwierdzone zasoby eksploatacyjne wód podziemnych, które w 2008 r. wynosiły 444 m³ na jednego mieszkańca (rys. 1). Spośród krajów należących do Unii Europejskiej jedynie w Danii, na Cyprze i Malcie wskaźniki zasobów wodnych są mniejsze niż w Polsce [5, 6].



Rys. 1. Jednostkowe zasoby wodne Polski w latach 1990–2008 [5]
Fig. 1. Unit water resources in Poland in the time span of 1990–2008 [5]

Ograniczone zasoby wodne w Polsce oraz duża zmienność ich występowania w czasie i przestrzeni wymuszają konieczność racjonalnego gospodarowania wodą [7, 8]. Znacząca poprawa sytuacji w tym zakresie ma miejsce począwszy od 1990 r., kiedy wraz z wprowadzeniem gospodarki rynkowej nastąpił spadek poboru i zużycia wody przez gospodarkę i ludność. Z danych statystycznych GUS [5] wynika, że w latach 1990–2008 jednostkowy wskaźnik poboru wody ogółem w Polsce zmniejszył się o 24% (z 373 m³/M·a do 282 m³/M·a). Zmniejszenie poboru wody przez przemysł wyniosło 21% (z 250 m³/M·a do 196,6 m³/M·a), przez zakłady wodociągowe – 30% (z 79 m³/M·a do 55,2 m³/M·a), a do nawodnień w rolnictwie i leśnictwie – 32% (z 44 m³/M·a do 30,1 m³/M·a) (rys. 2). Z ujętej w 2008 r. ilości wody (10,752 km³) zużyto 95,2%, a 4,8% stanowiły straty wody i zużycie na potrzeby technologiczne ujęć i zakładów oczyszczania wody. Od kilkudziesięciu lat największym użytkownikiem wody w Polsce jest przemysł, który zużywa średnio 75% wody, natomiast na potrzeby eksploatacji sieci wodociągowej i do nawodnień zużywa się odpowiednio 15% i 10% wody.



Rys. 2. Jednostkowy pobór wody w Polsce w latach 1990–2008 [5]
Fig. 2. Unit water withdrawal in Poland in the time span of 1990 to 2008 [5]

W Polsce, na tle większości krajów europejskich, bardzo niekorzystnie kształtują się relacje pomiędzy poborem wody a jej zasobami, opisywane wskaźnikiem eksploatacji wody (WEI – Water Exploitation Index). Uważa się, że deficyt i trudności z zaopatrzeniem w wodę, czyli tzw. małe niedobory pojawiają się w wypadku konieczności korzystania z 10÷20% zasobów odnawialnych, a stają się poważne i występują tzw. niedobory, gdy wartość tego wskaźnika przekracza 20% [9]. Sytuacja taka właśnie ma miejsce w Polsce. W latach 1990–1996 ujmowano od 20% do ponad 30% zasobów wody. Wprawdzie w ostatnim dziesięcioleciu wartość ta nieco się zmniejszyła wskutek wzrostu zasobów wody i znaczącego spadku jej zużycia, to i tak jest

stosunkowo duża, gdyż wynosi 15÷20%. Średni wskaźnik eksploatacji wody w Europie wynosi 10%, a w krajach Unii Europejskiej około 15%. Korzystna sytuacja występuje m.in. w Norwegii, Szwecji, Finlandii, Irlandii, Luksemburgu, Austrii i na Węgrzech, gdzie wykorzystuje się jedynie kilka procent zasobów odnawialnych wody, natomiast w Belgii, Hiszpanii i we Włoszech – ponad 30% [5, 6].

Od początku lat 90. ubiegłego wieku, wraz ze spadkiem poboru wody na potrzeby gospodarki i ludności, obserwuje się tendencję wzrostową zużycia wody na potrzeby własne systemów wodociągowo-kanalizacyjnych, a także rejestrowanych strat wody w sieci wodociągowej, co będzie przedmiotem kolejnych analiz.

