

## **WPLYW WIOSENNYCH ROZTOPÓW ŚNIEGU NA DOPŁYW WÓD PRZYPADKOWYCH DO OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW BYTOWYCH\***

Grzegorz Kaczor

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

**Streszczenie.** Celem badań było określenie, w jakim zakresie występujące w okresie wiosennym roztopy śniegu wpływają na podwyższenie dopływu wód przypadkowych do oczyszczalni ścieków w systemach kanalizacji rozdzielczej. Badania prowadzono od 1 stycznia 2010 do 30 marca 2010 roku w czterech wybranych systemach kanalizacyjnych zlokalizowanych na terenie województwa małopolskiego. W ramach badań prowadzono pomiary godzinowej temperatury powietrza atmosferycznego oraz dobowe pomiary przepływających ścieków.

Intensywne roztopy śniegu w roku 2010 rozpoczęły się 19 lutego, a zakończyły 4 marca. Średni udział wód przypadkowych w dopływie ścieków do poszczególnych oczyszczalni w okresie roztopów wynosił od 36,6 do 58,1%. Największe dopływy wód przypadkowych wystąpiły w dniu 1 marca (średnia dobowa temperatura powietrza 6,6°C), a ich udziały w stosunku do przepływu średniego dobowego przy pogodzie bezdeszczowej wyniosły odpowiednio: 56,8% w kanalizacji A, 74,3% w kanalizacji B, 54,7% w kanalizacji C i 76,5% w kanalizacji D. Przedstawione liczby wskazują, że we wszystkich analizowanych systemach kanalizacyjnych ponad 50% przepływu dobowego stanowiły wody przypadkowe wywołane roztopami śniegu. W okresie największych roztopów śniegu, tj. od 19 lutego do 3 marca 2010 roku, do badanych systemów kanalizacyjnych dopłynęły wody przypadkowe w ilości: 3641 m<sup>3</sup> w kanalizacji A, 6926 m<sup>3</sup> w kanalizacji B, 1854 m<sup>3</sup> w kanalizacji C i 5846 m<sup>3</sup> w kanalizacji D. Za przyczynę dopływu wód roztopowych do kanalizacji uznano otwory we włazach studzienek rewizyjnych oraz nielegalne podłączenia rynien dachowych lub wpustów podwórzowych do kolektorów sanitarnych.

**Słowa kluczowe:** ścieki, kanalizacja, oczyszczanie ścieków, studzienki, wody przypadkowe

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż Grzegorz Kaczor, Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, e-mail: rmkaczor@cyf-kr.edu.pl.

\* W pracy wykorzystano wyniki badań projektu badawczego własnego Nr NN 305 073236, finansowanego ze środków na naukę, realizowanego w latach 2009–2012.

## WSTĘP

Głównym celem kanalizacji rozdzielczej jest zebranie i odprowadzenie z jednostki osadniczej ścieków powstałych w wyniku spełniania funkcji życiowych przez mieszkańców oraz ścieków przemysłowych i przetwórczych [Heidrich i in. 2008]. Do kanalizacji rozdzielczej, oprócz wymienionych ścieków, trafiają także w sposób niezamierzony tzw. wody obce, do których zalicza się głównie wody przypadkowe i infiltracyjne.

Wody przypadkowe to przede wszystkim wody opadowe (występujące po intensywnych opadach deszczu) lub roztopowe (pochodzące z tajania śniegu), przedostające się przez techniczne lub wentylacyjne otwory w pokrywach włazów do wnętrza studzienek kanalizacyjnych albo odprowadzane nielegalnie ze spustów rynien dachowych i wpustów podwórzowych do kanalizacji sanitarnej [Łomotowski i Szpindor 1999, Błażejowski 2003, Karpf i Krebs 2005, Kaczor i Bergel 2008]. Do przypadkowych zalicza się także kierowane do kanalizacji w sposób zamierzony lub niezamierzony wody odprowadzane podczas wykonywanych prac budowlanych, porządkowych (spłukiwanie ulic, mycie pojazdów) lub remontowych, wody chłodnicze, a także wodę wyciekającą do przyborów sanitarnych z nieszczelnej armatury czerpalnej w budynkach [Tchobanoglous i in. 2003, Karpf i Krebs 2005, Strategien... 2005].

