INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 6/2009, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 45–55
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Andrzej Wałęga, Krzysztof Chmielowski, Włodzimierz Miernik

SEMINATURALNE SYSTEMY ODPROWADZANIA I OCZYSZCZANIA WÓD OPADOWYCH Z TERENÓW ZURBANIZOWANYCH – ASPEKTY PRAWNE I TECHNICZNE

SEMI-NATURAL SYSTEMS OF DRAINAGE AND TREATMENT OF STORMSEWAGE FROM THE URBANIZED AREAS – LEGAL AND TECHNICAL ASPECTS

Streszczenie

Tradycyjnie uważa się, że źródłem zanieczyszczenia wód na terenach miejskich są jedynie ścieki bytowe i przemysłowe. Za dostateczną ochronę miejskiego środowiska wodnego uznaje się więc uporządkowanie gospodarki ściekowej, a zatem budowę czy rozbudowę systemów kanalizacyjnych. Tereny zurbanizowane, a w szczególności aglomeracje miejsko-przemysłowe stanowią wielkie skupiska źródeł zanieczyszczenia powietrza, wód, gleby, a także powierzchni ulic, placów, dachów i terenów niezabudowanych. Zanieczyszczenia spłukiwane z ulic, czy innych powierzchni uszczelnionych, w trakcie trwania opadów czy roztopów stanowią poważne zagrożenie dla środowiska glebowego i wodnego.

W artykule dokonano przeglądu obowiązujących aktów prawnych w zakresie odprowadzania i zagospodarowania wód opadowych z terenów zurbanizowanych. Skupiono głównie uwagę na możliwości retencji i infiltracji wód opadowych, a więc ich zagospodarowaniu w miejscu powstania opadu. Przedstawiono również przykłady wykonanych i eksploatowanych obiektów do retencji i infiltracji z podaniem efektów redukcji zanieczyszczeń w oczyszczanych wodach opadowych. Podstawowymi aktami prawnymi mówiącymi o możliwościach zagospodarowania i standardach jakościowych wód opadowych jest Ustawa Prawo Wodne z dnia 18.07.2001 r. ze zm. i Rozporządzenie Ministra Środowiska w dnia 24.07.2006 r. w sprawie warunków jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla

środowiska wodnego. W przytoczonych aktach prawnych wody opadowe zakwalifikowano jako ścieki w przypadku, gdy są one ujęte w otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne, pochodzące z powierzchni zanieczyszczonych o trwałej nawierzchni. Pozostałe akty prawne, które mówią o możliwości zagospodarowania wód opadowych to Dyrektywa Rady Europy dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych (91/271/EWG), Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30.05.2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz.U. nr 63, poz. 735), Ustawa Prawo Ochrony Środowiska z dnia 27.04.2001 r. (Dz.U. nr 62, poz. 627 ze zm.), Ustawa o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzeniu ścieków z dnia 7.06.2001 r. (Dz.U. nr 72, poz. 747 ze zm.), Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z dnia 27.03.2003 r. (Dz.U. nr 80, poz. 717 ze zm.), Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9.11.2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu oddziaływania na środowisko (Dz.U. nr 257, poz. 2573).

Słowa kluczowe: wody opadowe, retencja, infiltracja, tereny zurbanizowane, akty prawne

Summary

Living and industrial sewage is claimed to be the only source of the water pollution in urban areas. Therefore the regulation of sewage management – which is building or extension of sewerage systems - is considered to be the sufficient protection of the urban water resources. Urbanized areas, especially municipal – industrial agglomerations become huge sources of air, water, soil, streets, squares, roofs and non-built-up areas pollution. Pollutants washed down from the streets or other impregnated surfaces, during the precipitation or snow-melt, are the serious danger for the soil and water environment.

The article reviews the obliging legal regulations concerning the drainage and management of the precipitation water from the urbanized areas. The main attention was paid to possibilities of the retention and infiltration of precipitation water – which is their management in the site where the precipitation originates. Moreover, the examples of created and exploited objects used for retention and infiltration together with the effects of pollutants' reduction in the treated precipitation water were presented. The basic legal documents concerning the management possibilities and quality standards of precipitation water are the Water Law from 18th July 2001 and The Regulation of the Minister of Environment from 24th July 2006 regarding the conditions which must be fulfilled when introducing the sewage into the water or ground, and regarding the substances particularly harmful to the water environment. In the quoted legal regulations, precipitation water is qualified as sewage in case it is captivated as open or closed sanitation systems, originating from the contaminated surfaces of the solid paving. The other legal documents, which consider the possibilities of precipitation water management are: Directive of the European Parliament about communal sewage treatment (91/271/EWG), Ministry of Transport and Maritime Economy Regulation from 30th May 2000 regarding the technical conditions, which should be fulfilled