Zakres i metodyka badań

Dotychczas przeprowadzone badania ankietowe zmian poboru wody z systemów wodociągowych w wybranych miastach Polski, których wyniki zaprezentowano m.in. w pracach [1, 10, 11], obejmowały początkowe lata okresu transformacji od 1990 r. do 2000 r. W celu poznania dynamiki zmian zachodzących w kolejnych latach, przeprowadzono badania eksploatacyjne obejmujące lata 2001–2008. Ankietyzującą objęto dziesięć miast, które ze względu na liczbę mieszkańców należą do czterech grup:

- I: do 20 tys. (Trzebnica, Wołów),
- II: od 20 tys. do 50 tys. (Polkowice, Kłodzko, Oleśnica, Brzeg),
- III: od 50 tys. do 100 tys. (Świdnica, Piotrków Tryb.),
- IV: od 100 tys. do 200 tys. (Zielona Góra, Opole).

Dane uzyskane z przedsiębiorstw wodociągów i kanalizacji, dotyczące rocznych bilansów poboru i zużycia wody, liczby mieszkańców zaopatrywanych w wodę i długości przewodów wodociągowych, stanowiły podstawę do obliczenia średnich wartości (w poszczególnych latach obserwacji) takich wskaźników, jak:

- jednostkowy pobór wody (w gospodarstwach domowych, przez przemysł (z wodociągów miejskich), na inne cele komunalne (instytucje i zakłady usługowe, komunikacja, utrzymanie czystości ulic, podlewanie zieleni)) ($\text{dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$),
- ilość wody wtłoczonej do sieci wodociągowej, tj. całkowity pobór wody przez odbiorców wraz ze stratami wody i zużyciem własnym w systemie wodociągowo-kanalizacyjnym ($\text{m}^3/\text{M}\cdot\text{d}$),
- obciążenie sieci wodociągowej (średnia dobowo ilość wody wtłoczonej do systemu w odniesieniu do jednostki długości przewodów magistralnych i rozdzielczych) ($\text{m}^3/\text{km}\cdot\text{d}$).

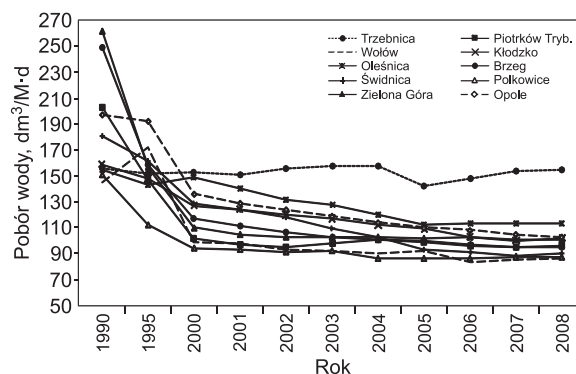
W analizowanych miastach z wodociągu zaopatrywanych było 12÷130 tys. mieszkańców poprzez sieć dystrybucji wody o długości 20÷310 km, czyli na jeden kilometr sieci przewodów przypadało 200÷530 mieszkańców.

Zmiany wskaźników poboru wody w latach 2001–2008

Obserwowany od 1990 r. spadek poboru wody w Polsce (rys. 2) spowodowany był w pierwszych latach restrukturyzacją przemysłu i zamknięciem wielu jego gałęzi. Jednocześnie zaczęto racjonalnie gospodarować wodą, ograniczając jej zużycie przez wprowadzanie wodooszczędnych i bezwodnych technologii, wielokrotne wykorzystanie wody technologicznej, czy odzyskiwanej ze ścieków komunalnych i deszczowych. Istotnym powodem oszczędnego

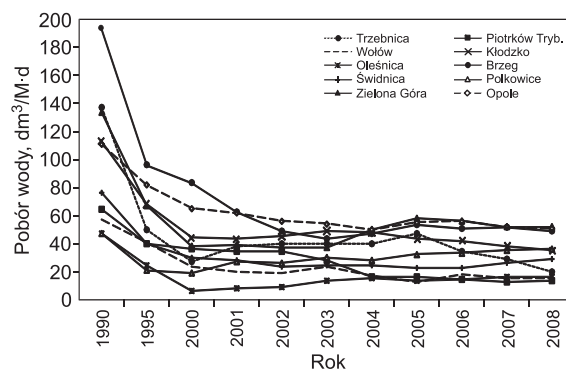
gospodarowania wodą w przemyśle był wielokrotny wzrost opłat za wodę i odprowadzane ścieki oraz konieczność obniżania kosztów produkcji ze względów konkurencyjnych.