Wody infiltracyjne to głównie wody gruntowe, napływające do kanalizacji w wyniku uszkodzenia przewodów, niewłaściwych lub uszkodzonych połączeń rur oraz nieszczelności ścian i dna studzienek kanalizacyjnych [Kuliczkowski i in. 2004, Franz i in. 2007, Ellis i Bertrand-Krajewski 2010]. Dopływ wód infiltracyjnych do kanalizacji następuje wtedy, gdy przewody ułożone są w gruncie poniżej zwierciadła wody gruntowej. Dopływ tych wód do kolektorów ściekowych nasila się po intensywnych opadach deszczu i jest największy wczesną wiosną oraz późną jesienią ze względu na wysoki poziom wód gruntowych [Błażejowski 2003].

Duży dopływ wód przypadkowych do kanalizacji może przynieść szereg niekorzystnych skutków w działaniu samej sieci, jak również oczyszczalni ścieków. Przy intensywnych opadach deszczu przepełniona ściekami i wodami przypadkowymi kanalizacja bywa okresowo przeciążona hydraulicznie, co może powodować rozszczelnienie połączeń przewodów lub w ekstremalnych sytuacjach wypływ ścieków przez włazy studzienek na powierzchnię terenu. Dopływ wód przypadkowych do oczyszczalni może wywierać niekorzystny wpływ na procesy technologiczne, w których istotne jest zachowanie stałych prędkości przepływu oraz określonego czasu zatrzymania ścieków. Obniżeniu ulega sprawność działania takich urządzeń, jak piaskowniki, osadniki wstępne i wtórne oraz bioreaktory.

Wody obce powodują znaczne rozcieńczenie ścieków surowych, co wpływa negatywnie na procesy zachodzące w komorach osadu czynnego. Przy ekstremalnych dopływach wód przypadkowych, następujących po ulewnych opadach, zachodzi niebezpieczeństwo wynoszenia osadu czynnego z komór reaktora biologicznego oraz zsedymetowanego z osadników wtórnych, co stwarza zagrożenie zanieczyszczenia wód odbiornika. Zwiększone wskutek dopływu wód obcych przepływy ścieków powodują wzrost kosztów eksploatacyjnych związanych ze zużyciem energii na ich transport i napowietrzanie [Kaczor i Satora 2003]. W okresie roztopów wiosennych docierające do kanalizacji wody przypadkowe powodują przechłodzenie ścieków – na ten problem zwracają uwagę

m.in. Kroiss i Prendl [1996], Michalska i Pecher [2000] oraz Franz [2007]. Według przeprowadzonych przez nich badań dopływ wód przypadkowych do kanalizacji w okresie roztopów wiosennych może powodować obniżenie temperatury ścieków nawet o 6°C. Wpływa to szczególnie negatywnie na skuteczność procesów biologicznych związanych z usuwaniem ze ścieków związków azotu. Mając na uwadze negatywne oddziaływanie wód przypadkowych pochodzących z topniejącego śniegu na temperaturę ścieków surowych, a w konsekwencji na aktywność osadu czynnego, bardzo istotne jest określenie ich ilości w okresie roztopów wiosennych.

## CEL, ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Badania miały wykazać, w jakim zakresie występujące w okresie wiosennym roztopy śniegu wpływają na podwyższenie dopływu wód przypadkowych do oczyszczalni ścieków w systemach kanalizacji rozdzielczej. Pomiaru prowadzono od 1 stycznia do 30 marca 2010 roku w czterech wybranych systemach kanalizacyjnych.

