INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH

Nr 4/3/2006, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 125–132
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Tadeusz Molenda

WYBRANE PROBLEMY RENATURYZACJI CIEKÓW W ZLEWNIACH ZURBANIZOWANYCH I UPRZEMYSŁOWIONYCH

Streszczenie

W artykule przedstawiono wpływ zrzutu ścieków opadowych na hydrologię i chemizm wód małych rzek. Do badań wytypowano zlewnie niewielkich cieków – Jamny, Mlecznej oraz Rowu Murckowskiego zlokalizowanych na terenie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Wykazano, że odprowadzanie ścieków opadowych do rzek wywołuje dynamiczne zmiany chemizmu ich wód. Są one zarówno następstwem samej jakości ścieków, jak i procesów resuspencji wprowadzającej zanieczyszczone osady w toń wodną. W okresie wiosennych roztopów zaobserwowano gwałtowny wzrost przewodności elektrycznej. Jest to następstwo zmywu soli użytej zimą do usuwania lodu z dróg.

Intensyfikacji ulegają również procesy erozyjne, prowadząc do transformacji przekrojów poprzecznych koryt. W przypadku rzeki Jamny nastąpił kilkakrotny wzrost powierzchni przekroju poprzecznego koryta w stosunku do okresu sprzed intensywnej urbanizacji zlewni. W przypadku niewielkiego cieku – Rowu Murckowskiego (Katowice) obniżenie dna koryta poniżej wyprowadzenia głównego kolektora ścieków opadowych sięgnęło 1,5 m.

Słowa kluczowe: stres hydrobiologiczny, ścieki opadowe, erozja, renaturyzacja

WSTĘP

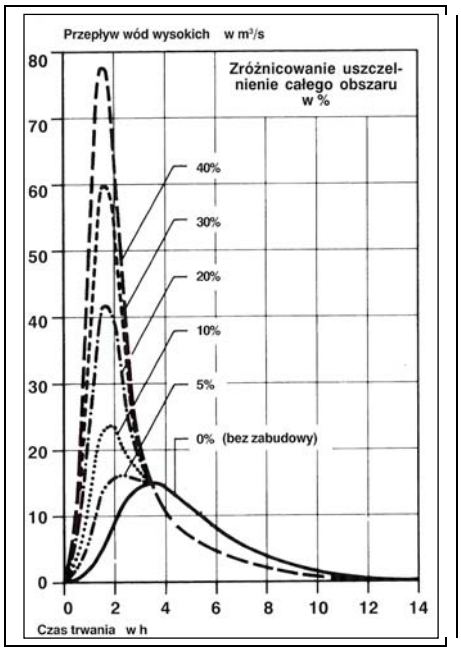
Podstawowym problemem renaturyzacji małych cieków w zlewniach zurbanizowanych i uprzemysłowionych jest stres hydrobiologiczny utożsamiany z oddziaływaniem szkodliwych bodźców

zewnętrznych (fizycznych, chemicznych i biologicznych) na florę i faunę wodną lub cały ekosystem. Zjawisko stresu hydrobiologicznego związane jest ze stanami ekstremalnymi, które można zakwalifikować do dwóch kategorii – zbyt mało lub zbyt dużo wody. Stany ekstremalne są zjawiskiem naturalnym, lecz w zlewniach miejsko-przemysłowych amplituda pomiędzy nimi może być kilkakrotnie wyższa aniżeli w zlewni naturalnej [Geiger, Dreiseilt 1999]. Do podstawowych czynników odpowiedzialnych za głębokie zaburzenie reżimu hydrologicznego małych cieków zaliczyć można: zmiany użytkowania powierzchni zlewni, zmiany przebiegu działów wodnych, działalność górniczą, kanalizację zlewni oraz zrzut ścieków.

Przepływy kulminacyjne, wielokrotnie wyższe aniżeli w zlewni naturalnej, są głównie następstwem pokrycia powierzchni materiałami nieprzepuszczalnymi i kanalizacją zlewni. W zlewni zurbanizowanej istotnej zmianie ulega hydrogram odpływu wywołany pojedynczym opadem nawalnym. Fala kulminacyjna staje się coraz wyższa, a czas koncentracji ulega skróceniu (rys. 1). Odprowadzanie ścieków opadowych systemami kanalizacyjnymi powoduje, iż w odbiorniku dochodzi do gwałtownych zmian typu hydraulicznego, zmianie ulegają również warunki chemiczne i higieniczno-sanitarne. Obciążenia, jakie wówczas powstają, określa się ogólnie mianem stresu hydrobiologicznego. Prowadzi on do śmierci wielu organizmów wodnych, niszczenia roślinności oraz intensyfikacji procesów erozyjnych.