Zmniejszenie poboru wody na cele komunalne spowodowane było przede wszystkim wzrostem opłat za wodę i ścieki, masową instalacją wodomierzy, a w konsekwencji ograniczaniem marnotrawstwa, oszczędzaniem wody i dbałością o jakość i stan urządzeń i instalacji przez użytkowników wody. Po dziesięcioletnim okresie dynamicznego spadku zużycia wody w latach 1990–2000, od 2001 r. obserwuje się, zgodnie z przewidywaniami i badaniami [1, 10–12], niewielkie jego zmiany i pewną stabilizację. Jednostkowy pobór wody w gospodarstwach domowych w analizowanych miastach mieścił się w 2001 r. w przedziale 93÷151 $\text{dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$, po czym jeszcze do 2005 r. ulegał bardzo niewielkiemu zmniejszeniu do 86÷112 $\text{dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$, by do 2008 r. utrzymywać się na tym samym poziomie (rys. 3). Jedynie w Trzebnicy pobór wody był większy i zmieniał się w granicach 142÷158 $\text{dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$. Zmniejszenie poboru wody przez gospodarstwa domowe w większości miast w 2008 r., w porównaniu do 2001 r., wynosiło nie więcej niż 20%. Obecny poziom poboru wody przez gospodarstwa domowe odpowiada zużyciu wody w krajach europejskich i wydaje się, że możliwości jego dalszego ograniczenia są już żadne lub znikome.



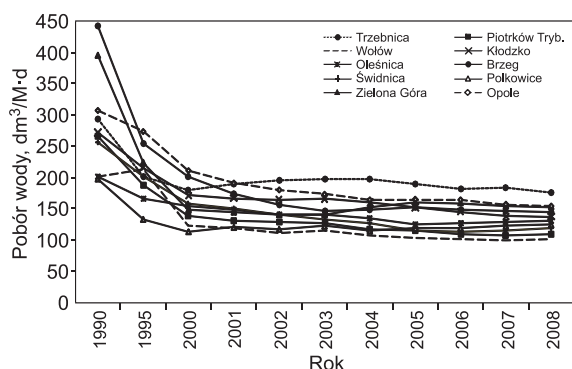
Rys. 3. Jednostkowy pobór wody w gospodarstwach domowych
Fig. 3. Unit water consumption by households

W analizowanych latach 2001–2008 jednostkowy pobór wody przez przemysł z wodociągów miejskich, łącznie ze zużyciem na inne cele komunalne, w badanej grupie miast zawierał się w przedziale 10÷55 (60) $\text{dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$. W trzech miastach wystąpiła niewielka tendencja wzrostu, a w pozostałych spadku wartości wskaźnika, co ilustrują wykresy na rysunku 4. Pobór wody przez przemysł wynosił od kilku do 30 (35) $\text{dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$, a na inne cele komunalne od kilku do 25 $\text{dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$.



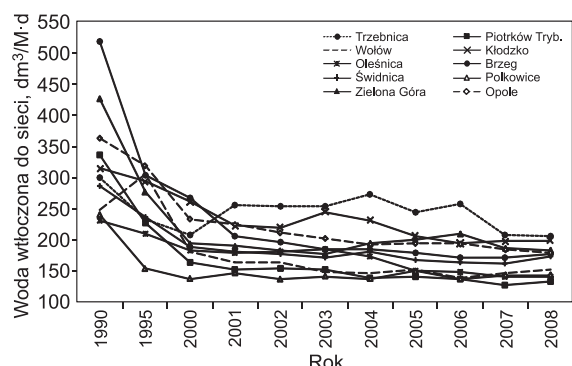
Rys. 4. Jednostkowy pobór wody przez przemysł i na cele komunalne
Fig. 4. Unit water consumption by the industry and other municipal users