Do badań wytypowano cztery systemy kanalizacji rozdzielczej zlokalizowane w województwie małopolskim, odprowadzające ścieki do oczyszczalni obsługujących do 2000 RLM (Równoważna Liczba Mieszkańców). Należy zaznaczyć, że niewielkie systemy kanalizacyjne, charakteryzujące się małymi średnicami przewodów oraz ograniczonym zasięgiem sieci, są potencjalnie bardziej wrażliwe na oddziaływanie wód obcych przy incydentalnie zwiększonych przepływach ścieków w porównaniu z dużymi zbiorczymi systemami o większych możliwościach retencyjnych.

Trzy badane systemy kanalizacyjne zlokalizowane są w powiecie krakowskim, a jeden w powiecie wielickim. Ogólną charakterystykę poddanych badaniom kanalizacji oraz oczyszczalni ścieków przedstawiono w tabeli.

Kryterium doboru obiektów do badań stanowiła wstępna analiza charakterystyki dobowych przepływów ścieków dowodząca ich wyraźnego wzrostu w okresie intensywnych opadów deszczu, co wskazywało, że wybrane systemy zasilane są dopływami wód przypadkowych. Pomiar dobowej ilości przepływających ścieków wykonywano podobnie na terenie poszczególnych oczyszczalni – za pomocą ultradźwiękowej sondy poziomu zwierciadła nad przelewem trójkątnym.

Okres intensywnych roztopów śniegu zaobserwowano w terminie od 19 lutego do 3 marca 2010 roku. Przed wystąpieniem roztopów grubość pokrywy śnieżnej na obszarze terenu badań zawierała się w przedziale od 35 do 38 cm.

Udział wód przypadkowych w dobowych dopływach ścieków do oczyszczalni obliczono na podstawie wzoru (1) [Pecher 1998, Strategien... 2005]:

$$UWO = \frac{Q_d - Q_{bd}}{Q_d} \cdot 100 \quad [\%] \quad (1)$$

gdzie:

$Q_d$  – dobowy dopływ ścieków do oczyszczalni,  $m^3 \cdot d^{-1}$ ,

$Q_{bd}$  – średni dobowy dopływ ścieków podczas pogody bezdeszczowej,  $m^3 \cdot d^{-1}$ .

Tabela. Podstawowe parametry charakteryzujące analizowane obiekty badań  
Table. Basic parameters characterising the analysed research objects

Charakterystyka badanego systemu kanalizacyjnego Characteristics of the analysed sewer system	Oznaczenie systemu kanalizacyjnego Symbol of the sewer system			
	Kanalizacja A Sewer system A	Kanalizacja B Sewer system B	Kanalizacja C Sewer system C	Kanalizacja D Sewer system D
Materiał, z jakiego wykonana jest kanalizacja Material of the sewer system construction	PCV PVC	kamionka stoneware	kamionka stoneware	kamionka stoneware
Długość sieci (bez przyłączy), m Network length (without connections), m	16 200	4590	8730	10 620
Średnice przewodów, mm Pipe diameters, mm	200–400	250–400	250–300	200–300
Typ bioreaktora oczyszczalni, do której odprowadzane są ścieki Type of treatment plant bioreactor	reaktor przepływowy flow reactor	reaktor przepływowy flow reactor	reaktor przepływowy flow reactor	reaktor przepływowy flow reactor
Obciążenie hydrauliczne oczyszczalni przy przepływie średnim dobowym, % Treatment plant hydraulic load at the average daily flow, %	68	95	95	40
Przepływ średni dobowy, $m^3 \cdot d^{-1}$ Average daily flow, $m^3 \cdot d^{-1}$	406,4	435,9	230,5	219,1
Przepływ średni dobowy przy pogodzie bezdeszczowej, $m^3 \cdot d^{-1}$ Average daily flow at rainless weather, $m^3 \cdot d^{-1}$	268,1	274,4	181,3	158,5

