INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH

Nr 4/3/2006, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 117–124
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Tadeusz Molenda

DYNAMIKA ZMIAN WYBRANYCH ZANIECZYSZCZEŃ W SPŁYWACH POWIERZCHNIOWYCH ZLEWNI ZURBANIZOWANEJ

Streszczenie

W artykule przedstawiono charakterystykę hydrochemiczną ścieków opadowych w zlewni zurbanizowanej. Próby wód pobierano u wylotu kolektora ścieków opadowych do zbiornika retencyjnego zlokalizowanego w Czeladzi (województwo śląskie). Ścieki opadowe pobierano podczas wiosennych roztopów oraz latem w trakcie wystąpienia opadu burzowego (nawalnego). Wykazano, że ścieki opadowe charakteryzuje wysoki poziom zanieczyszczenia zarówno substancjami mineralnymi, jak i pierwiastkami biogennymi. Ścieki roztopowe charakteryzuje wysoka przewodność elektryczna (rys. 1) osiągająca maksymalnie wartość 7 [mS/cm]. Wysokie wartości przewodnictwa spowodowane są głównie dużą koncentracją chlorków (rys. 3). Ich źródłem są sole używane zimą do usuwania lodu z dróg. Zarówno wiosną, jak i latem najmocniej zanieczyszczona była pierwsza fala ścieków opadowych (*First Flow*) spłukująca zanieczyszczenia zalegające na powierzchni zlewni.

Słowa kluczowe: ścieki opadowe, zanieczyszczenie wód, *first flow*, retencja

WSTĘP

Rozwój urbanizacji prowadzi do istotnych zmian w obiegu wody. Zmiany te najczęściej utożsamiane są z zwiększeniem spływu powierzchniowego i zmniejszeniem zasilania wód podziemnych. Oprócz zmian ilościowych istotnej transformacji ulega również jakość wód. Wody spływu powierzchniowego w zlewni zurbanizowanej mają

kontakt z różnymi ogniskami zanieczyszczeń, głównie obszarowych i liniowych. W związku z powyższym, jak podają Dymaczewski, Oleszkiewicz, Sozański (1997), ścieki opadowe mogą być równie silnie zanieczyszczone jak typowe ścieki bytowo-gospodarcze. Bezpośrednie odprowadzanie ścieków opadowych do odbiornika powoduje zakłócenie naturalnej równowagi ekologicznej ekosystemów wodnych. Dotyczy to w szczególności małych cieków.

W niniejszej pracy przedstawiono charakterystykę hydrochemiczną ścieków opadowych w zlewni zurbanizowanej.