Stres hydrobiologiczny nie jest jedynie utożsamiany z przepływami wód wysokich. O jego wystąpieniu mówimy również wówczas, gdy przepływy spadną poniżej minimalnych wielkości zapewniających normalne funkcjonowanie zbiorowisk organizmów. Ekstremalną sytuacją są całkowite zaniki przepływu, co w zlewniach zurbanizowanych i uprzemysłowionych jest zjawiskiem dość powszechnym [Byczkowski 1997; Bajkowski i in. 1998; Molenda 2002]. Oprócz pokrycia obszaru zlewni materiałami nieprzepuszczalnymi, do innych czynników odpowiedzialnych za zanik przepływu możemy zaliczyć sieć kanalizacyjną drenującą infiltrujące wody, a także istnienie lei depresji będących następstwem działalności górniczej lub nadmiernego poboru wód podziemnych.

Jak już wcześniej wspomniano, zjawisko stresu hydrobiologicznego związane jest m.in. z odprowadzaniem ścieków opadowych do odbiornika. W niniejszej pracy przedstawione zostaną następstwa ich odprowadzania do cieków analizowanych zlewni.



Rysunek 1. Kształt i wielkość przebiegu fali wysokich wód na obszarach o różnym stopniu uszczelnienia gruntu [wg Geiger, Dreiseitl 1999]
Figure 1. The shape and the size of high wave course in the areas of different land proofing level

METODY BADAŃ

Do badań wytypowano trzy zlewnie małych rzek – Jamny, Mlecznej i Rowu Murckowskiego (Górnośląski Okręg Przemysłowy). Źródliskowe fragmenty wyżej wymienionych zlewni są silnie zurbanizowane i skanalizowane. Kartowanie hydrograficzne, pozwalające na ocenę zmian stosunków wodnych analizowanych zlewni, przeprowadzono zgodnie z wytycznymi podanymi przez Gutry-Korycką i Werner-Więckowską [1996]. Ocenę zmian parametrów morfometrycznych koryt dokonano na podstawie analizy porównawczej archiwalnych materiałów kartograficznych i ekspertyz, ze współcześnie wykonanymi pomiarami. Analizy chemiczne wód przeprowadzono zgodnie z ogólnie przyjętą metodyką badań hydrochemicznych podawaną przez Krawczyk [1999]. Chlorki (Cl^-) oznaczono metodą potencjometryczną z wykorzystaniem jonoselektywnej elektrody chlorkowej. 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 dynamiki zmian wybranych zanieczyszczeń w wodach rzecznych pobierano ich próby w rzece podczas zrzutu ścieków opadowych i roztopowych. W okresie wiosennych roztopów próby wód pobierane były z częstotliwością co 60 min. przez okres 8 h. Latem próby pobrano w czasie wystąpienia nawalnego opadu deszczu. Próby wód pobierane były z częstotliwością 10 min od momentu wystąpienia opadu (6 prób).

WYNIKI I DYSKUSJA

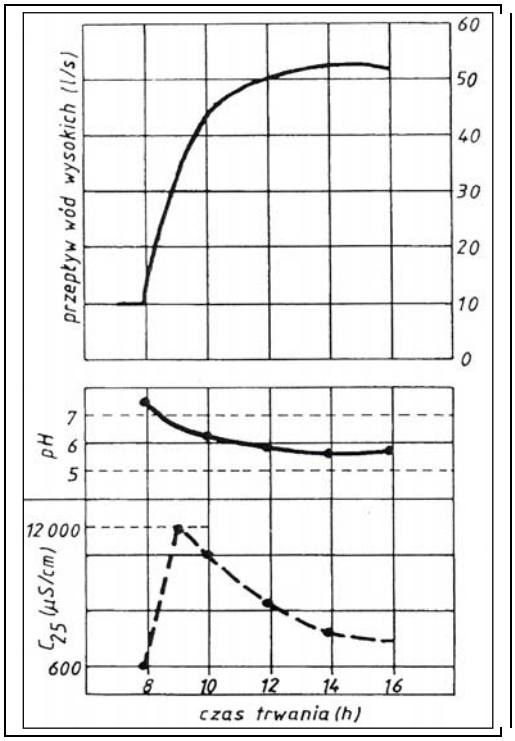
Zrzut ścieków opadowych wywołuje w odbiorniku gwałtowne zmiany warunków fizyczno-chemicznych. O zmianach tych wymownie świadczą rysunki 2, 3. W czasie spływu wód roztopowych w bardzo krótkim czasie dochodzi do szybkiego wzrostu przewodności elektrycznej z poziomu 600 S/cm do 12000 μS/cm (rys. 2). Jest to następstwo zmywu soli użytych do usuwania śniegu i lodu z nawierzchni drogowych. Wzrost natężenia przepływu w ciągu dnia prowadzi do rozcieńczenia chlorków, a tym samym do spadku przewodności (rys. 2). Dopływ ścieków roztopowych doprowadził również do spadku odczynu wód rzecznych (rys. 2). W pokrywie śnieżnej znajduje się bowiem znaczny ładunek jonów wodorowych, który podczas topnienia śniegu zostaje uwolniony do wód powierzchniowych. Spadek odczynu wód rzecznych w okresie roztopów stwierdzili również Henry, Heinke [1989]. Gwałtowny spadek pH wody rzecznej działa destrukcyjnie na środowisko biologiczne, prowadzi również do wzrostu mobilności metali.