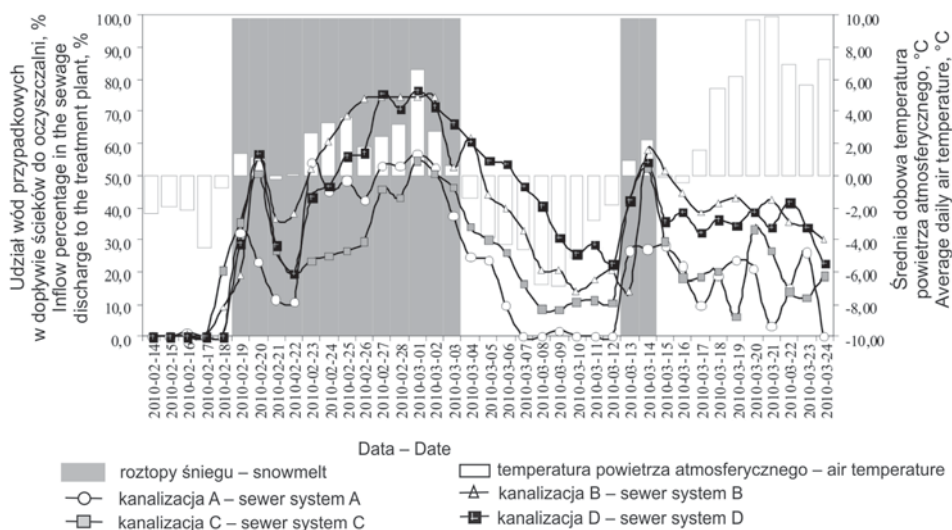
Przepływ średni dobowy ścieków przy pogodzie bezdeszczowej obliczono na podstawie dni, w których opad atmosferyczny nie przekraczał 1 mm, a ostatni opad większy od 1 mm wystąpił nie później niż 5 dni przed tym czasookresem.

Wykorzystana w niniejszych badaniach metoda obliczeń ilości wód infiltracyjnych i przypadkowych w kanalizacji przedstawiona jest szczegółowo w pracach Pechera [1998], Ellisa i Bertrand-Krajewskiego [2010] oraz Franza [2007].

Okres rozpoczęcia roztopów śniegu ustalono na podstawie średniej dobowej temperatury powietrza atmosferycznego oraz obserwacji w terenie. Temperaturę powietrza atmosferycznego mierzono w odstępach godzinowych za pomocą elektronicznego czujnika z rejestratorem typu Smart Button firmy ACR (dokładność pomiaru do 0,1°C).

## WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Intensywne roztopy śniegu w roku 2010 rozpoczęły się 19 lutego, a zakończyły 4 marca (rys.). Średnia dobowo temperatura powietrza w okresie roztopów zawierała się w przedziale od 0,5 do 6,6°C. We wszystkich badanych systemach kanalizacyjnych od 19 lutego do 20 lutego 2010 roku zaobserwowano wzrost dobowych dopływów ścieków do oczyszczalni od 31,5% dla kanalizacji B do 118,3% w przypadku kanalizacji A w stosunku do wartości średniej przed rozpoczęciem tajania śniegu. Przełożyło się to na udział wód przypadkowych w dopływie do oczyszczalni – wyniósł on od 19,1 do 35,3% w zależności od obiektu. Od 21 lutego do 22 lutego średnia dobowo temperatura powietrza obniżyła się do -0,2°C, przez co udział wód przypadkowych w tych dniach uległ zmniejszeniu, w przypadku niektórych obiektów nawet do 10%. Od 23 lutego nastąpił ponowny wzrost średniej dobowo temperatury powietrza, co wpłynęło na intensywność tajania śniegu oraz wzrost dopływu wód przypadkowych do analizowanych oczyszczalni. Największe dopływy wód przypadkowych miały miejsce w dniu 1 marca (średnia dobowo temperatura powietrza 6,6°C), a ich udziały w przepływie średnim dobowym wyniosły odpowiednio: 56,8% w kanalizacji A, 74,3% w kanalizacji B, 54,7% w kanalizacji C i 76,5% w kanalizacji D. Przedstawione liczby wskazują, że we wszystkich analizowanych systemach kanalizacyjnych ponad 50% przepływu dobowego stanowiły wody przypadkowe wywołane roztopami śniegu. Średni udział wód przypadkowych w dopływie ścieków do poszczególnych oczyszczalni w całym okresie roztopów wynosił 40,0% w kanalizacji A, 58,1% w kanalizacji B, 36,6% w kanalizacji C i 53,7% w kanalizacji D.