in case of the road engineering objects and their placement (Dz.U. nr 63, pos. 735), Act of Environmental Protection from 27th April 2001 (Dz.U. nr 62, pos. 627), Act of Collective Water Supply and Collective Sewage Drainage from 7th June 2001 (Dz.U. nr 72, pos. 747), Act of Planning and Spatial Development from 27th March 2003 (Dz.U. nr 80, pos. 717), Council of Ministers Regulation from 9th November 2004 concerning the types of ventures which can significantly influence the environment and detailed conditions related to qualification of the venture to create the report about influence on the environment (Dz.U. nr 257, pos. 2573).

Key words: *precipitation water, retention, infiltration, urbanized areas, legal acts*

WPROWADZENIE

Potrzeba rozwiązania problemu zagospodarowania wód opadowych odprowadzanych z terenów przekształconych antropogenicznie wynika z faktu ich niekorzystnego oddziaływania na środowisko przyrodnicze, zarówno pod względem ilościowym jak i jakościowym.

Przez całe dziesięciolecia budowano podziemne systemy kanalizacji deszczowej o dużych przekrojach, których zadaniem było jak najszybsze odprowadzenie, jak największych ilości wód opadowych do naturalnych odbiorników. Rozwiązanie to niewątpliwie stanowiło najbardziej wygodną formę odprowadzania wód opadowych z punktu widzenie eksploatatora sieci i właścicieli parceli, nie było jednak korzystne dla środowiska przyrodniczego. Ostatnie lata, podczas których miały miejsce szczególnie silne i gwałtowne opady deszczu oraz związane z nimi powodzie, pokazały jak ważnym elementem miasta jest sprawny i bezpiecznie działający system odprowadzania wód opadowych.

Coraz powszechniej, zarówno za granicą jak i w naszym kraju, stosowane są sposoby zagospodarowania wód opadowych, z wykorzystaniem retencji i infiltracji do gruntu, na co wpłynęły dość istotne zmiany w stosownych aktach prawnych. Ich przeglądowi jest poświęcony niniejszy artykuł.

ASPEKTY PRAWNE ODPROWADZANIA I OCZYSZCZANIA WÓD OPADOWYCH

Wody pochodzące z opadów lub roztopów określa się wspólnym mianownikiem „ścieki opadowe". Wynika to z ich definicji zawartej w dwóch podstawowych aktach prawnych dotyczących ochrony środowiska i jego zasobów, a mianowicie w Ustawie Prawo Ochrony Środowiska z 27.04.2001 r. (Dz.U. nr 62, poz. 627 ze zm.) – art. 3 i w Prawie Wodnym z dnia 18.07.2001 r. (Dz.U. nr 115, poz. 1229 ze zm.) – art. 9. Zgodnie z zapisami w tych Ustawach ściekami możemy nazwać cyt. „*wprowadzane do wód lub do ziemi wody opadowe lub roztopowe, ujęte w otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne, pochodzące z powierzchni zanieczyszczonych o trwałej nawierzchni, w szczególności z miast,*

*portów, lotnisk, terenów przemysłowych, handlowych usługowych i składowych, baz transportowych oraz dróg i parkingów"***.** Z definicji tej wynika, iż spływy z terenów zurbanizowanych wywołane opadami lub roztopami należy traktować jako potencjalnie niebezpieczne dla środowiska, które wymagają oczyszczenia przed wprowadzeniem do odbiornika. Zakres monitoringu i dopuszczalny poziom zanieczyszczeń w ściekach opadowych podano w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24.07.2006 r. w sprawie warunków jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. nr 137, poz. 984). W artykule 19, pkt. 1 tego Rozporządzenia podano, iż wody opadowe i roztopowe ujęte w szczelne, otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne pochodzące z zanieczyszczonych powierzchni szczelnych wprowadzane do wód lub do ziemi nie powinny zawierać substancji zanieczyszczających w ilości 100 $mg \cdot dm^{-3}$ zawiesin ogólnych oraz 15 $mg \cdot dm^{-3}$ substancji ropopochodnych. Z kolei w pkt 2 cytowanego artykułu ustawodawca podał, iż cyt. *„wody opadowe lub roztopowe pochodzące z powierzchni innych niż powierzchnie o których mowa w ust. 1, mogą być wprowadzone do wód lub do ziemi bez oczyszczenia"*. Ten zapis umożliwia właścicielom posesji wprowadzenie wód opadowych lub roztopowych, z powierzchni szczelnych takich jak np. dachy, do gruntu za pomocą prostych i tanich rozwiązań polegających na ich infiltracji.