Jednostkowy pobór wody przez wszystkich odbiorców (całkowita ilość wody sprzedanej z wodociągów miejskich) zmniejszył się z $120\div 190\text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$ w 2001 r. do $100\div 165\text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$ w 2005 r., a do 2008 r. utrzymywał się na prawie stałym poziomie $100\div 160\text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$, z wyjątkiem Trzebnicy, gdzie wynosił $190\div 175\text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$ (rys. 5). Zmniejszenie całkowitego poboru wody w latach 2001–2008 wynosiło maksymalnie 20%, głównie z powodu spadku zużycia w gospodarstwach domowych. Struktura poboru wody w latach 2001–2008 ulegała bardzo nieznacznym zmianom w poszczególnych miastach, gdyż poziom i zmiany jej poboru przez wyodrębnione grupy użytkowników były stosunkowo nieduże. Najwięcej wody zużyto w gospodarstwach domowych, którego udział w całkowitym poborze wody wynosił w 2001 r. $64\div 95\%$, natomiast w 2008 r. – $66\div 87\%$.



Rys. 5. Jednostkowy pobór wody ogółem
Fig. 5. Overall unit water withdrawal

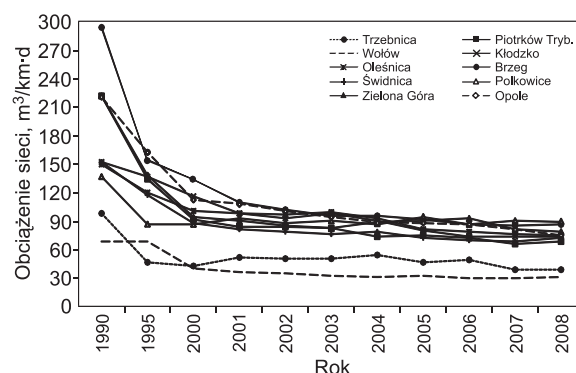
Jednostkowa ilość wody wtłoczonej do sieci wodociągowej badanych miast, uwzględniająca pobór wody przez wszystkich odbiorców oraz straty wody w sieci wodociągowej i zużycie własne systemów wodociągowo-kanalizacyjnych, wynosiła w 2001 r. $147\div 225\text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$. Do 2005 r. miał miejsce niewielki ($7\div 15\%$) spadek wartości tego wskaźnika, po czym do końca badań, tj. do 2008 r., ilość wody wtłoczonej do sieci była stała w poszczególnych miastach i zawierała się w przedziale $130\div 200\text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$ (rys. 6). Wyjątek stanowiła Trzebnica, gdzie z powodu większego zużycia wody w gospodarstwach domowych (rys. 3) do systemu wtłaczano więcej wody niż w pozostałych miastach objętych analizą.



Rys. 6. Jednostkowa ilość wody wtłoczonej do sieci wodociągowej
Fig. 6. Unit volume of water pumped into the water-pipe network

Obciążenie sieci wodociągowej w dwóch miastach (Trzebnica, Wołów), z dziesięciu uwzględnionych w analizie, charakteryzowało się mniejszymi wartościami, a w latach 2001–2008 jeszcze zmalało z $37\div 53\text{ m}^3/\text{km}\cdot\text{d}$ do

$31\div 40\text{ m}^3/\text{km}\cdot\text{d}$. W pozostałych miastach, w których obciążenie sieci wodociągowej było większe (w 2001 r. wynosiło $82\div 110\text{ m}^3/\text{km}\cdot\text{d}$), spadek wartości tego wskaźnika miał miejsce do 2005 r., po czym obciążenie sieci ustabilizowało się na poziomie $70\div 90\text{ m}^3/\text{km}\cdot\text{d}$ (rys. 7).