Rys. Udział wód przypadkowych w odplywie ścieków z poszczególnych kanalizacji w okresie wiosennych roztopów śniegu na tle średniej dobowo temperatury powietrza atmosferycznego  
 Fig. Percentage of snowmelt inflow in each sewer system sewage outflow during spring snowmelt season compared to the average daily air temperature

Od 4 marca średnia dobowa temperatura powietrza spadła ponownie poniżej 0°C, co zatrzymało końcową już fazę topnienia zgromadzonego na powierzchni terenu śniegu. Przez kolejne 9 dni, gdy średnia dobowa temperatura powietrza sięgała od -1,5 do -6,9°C, udział wód przypadkowych w dopływie ścieków do oczyszczalni ulegał obniżeniu, jednak tylko w przypadku kanalizacji A zmniejszył się do stanu przed wystąpieniem roztopów. Dla pozostałych obiektów najniższe udziały wód przypadkowych wynosiły od 8,2 do 22,4%.

Od 13 do 14 marca miała miejsce ostania faza topnienia pozostałego śniegu, która spowodowała ponowny wzrost dopływu wód obcych do analizowanych kanalizacji. Udział wód przypadkowych w dobowym dopływie ścieków w tych dniach wyniósł: 26,9% w kanalizacji A, 57,8% w kanalizacji B, 52,1% w kanalizacji C i 54,4% w kanalizacji D. Od 16 marca 2010, pomimo wzrostu temperatury powietrza, udział wód przypadkowych ulegał sukcesywnemu obniżaniu, co wskazywało na zakończenie procesu roztopów i stopniowy odpływ zretencjonowanych w przewodach kanalizacyjnych wód pośniegowych.

## PODSUMOWANIE

W okresie największych roztopów śniegu, tj. od 19 lutego do 3 marca 2010 roku do badanych systemów kanalizacyjnych dopłynęły wody przypadkowe w ilości: 3641 m<sup>3</sup> w kanalizacji A, 6926 m<sup>3</sup> w kanalizacji B, 1854 m<sup>3</sup> w kanalizacji C i 5846 m<sup>3</sup> w kanalizacji D. Średni dobowy dopływ samych wód przypadkowych w analizowanym okresie tania śniegu wynosił od 142,6 m<sup>3</sup> · d<sup>-1</sup> w systemie kanalizacyjnym C do 532,8 m<sup>3</sup> · d<sup>-1</sup> w systemie kanalizacyjnym B. Przedstawione liczby wskazują, że ilość przedostających się do kanalizacji rozdzielczej wód roztopowych jest zatrażająco wysoka i powoduje duże problemy eksploatacyjne.

Gdzie należy upatrywać przyczyn takiej nieszczelności sieci? Na pewno można wykluczyć dopływy wód obcych przez uszkodzenia ścian przewodów lub ich połączeń pod powierzchnią terenu. Przy zamrożonym w tym okresie gruncie nie ma możliwości bezpośredniej infiltracji wód roztopowych do poziomu niwelety dna kolektorów ściekowych. Z dużą pewnością jako przyczynę dopływu wód roztopowych do kanalizacji można podać nielegalne podłączenia rynien dachowych lub wpuśców podwórzowych do kolektorów sanitarnych oraz otwory we włączach studzienek rewizyjnych.