Zrzut ścieków opadowych do odbiornika prowadzi również do gwałtownych zmian warunków tlenowych (rys. 3). Spadek stężeń tlenu oraz wzrost BZT_5, należy wiązać głównie – oprócz samej jakości ścieków – z procesami resuspencji osadów dennych. Wprowadzenie w toń wodną bogatych w materię organiczną osadów dennych prowadzi do załamania krzywej tlenowej oraz wzrostu BZT_5. Wyraźne pogorszenie jakości wód odbiornika wynikające ze zrzutu ścieków opadowych odnotowała również Osmólska-Mróz [1996].

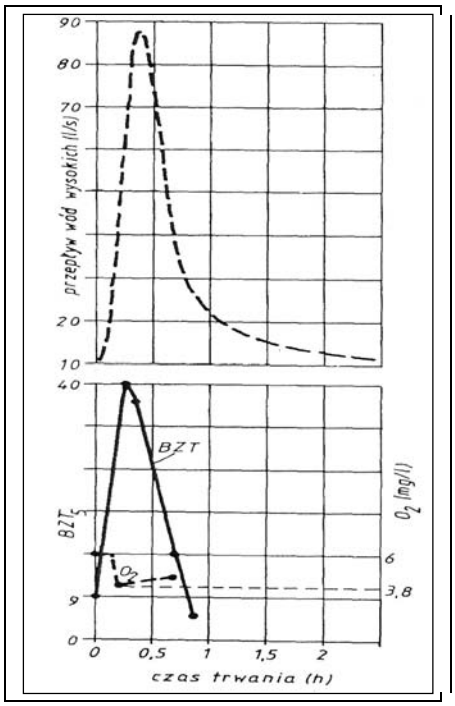
Zrzut ścieków opadowych prowadzi również do wzrostu siły unoszenia intensyfikujących procesy erozyjne. Następstwem wzmożonych procesów erozyjnych są przede wszystkim zmiany przekrojów

poprzecznych koryt. Jak podaje Macrae [1996], powierzchnia przekroi poprzecznych koryt w zlewniach zurbanizowanych może wzrosnąć od 2–5 razy. Zmiany takie zaobserwowano w obrębie niewielkiego cieku Jamny, do którego odprowadzane są ścieki opadowe z terenu Mikołowa. Intensywne procesy erozyjne doprowadziły również do zwiększonej dostawy kłód do koryta. Na niektórych odcinkach koryto Jamny jest całkowicie zatarasowane kłodami przewróconych drzew.

W przypadku niewielkiego cieku – Rowu Murckowskiego (Katowice) obniżenie dna koryta poniżej wyprowadzenia głównego kolektora ścieków opadowych sięgnęło 1,5 m [Molenda 2002]. O dynamice zmian przepływów jakie występują w Rowie Murckowskim może świadczyć ich porównanie w okresach suchych i podczas opadów. W okresach bezdeszczowych średnie natężenie przepływu wynosi kilka dm^3/s, podczas zrzutu ścieków opadowych może osiągnąć 4000 dm^3/s.