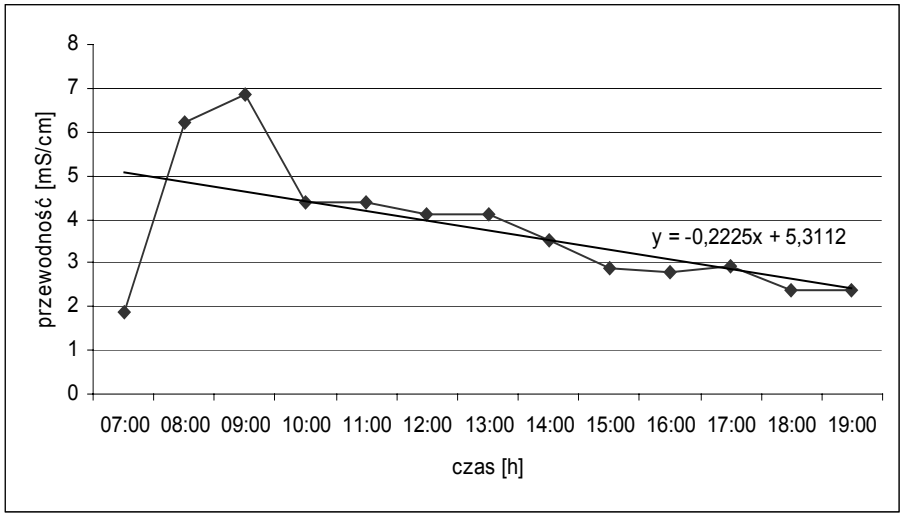
METODY BADAŃ

Kartowanie hydrograficzne pozwalające na ocenę zmian stosunków wodnych analizowanej zlewni przeprowadzono zgodnie z wytycznymi podanymi przez Gutry-Korycką i Werner-Więckowską [1996]. Analizy chemiczne wód przeprowadzono zgodnie z ogólnie przyjętą metodyką badań hydrochemicznych podawaną przez Krawczyk [1999]. Chlorki (Cl^-) i azotany (NO_3^-) oznaczono metodą potencjometryczną z wykorzystaniem jonoselektywnej elektrody chlorkowej i azotanowej. Siarczany (SO_4^{2-}) oznaczono metodą turbidymetryczną. Sód i potas oznaczono metodą fotometrii płomieniowej. Pomiar odczynu oraz przewodnictwa elektrycznego właściwego wykonano za pomocą miernika Multi Line P – 4 (elektroda pH- Sen Tix 97/T, standardowe naczynko konduktometryczne Tetra Con 325).

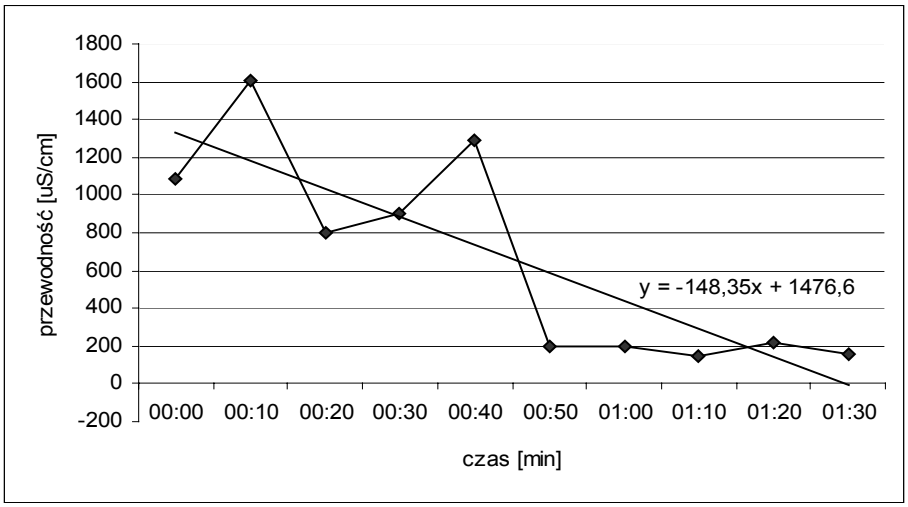
W celu oznaczenia stężeń wybranych zanieczyszczeń w ściekach opadowych pobierano ich próby u wylotu kolektora ścieków opadowych do zbiornika retencyjnego. Zbiornik ten znajduje się na terenie Czeladzi (woj. śląskie). Odprowadzane są do niego ścieki opadowe z terenu centrum handlowego, placów postojowych oraz drogi o dużym natężeniu ruchu. W okresie wiosennych roztopów próby ścieków opadowych pobierane były z częstotliwością co 60 min., natomiast latem co 10 min. od momentu wystąpienia opadu i dopływu pierwszych wód do zbiornika retencyjnego.

WYNIKI I DYSKUSJA

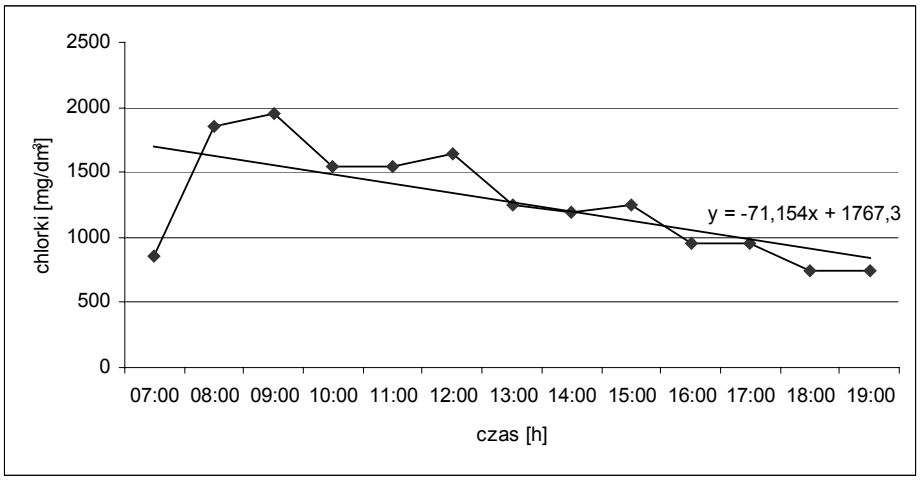
Na rysunkach 1, 2 przedstawiono zmiany przewodności elektrycznej ścieków opadowych i roztopowych odprowadzanych do zbiornika retencyjnego. Przewodność wód wykazuje bardzo duże zróżnicowanie pomiędzy okresem zimowym a letnim. Wysokie wartości przewodnictwa w okresie zimowym (rys. 1) są spowodowane dużymi stężeniami jonów chlorkowych i sodowych (rys. 3, 4).