Obecna tendencja do odprowadzenia i zagospodarowania wód opadowych z pominięciem klasycznej kanalizacji ogólnospławnej**,** wynika między innymi z zapisu w Ustawie o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzeniu ścieków z dnia 7.06.2001 r. (Dz.U. nr 72, poz. 747 ze zm.), gdzie w art. 9, pkt. 1 wprowadzono zapis, cyt.: „*Zabrania się wprowadzania ścieków bytowych i ścieków przemysłowych do urządzeń kanalizacji przeznaczonych do odprowadzania wód opadowych, a także wprowadzania wód opadowych i wód drenażowych do kanalizacji sanitarnej"*. Wprowadzenie wód opadowych do kanalizacji sanitarnej mogłoby z jednej strony doprowadzić do nadmiernego rozcieńczenia ścieków komunalnych, a z drugiej - mogłoby doprowadzić do przeciążenia hydraulicznego kanalizacji i samej oczyszczalni, co odbiłoby się niekorzystnie na pracy urządzeń biologicznego stopnia oczyszczania ścieków [Brzezińska 2005]. Ten zapis oraz art. 36 i 38 cytowanej wcześniej Ustawy Prawo Wodne mówiące, cyt.: „*Właścicielowi gruntu przysługuje prawo do zwykłego korzystania z wód stanowiących jego własność oraz z wody podziemnej znajdującej się w jego gruncie…"* – art. 36 i *„W celu ochrony jednolitych części wód podejmuje się w szczególności działania polegające na: ... zapobieganiu niekorzystnym zmianom naturalnych przepływów wody albo naturalnych poziomów zwierciadła wody"* – art. 38, stwarza możliwość odprowadzenia i oczyszczania wód opadowych poprzez retencję i infiltrację do gruntu. Działania takie powodują ograniczenie obciążenia odbiornika powierzchniowego nadmiernymi zrzutami tych wód oraz pozwalają na poprawienie bilansu wód podziemnych w tere-

nach zurbanizowanych. W ramach wykonywania urządzeń do retencji i infiltracji wód opadowych wykraczających poza zwykłe korzystania z wód konieczne jest uzyskanie pozwolenia wodnoprawnego – art. 122 Ustawy Prawo Wodne.

Poruszany w niniejszym artykule problem ma swoje odzwierciedlenia również w Ustawie o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z 27.03.2003 r. (Dz.U. nr 80, poz. 717 ze zm.). W związku z obserwowanymi coraz częściej inwestycjami, których skutkiem jest zmiana sposobu dotychczasowego użytkowania terenu (wzrost stopnia uszczelnienia) można spodziewać się niekorzystnych zmian w obiegu wody w zlewni. Dlatego też w art. 52 przywołanej wyżej Ustawy zapisano, że inwestor we wniosku o ustalenie lokalizacji inwestycji celu publicznego, powinien podać jej charakterystykę obejmującą między innymi, cyt. *„określenie zapotrzebowania na wodę, energię oraz sposobu odprowadzenia lub oczyszczania ścieków …”*.

Jednym z podstawowych źródeł zanieczyszczenia wód opadowych i roztopowych jest motoryzacja. Spływy z dróg obciążone są znacznymi stężeniami zawiesin ogólnych, ChZT, ekstraktu eterowego, metali ciężkich, substancji ropopochodnych a w okresie roztopów – chlorków [Osmulska-Mróz 1996; Krzanowski, Wałęga 2004a, Wałęga 2005]. Konieczność ustalenia wpływu wód opadowych spływających z dróg na jakość wód powierzchniowych i podziemnych wynika między innymi z Rozporządzenia Rady Ministrów z 9.11.2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu oddziaływania na środowisko (Dz.U. nr 257, poz. 2573). Według tego Rozporządzenia autostrady i drogi ekspresowe, oraz drogi krajowe są zaliczane do inwestycji szczególnie szkodliwych dla środowiska, a więc wymagają sporządzenia ocen oddziaływania na środowisko – art. 2, pkt. 1, natomiast drogi publiczne zaliczane są do inwestycji mogących pogorszyć stan środowiska i mogą wymagać sporządzania tego typu raportów – art. 3, pkt. 1. Szczegółowe zasady odprowadzenia wód opadowych z obiektów drogowych określa Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30.05.2000 r. (Dz.U. nr 63, poz. 735). W myśl tego Rozporządzenia w art. 140, pkt. 1 podano, cyt. *„Wody opadowe z obiektu inżynierskiego w razie braku możliwości odprowadzenia do urządzeń odwadniających drogi bądź do kanalizacji ogólnospławnej, powinny być odprowadzone do zbiorników na wody opadowe”*. W pkt. 2 cytowanego artykułu podano, że zbiorniki takie powinny cyt.: *„zapewniać retencję i oczyszczanie wód opadowych”* oraz *„przechwytywać gwałtowne opady”*, a w pkt. 3 zamieszczono zapis, że w przypadku, gdy ze względu na ochronę środowiska będzie konieczne usuwanie z nich substancji ropopochodnych zbiorniki powinny być uzupełnione w dodatkowe urządzenia oczyszczające. W cytowanym Rozporządzeniu jest również mowa o możliwości retencji i oczyszczania wód opadowych w rowach trawiastych i infiltracyjnych oraz powierzchniach trawiastych – art. 141–144. W art. 145