Rysunek 2. Dynamika zmian wybranych parametrów fizyczno-chemicznych w rzecze Mleczna podczas zrzutu ścieków roztopowych [wg Molenda 2002]
Figure 2. The dynamics of selected physico-chemical parameters changes in Mleczna river during the thaw sewage discharge [after Molenda 2002]



Rysunek 3. Dynamika zmian wybranych parametrów fizyczno-chemicznych w rzece Mleczna podczas zrzutu ścieków opadowych [wg Molenda 2002]
Figure 3. The dynamics of selected physico-chemical parameters changes in Mleczna river during the precipitation sewage discharge [after Molenda 2002]

WNIOSKI

Przeprowadzone badania wskazują, że zrzut ścieków opadowych do odbiornika wywołuje gwałtowne zmiany chemizmu wód rzecznych. Najwyższy wzrost koncentracji zanieczyszczeń zaobserwowano w początkowym okresie zrzutu ścieków opadowych. Jest to następstwo zarówno samej jakości ścieków opadowych – najmocniej zanieczyszczona jest ich pierwsza fala (*First Flow*), jak i procesów resuspensji.

W procesach renaturyzacyjnych małych cieków płynących przez obszary miejsko-przemysłowe priorytetowym zadaniem okazuje się eliminacja stresu hydrobiologicznego. Polega ona z jednej strony na obniżeniu przepływów kulminacyjnych, z drugiej natomiast na zapewnieniu stałej obecności wody w korycie, przynajmniej na poziomie zapewniającym prawidłowe funkcjonowanie zbiorowisk organizmów.

Zadania te można zrealizować poprzez rozbudowę systemu małej retencji [Molenda 2004]. Należy ją utożsamiać z całokształtem działań prowadzących do wydłużenia czasu i drogi obiegu wody oraz jej zanieczyszczeń w zlewni, oczyszczeniu wód przy wykorzystaniu właściwości zlewni (naturalnych i sztucznych), jak również regulację transportu rumowiska.

Do obiektów małej retencji, które mogą odegrać istotną rolę w eliminacji stresu hydrobiologicznego zaliczyć można: mokre lub suche zbiorniki retencyjne, sztuczne mokradła oraz niecki i studnie infiltracyjne. Spośród wyżej wymienionych na szczególną uwagę zasługują sztuczne mokradła (*constructed wetlands*), które oprócz właściwości retencyjnych cechuje zdolność do oczyszczania wód. Jest to szczególnie istotne, gdyż ścieki opadowe są silnie zanieczyszczone, a ich zrzut prowadzi do znacznego pogorszenia jakości wód odbiornika. Dopiero trwała eliminacja stresu hydrobiologicznego pozwala na rozpoczęcie dalszych etapów prac renaturyzacyjnych utożsamianych najczęściej z przebudową koryta, tak aby było ono „bliskie naturze".

BIBLIOGRAFIA

Bajkowski S., Popek Z., Żelazo J. *Koncepcja renaturyzacji rzeki Mlecznej – możliwości i ograniczenia*. [w:] Bliskie Naturze Kształtowanie Rzek i Potoków. Zakopane 1998, s. 121–130.

Byczkowski A. *Wpływ urbanizacji na reżim hydrologiczny małych cieków nizinnych.* [w:] Przyrodnicze i Techniczne Problemy Ochrony i Kształtowania Środowiska Rolniczego. Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego, Poznań 1997, s. 15–2.

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.

Geiger W., Dreiseitl H. Nowe sposoby odprowadzania wód deszczowy. Projprzem-EKO, Bydgoszcz 1999, s. 334.

Henry J.G., Heinke G. W. *Environmental Science and Engineering*. Prentice Hall, Engelwood Cliffs, 1989.

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.

Macrae C. *Experience from morphological research on Canadian streams* [in:] Effects of Foundation Conference Proceedings, Snowbird, Utah, August 4-9, 1996

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: *Dr hab. Elżbieta Dumnicka*

Tadeusz Molenda

HYDROBIOLOGICAL STRESS – A BASIC PROBLEM OF STREAM RESTORATION IN URBANISED AND INDUSTRIALISED CATCHMENT AREAS

SUMMARY

The article presents the influence of precipitation sewage discharge on the hydrology and chemism of small streams. Catchment areas of small streams such as the Jamna river, the Mleczna river and Murckowski trench located within Upper-Silesian Industrial Area were chosen to be subjects of the research. It has been proved that precipitation sewage discharge to rivers contributes to dynamic changes of water chemism. They are the consequence of both the sewage quality itself and resuspention processes releasing polluted deposits into water. It is due to the downwash of salt used in winter to remove ice from roads.

Erosional processes become more intensive as well leading to the transformation of cross-sections of river beds. In case of the Jamna river repeated increase in the area of the river bed cross-section in comparison with the period before intensive urbanisation of the catchment area took place. In case of a small stream – Murckowski trench (Katowice) the lowering of river bed bottom below the outlet of main precipitation sewage pipe reached 1.5m.

Key words: hydrobiological stress, precipitation sewage, erosion, restoration