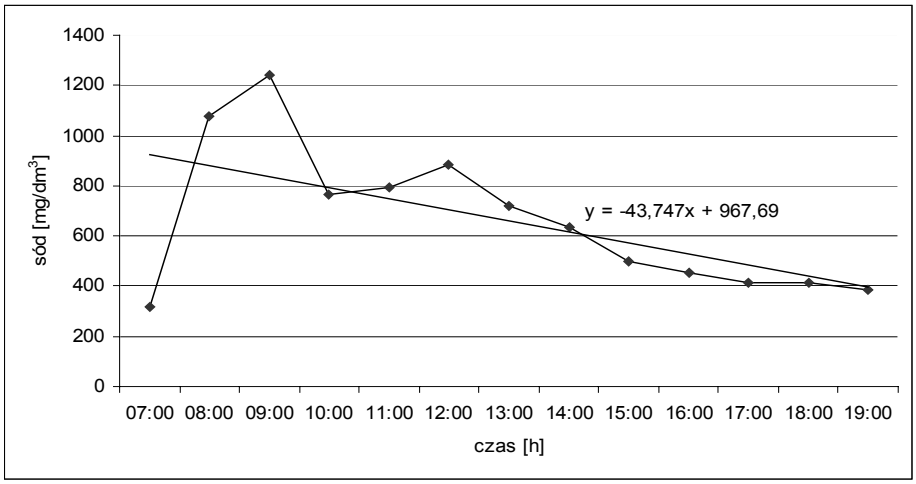
Rysunek 1. Zmiany przewodności elektrycznej ścieków roztopowych
Figure 1. Changes of electric conductivity of thaw sewage



Rysunek 2. Zmiany przewodności elektrycznej ścieków opadowych
Figure 2. Changes of electric conductivity of precipitation sewage

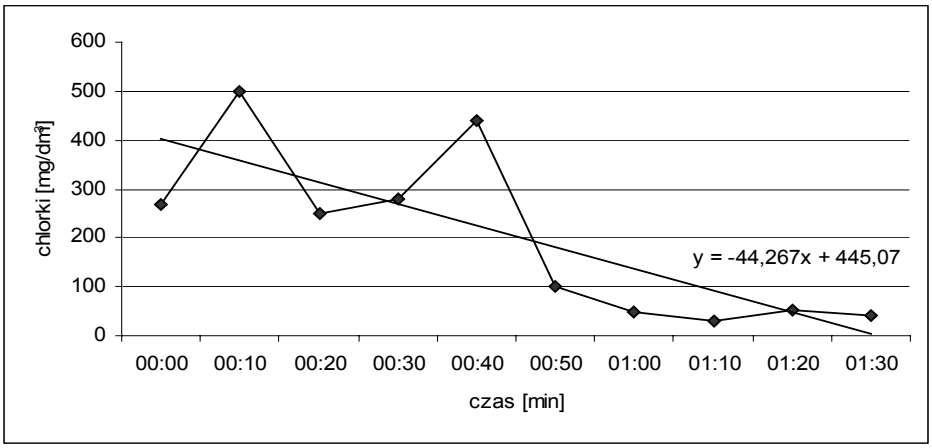


Rysunek 3. Zmiany stężeń chlorków w ściekach roztopowych
Figure 3. Changes of chloride concentrations in thaw sewage