W terenie często można zauważyć włązy studzienek kanalizacyjnych usytuowane poniżej poziomu jezdni lub chodnika. Stan taki jest wynikiem uszkodzenia zwieńczenia studzienki przez ciężkie pojazdy, wywołać go też mogą lokalne naprawy nawierzchni ulicy lub powierzchni chodnika. W powstałym w ten sposób zagłębieniu zbierają się spływające po powierzchni terenu wody deszczowe lub roztopowe, które następnie przedostają się do wnętrza studzienki przez otwory wentylacyjne lub służące do podnoszenia pokrywy włązu [Kaczor 2009], a także przez styk włązu ze zwieńczeniem studni. Potwierdzają to badania przeprowadzone w Niemczech, które wykazały, że od 18 do 56% wód przypadkowych przedostaje się do kolektorów ściekowych przez włązy studzienek kanalizacyjnych [Karpf i Krebs 2005, Franz 2007].

Do działań związanych z uszczelnieniem sieci kanalizacyjnej powinna zachęcać analiza finansowa. Zwiększone o wody obce przepływy ścieków powodują wzrost koszt-



tów eksploatacyjnych, związanych ze zużyciem energii na ich transport i napowietrzanie [Hayes 1996, Kaczor i Satora 2003]. Badania przeprowadzone w Turynii w 1990 roku wykazały, że w 60% badanych oczyszczalni ścieków znaczną część dopływu stanowiły wody przypadkowe oraz infiltracyjne. Oszacowano, że zmniejszenie dopływu tych wód do kanalizacji pozwoliłoby na roczną redukcję kosztów eksploatacyjnych o 30% [Strategien... 2005].

Przy przeciwdziałaniu dopływom wód przypadkowych do kanalizacji istotna jest także intensyfikacja działań w zakresie wykrywania i eliminowania nielegalnych podłączeń przewodów deszczowych do kolektorów sanitarnych. Działaniom tym powinna towarzyszyć odpowiednia akcja edukacyjna prowadzona wśród użytkowników sieci, uświadamiająca wpływ nieświadomych lub szkodliwych działań na funkcjonowanie systemów odprowadzania i unieszkodliwiania ścieków.

Oczywiście najlepszym i jedynie skutecznym sposobem wyeliminowaniem nielegalnych działań związanych z pozbywaniem się wód opadowych z terenu prywatnych posesji jest jednoczesna budowa kanalizacji sanitarnej i kanalizacji deszczowej. Wskazują na to doświadczenia zarówno w Polsce, jak i w innych krajach.

Reasumując, należy mieć nadzieję, że przedstawione wyniki badań dostarczą dodatkowych argumentów w dyskusji nad poprawą stanu technicznego kanalizacji sanitarnej w Polsce w związku z koniecznością realizacji postanowień Ramowej Dyrektywy Wodnej oraz ochrony przed zanieczyszczeniami wód powierzchniowych i podziemnych.

## PIŚMIENNICTWO

- Błażejowski R., 2003. Kanalizacja wsi. PZITS Oddz. Wielkopolski Poznań.
- Ellis B., Bertrand-Krajewski J.-L., 2010. Assessing Infiltration and Exfiltration on the Performance of Urban Sewer Systems. IWA Publishing London.
- Franz T., 2007. Spatial classification methods for efficient infiltration measurements and transfer of measuring results. Dissertation Institut für Siedlungs- und Industrierwasserwirtschaft, TU Dresden. Dresdner Bericht 28.
- Franz T., Rutsch M., Krebs P., Frehmann T., Bertrand-Krajewski J.-L., Cardoso M.A., Ellis B., Giulianelli M., Gujer W., Pliska Z., Pollert J., Pryl K., 2007. Untersuchung und Bewertung von In- und Exfiltration undichter Abwasserkanäle. Das EU-Forschungsprojekt APUSS. KA Abwasser Abfall 54(4), 353–361.
- Hayes P.A., 1996. Total Catchment Management for Sanitary Sewer Overflows in Sydney, Australia. National Conference on Sanitary Sewer Overflows (SSOs). Environmental Protection Agency Washington, 520–528.
- Heidrich Z., Kalenik M., Podedworna J., Stańko G., 2008. Sanitacja wsi. Wydawnictwo Seidel-Przywecki Sp. z o.o. Warszawa.
- Kaczor G., 2009. Otwory we włączach kanalizacyjnych jako jedna z przyczyn przedostawania się wód przypadkowych do kanalizacji sanitarnej. *Infrastr. Ekol. Ter. Wiej.* 9, 155–163.
- Kaczor G., Bergel T., 2008. Wpływ wód przypadkowych na ładunki zanieczyszczeń dopływających do oczyszczalni i odprowadzanych do odbiornika. *Przem. Chem. Sigma-Not* 87(5), 476–478.
- Kaczor G., Satora S., 2003. Problem wód przypadkowych w wiejskich systemach kanalizacyjnych województwa małopolskiego. *Inż. Rol.* 3(45), 2, 35–46.
- Karpf C., Krebs P., 2005. Assessment of Extraneous Water Inflow in Separated Sewer Networks. Proc. 10th ICUD Conference, Copenhagen, Denmark, 21–26 August.
- Kroiss H., Prendl, L., 1996. Einfluss von Fremdwasser auf Abwasserreinigungsanlagen. *Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft* 140, 71–90.