Rys. 7. Obciążenie sieci wodociągowej w latach 1990–2008
Fig. 7. Load factors for the water-pipe networks examined in the time span of 1990 to 2008

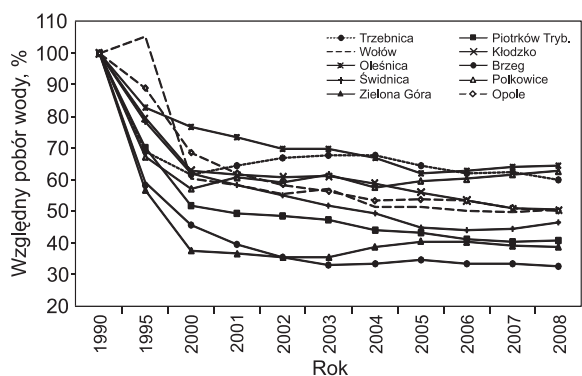
Zmiany wskaźników poboru wody w latach 1990–2008

W badanych systemach wodociągowych, podobnie jak w większości systemów zaopatrzenia w wodę w kraju, największe zmiany w ilości pobranej wody, rejestrowanej przez przedsiębiorstwa wodociągowe, miały miejsce w początkowych latach gospodarki wolnorynkowej, tj. 1990–1995, i w nieco mniejszym stopniu w latach 1995–2000. Szczegółową analizę dynamiki zmian poboru wody w tym czasie zawarto w pracach [10, 11], natomiast w celu dokonania całościowej analizy zmian w latach 1990–2008 na rysunkach 3–7 przedstawiono także dane z 1990 r. (w przypadku Kłodzka i Polkowic z 1992 r.), 1995 r. i 2000 r. Analiza zmian wskaźników poboru wody pozwala na następujące uogólnienia:

♦ Jednostkowy pobór wody w gospodarstwach domowych zmalał z wartości $145\div 260\text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$ w 1990 r. do $110\div 190\text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$ w 1995 r., $94\div 150\text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$ w 2000 r. oraz $86\div 112\text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$ w 2008 r. (rys. 3). Obecnie pobór wody w rozpatrywanych miastach jest o $30\div 60\%$ mniejszy niż w 1990 r., a największy spadek (nawet o 40%) zarejestrowano w czasie do 1995 r.

♦ W latach 1990–1995 miał miejsce bardzo duży, bo nawet do 60%, spadek poboru wody przez przemysł z wodociągów miejskich i na pozostałe cele komunalne, który w 1990 r. i 1995 r. wynosił odpowiednio $50\div 200\text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$ i $20\div 95\text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$. Obecnie pobór wody kształtuje się w przedziale $10\div 50(60)\text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$ (rys. 4) i jest o $45\div 85\%$ mniejszy niż w 1990 r.

♦ Dynamikę zmian całkowitego poboru wody w wybranych miastach w latach 1990–2008 ilustrują wykresy procentowych zmian poboru rocznego odniesionego do 1990 r. Z danych przedstawionych na rysunku 8 wynika, że jednostkowy pobór wody, w porównaniu z 1990 r., wyniósł $57\div 89\%$ (z wyjątkiem Wołowa) w 1995 r. i $32\div 64\%$ w 2008 r. Zatem zmniejszenie całkowitego poboru wody w 2008 r. do $100\div 160\text{ dm}^3/\text{M}\cdot\text{d}$ wynosiło $36\div 68\%$ w porównaniu do 1990 r.



Rys. 8. Względny pobór wody ogółem (odniesiony do 1990 r.)

Fig. 8. Overall relative water withdrawal (related to the year 1990)

Podsumowanie

Zapoczątkowany w 1990 r., czyli od wprowadzenia w Polsce gospodarki wolnorynkowej, trend spadkowy wartości wskaźników jednostkowego poboru wody charakteryzował się zmienną dynamiką. Największy spadek miał miejsce w pierwszej połowie lat 90., a nieco mniejszy w drugiej. Wydaje się, że utrzymujący się od 2005 r. w badanej grupie miast o liczbie mieszkańców do 130 tys. stały poziom jednostkowego poboru wody przez poszczególnych użytkowników może ulegać jedynie nieznacznym zmianom. W niektórych systemach wodociągowych są natomiast jeszcze stosunkowo duże możliwości zmniejszenia ilości wody włączanej do systemu dystrybucji, głównie poprzez ograniczenie strat wody w sieci.