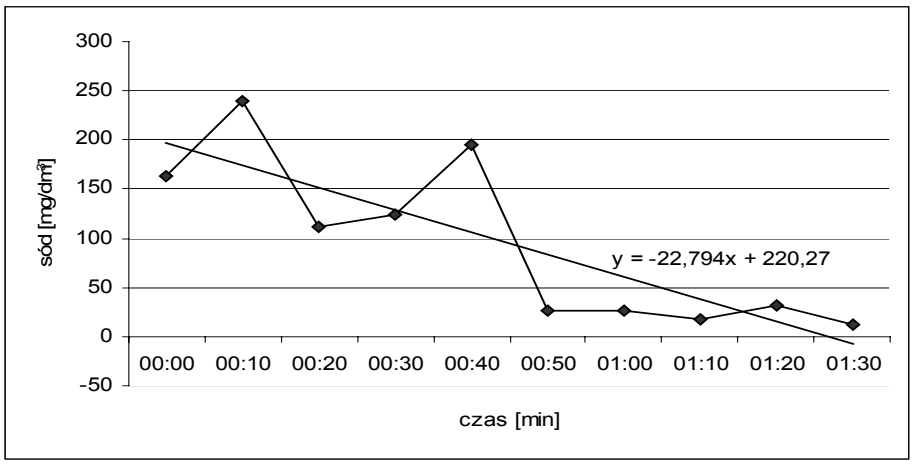


Rysunek 4. Zmiany stężeń sodu w ściekach roztopowych
Figure 4. Changes of sodium concentrations in thaw sewage

Ich głównym źródłem są chlorki sodu, wapnia oraz magnezu używane do usuwania śniegu i lodu z dróg [Dojlido 1995]. Latem przewodność ścieków opadowych jest zdecydowanie niższa (rys. 2). Jest to głównie następstwem niższych stężeń jonów chlorkowych i sodowych (rys. 5, 6).



Rysunek 5. Zmiany stężeń chlorków w ściekach opadowych
Figure 5. Changes in chloride concentrations in precipitation sewage



Rysunek 6. Zmiany stężeń sodu w ściekach opadowych
Figure 6. Changes in sodium concentrations in precipitation sewage

Maksymalne wartości przewodnictwa elektrycznego, zarówno wiosną, jak i latem, występują w początkowym okresie spływu wód (rys. 1, 2). Potwierdzają się zatem spostrzeżenia wielu autorów [Deletic 1993; Wajda, Dziopak 2005], że najmocniej zanieczyszczona jest pierwsza fala ścieków (*First Flow*) zmywająca zanieczyszczenia

zalegające na powierzchni zlewni. Spłukanie zanieczyszczeń w pierwszej fazie spływu powoduje, że w późniejszym okresie jakość wód szybko się poprawia, co wyrażone jest m.in. spadkiem przewodności (rys. 1, 2). Svensson [2000] podaje, że w przypadku intensywnego opadu deszczu po 30% czasu trwania spływu następuje transport około 85% objętości wody oraz ponad 90% zawiesiny ogólnej. Podobne spostrzeżenia poczynił również Klein [1962].

Z zanieczyszczeń mineralnych na uwagę zasługują również siarczany (tab. 1). Stężenia siarczanów w czasie spływu wód opadowych kształtowały się od 14 do 17 mg/dm^3, natomiast w trakcie spływu ścieków roztopowych od 32 do 49 mg/dm^3. Wyższe stężenia siarczanów w ściekach roztopowych są następstwem długiego czasu zalegania pokrywy śnieżnej, która wychwytuje związki siarki. Stwierdzone stężenia siarczanów nie stanowią zagrożenia dla środowiska wodnego odbiornika.

Stosunkowo niewielkie różnice pomiędzy wiosną a latem zanotowano w przypadku odczynu wód (tab. 1). W okresie wiosennych roztopów odczyn wód zmieniał się od 6,5 do 7,3 pH, natomiast latem od 6,2 do 6,5 pH. Odnotowany odczyn wód jest stosunkowo wysoki, gdyż na obszarze badań często występują opady o silnie obniżonym odczynie utożsamianym z kwaśnymi deszczami. Wysoki – w odniesieniu do odczynu wód opadowych (4,8 pH) – odczyn ścieków opadowych jest następstwem buforowania substancji kwaśnych przez pyły alkaliczne zalegające na powierzchni zlewni.