- Kuliczkowski A., Zwierzchowski D., Kania M., 2004. Nieprawidłowości hydrauliczno-eksploatacyjne kanałów badanych techniką video. *Gaz Woda Tech. Sanit.* 1, 24–28.
- Lomotowski J., Szpindor A., 1999. Nowoczesne systemy oczyszczania ścieków. Arkady Warszawa.
- Michalska A., Pecher K.H., 2000. Betriebliche und kostenmäßige Auswirkung des Fremdwassers auf Kanalisation und Kläranlage. *Gewässerschutz – Wasser – Abwasser* 177, 1–27.
- Pecher R., 1998. Fremdwasseranfall im Kanalnetz -ein wasserwirtschaftliches Problem? *Korrespondenz Abwasser* 12 (45), 2250–2258.
- Strategien zur effizienten Fremdwassererkennung und Schadensbehebung in Abwasserkanälen Handlungsanleitung für eine effektive Eigenkontrolle, 2005. Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt. Freistaat Thüringen. [www.thueringen.de](http://www.thueringen.de) (11.2010).
- Tchobanoglous G., Burton F., Stensel D., 2003. *Wastewater Engineering. Treatment and Reuse.* Metcalf & Eddy. McGraw-Hill Boston.

## IMPACT OF SPRING SNOWMELT ON INFLOWS TO THE HOUSEHOLD SEWAGE TREATMENT PLANT

**Abstract.** The aim of the study was to define the scope of the spring snowmelt impact on the increase of inflow to the separated sewer system sewage treatment plant. The research was carried out from 1<sup>st</sup> January 2010 to 31<sup>st</sup> March 2010 in four selected sewer systems located in the Lesser Poland voivodeship. Hourly air temperature and daily sewage flow measurements were performed.

Intensive snowmelts in 2010 began on 19<sup>th</sup> February and ended on 4<sup>th</sup> March. The average inflow percentage in the sewage discharge to each treatment plant during the snowmelt season reached from 36.6% to 58.1%. The highest inflows occurred on 1<sup>st</sup> March (average daily air temperature – 6.6°C), and their percentage compared to the average daily flow at the rainless weather reached respectively: 56.8% in the sewer system A, 74.3% in the sewer system B, 54.7% in the sewer system C and 76.5% in the sewer system D. These numbers indicate that inflow caused by the snowmelts constituted over 50% of the daily flow in all analysed sewer systems. The following amount of inflow was discharged into the analysed sewer systems during the greatest snowmelts, i.e. from 19<sup>th</sup> February to 3<sup>rd</sup> March 2010: 3641 m<sup>3</sup> into the sewer system A, 6926 m<sup>3</sup> into the sewer system B, 1854 m<sup>3</sup> into the sewer system C and 5846 m<sup>3</sup> into the sewer system D. Openings in the inspection chamber manholes as well as illegal connections of gutters and yard inlets to the sanitary sewers were considered as the cause of melt-water discharge into the sewer systems.

**Key words:** sewage, sewer system, sewage treatment, manholes, infiltration and inflow

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 29.04.2011*