Hotłós, H. Variations in Water Consumption Observed in Some Municipalities in the Time Span of 1990 to 2008. *Ochrona Środowiska* 2010, Vol. 32, No. 3, pp. 39–42.

Abstract: Upon transition to a free market economy in 1990, a continuing significant decrease has been observed in the volume of the water withdrawn for industrial and domestic purposes, which largely reduced the depletion of Poland's poor water resources. In view of a rational design, modernization and development of water-supply and sewerage systems, it is necessary to verify previous (overestimated) unit water demand forecasts. And this is concomitant with continuous monitoring of the trends of change in the water consumption pattern, and with analyzing pertinent forecasts. The aim of the study reported on in this paper was to analyze the volume and structure of water consumption in ten municipalities over the period of 1990–2008. The most significant decrease in water consumption was observed in the first half of the 1990ies (in the second half this decrease

LITERATURA

1. H. HOTŁOŚ, E. MIELCARZEWICZ: Kształtowanie się zużycia wody w Polsce w okresie gospodarki rynkowej. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 2000, nr 4, ss. 135–137.
2. E. MIELCARZEWICZ: Obliczanie systemów zaopatrzenia w wodę. Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2000.
3. Z. SIWOŃ, J. ŁOMOTOWSKI, W. CIEŻAK, P. LICZNAR, J. CIEŻAK: Analiza i prognozowanie rozbiórów wody w systemach wodociągowych. Komitet Inżynierii Ładowej i Wodnej PAN, Warszawa 2008.
4. W. CIEŻAK, Z. SIWOŃ, J. CIEŻAK: Modelowanie poboru wody w osiedlach mieszkaniowych. *Ochrona Środowiska* 2008, vol. 30, nr 2, ss. 23–28.
5. *Ochrona Środowiska. Informacje i opracowania statystyczne*. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 1991–2009.
6. H. HOTŁOŚ: Quantity and availability of freshwater resources: The world – Europe – Poland. *Environment Protection Engineering* 2008, Vol. 34, No. 2, pp. 67–77.
7. Ustawa Prawo wodne z 18 lipca 2001 r. Dz. U. nr 115, poz. 1229 (wraz z późniejszymi zmianami).
8. Dyrektywa 2000/60/WE z 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.
9. Europe's water: An indicator-based assessment. Summary. EEA, Copenhagen 2003 (www.oecd.org/secure/pdfDocument/0,2834,en_21571361_34281952_35641895_1_1_1_1_1,1,00.pdf).
10. H. HOTŁOŚ: Zasoby wodne Polski, zużycie i straty wody w miejskich sieciach wodociągowych. Mat. konf. „Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód”, PZITS Oddział Wielkopolski, Poznań 2004, tom II, ss. 535–546.
11. H. HOTŁOŚ: Ilościowa ocena wpływu wybranych czynników na parametry i koszty eksploatacyjne sieci wodociągowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007.
12. Z. HEIDRICH, J. JĘDRZEJKIEWICZ: Analiza zużycia wody w miastach polskich w latach 1995–2005. *Ochrona Środowiska* 2007, vol. 29, nr 4, ss. 29–34.

was found to be slightly lower). It seems probable that the almost constant level of unit water consumption which has been observed since 2005 in the investigated towns (with a population of up to 130,000) will undergo only insignificant changes. Presently, the unit water volume consumed by households varies between 86 and 112 dm³/capita/day, while that consumed by the industry (but provided by the municipality's waterworks), as well as the unit water volume consumed by other municipal users, ranges between 10 and 50 (60) dm³/capita/day. Compared to the year 1990, water consumption in the towns under study decreased by 30–60% and 45–85%, respectively. The water volume pumped into the water-pipe network was also found to decrease, but the decrease can not be regarded as satisfactory, since the water losses in the pipelines are comparatively high and must be significantly reduced.

Keywords: Water distribution system, water-pipe network, water resources, water supply, water consumption.