Tabela 1. Wybrane wskaźniki zanieczyszczeń w ściekach opadowych.
Tabela 1. Selected indicators of precipitation sewage pollution

Wskaźnik zanieczyszczenia wody	Zakres wartości stężeń wybranych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach opadowych	
[mg/dm^3]	w okresie wiosennych roztopów	w okresie deszczowym
Azotany	2–50	5–100
Fosforany	0,02–0,22	0,03–0,20
Siarczany	24–49	14–17,1
Odczyn	6,5–7,3	6,2–6,5

Oprócz substancji mineralnych ścieki opadowe wykazują znaczny stopień obciążenia pierwiastkami biogennymi (tab. 1). Odnotowane stężenia azotanów i fosforanów są porównywalne z tymi jakie odnotowali inni autorzy w ściekach opadowych spływających z dróg i autostrad. Tak więc ścieki opadowe mogą być istotnym źródłem substancji prowadzących do eutrofizacji wód odbiornika. Dotyczy to w szczególności śródmiejskich akwenów, do których odprowadzane są ścieki opadowe.

WNIOSKI

Przeprowadzone badania wskazują, że ścieki opadowe cechuje wysoki poziom zanieczyszczenia, a stężenia niektórych zanieczyszczeń przekraczają dopuszczalne normy stawiane ściekom wprowadzanym do wód i ziemi. Obserwuje się bardzo dużą dynamikę zmian stężeń zanieczyszczeń w czasie. Maksymalne koncentracje zanieczyszczeń występują w czasie tzw. pierwszego spływu (*First Flow*).

BIBLIOGRAFIA

Deletic A. *The first flush load of urban surface runoff*. Water research 8 (22), 1993.

Dojlido J.R. *Chemia wód powierzchniowych*. Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok 1995.

Gutry-Korycka M., Werner-Więckowska H. *Przewodnik do hydrograficznych badań terenowych,* Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996.

Klein L. *River Pollution, I. Chemical Anasysis, II. Causes and Effects,* Butterworths, London 1962.

Krawczyk W. E. *Hydrochemia*. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 1999.

Leśniok M. *Zanieczyszczenie wód opadowych w obrębie Wyżyny Śląsko-Krakowskiej,* Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 1996, s. 124.

Molenda T. *Znaczenie małej retencji w renaturyzacji cieków na obszarach miejsko-przemysłowych*. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Inżynieria Środowiska XIII nr. 502, 2004.

Molenda T. *Rewitalizacja ekosystemów wodnych w warunkach zróżnicowanej antropopresji.* Maszynopis pracy doktorskiej, Uniwersytet Śląski, 2002.

Osmólska – Mróz B. *Ochrona wód w otoczeniu dróg.* Oddział 07. Zasady ochrony środowiska w projektowaniu, budowie i utrzymaniu dróg. Instytut Budowy Dróg i Mostów. Warszawa 1996, s. 83.

Svensson G. *Strategies for management of polluted stormwater an urban highway Goteborg Sweden* [w:] Marsalek J., Watt E., Zeman E. *Advances in Urban Stormwater and Agricultural Runoff Source Control*. NATO Scienes Series, 2000.

Wajda A., Dziopak J. *Dystrybucja zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych ze zlewni zurbanizowanych*. Prace Naukowe Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej nr 53, Wrocław 2005, s. 445–456.

Dr Tadeusz Molenda
Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej Obszarów Urbanizowanych
Uniwersytet Śląski

Recenzent: *Prof. dr hab. inż. Jerzy Ratomski*

Tadeusz Molenda

THE DYNAMICS OF SELECTED POLLUTANTS CHANGES IN SURFICIAL DOWNFLOWS FROM AN URBANISED CATCHMENT AREA

SUMMARY

The article presents a hydrochemical characteristic of precipitation sewage in an urbanised catchment area. Water samples were taken at the outlet of the sewage pipe to a retention water reservoir located in Czeladź (Silesian province). Precipitation sewage were taken during spring thaw and in summer when there were heavy rainfalls during storms. It has been proved that precipitation sewage is featured by a high level of pollution both with mineral substances and biogenic elements. Besides, thaw sewage is of very high conductivity (fig. 1) reaching even 7 mS/cm. Such high conductivity results mainly from a high concentration of chlorides (fig. 3). Their source is salt used in winter to remove ice from roads. Both in spring and in summer the most polluted was the first flow of precipitation sewage washing down all the pollutants covering the catchment area.

Key words: precipitation sewage, water pollution, first flow, retention