omawianego Rozporządzenia stwierdzono, że zbiorniki do gromadzenia wód opadowych mogą być wykonane jako budowle infiltracyjne, retencyjne i odparowujące.

Podstawą obowiązujących w Polsce aktów prawnych dotyczących ochrony wód przed zanieczyszczeniem są zapisy Dyrektywy Rady Europy z 21.05.1991 r. dotyczącej oczyszczania ścieków komunalnych (91/271/EWG). Rada Wspólnot Europejskich uwzględniając fakt, że zanieczyszczenie wód w wyniku niedostatecznego oczyszczania ścieków w jednym Państwie Członkowskim często wpływa na wody innych Państw Członkowskich istnieje potrzeba zbierania ścieków, oczyszczania i odprowadzania realizowanym na poziomie wspólnotowym. W rozumieniu cytowanej Dyrektywy – art. 2, do ścieków komunalnych zalicza się ścieki bytowe lub mieszaninę ścieków bytowych z przemysłowymi i/lub wodami opadowymi. W odniesieniu do systemów kanalizacyjnych służących do odprowadzenia wód opadowych w Dyrektywie stwierdzono, że cyt. „*Projektowanie, budowę i utrzymanie systemów zbierania przeprowadza się zgodnie z najlepszą wiedzą techniczną, bez powodowania nadmiernych kosztów, szczególnie dotyczące ... ograniczenia zanieczyszczenia wód, do których odprowadzane są ścieki, powodowanego przez przelewy wód burzowych"* – zał. IA. Ze względu na to, iż w praktyce nie jest możliwe budowanie systemów kanalizacyjnych i oczyszczalni w taki sposób, żeby wszystkie ścieki były poddawane oczyszczaniu, np. podczas obfitych opadów deszczu, Państwa Członkowskie zadecydują o środkach lub metodach ograniczających zanieczyszczenie związane z przelewem wód burzowych. Środki te mogą uwzględniać szybkie, intensywne rozcieńczanie lub dobór odpowiedniego przepływu przy suchej pogodzie albo ustalenie pewnej dopuszczalnej liczby przelewów rocznie.

PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ ISTNIEJĄCYCH OBIEKTÓW DO RETENCJI I INFILTRACJI WÓD OPADOWYCH

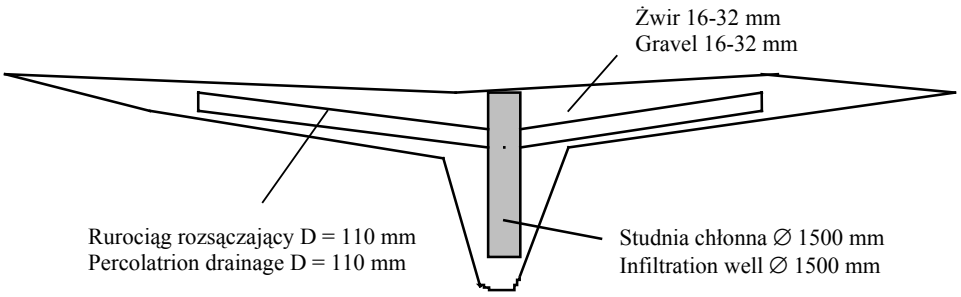
W artykule przedstawiono cztery przykłady eksploatowanych rozwiązań do seminaturalnego zagospodarowania wód opadowych z terenów zurbanizowanych. Są to obiekty zlokalizowane

w miejscowościach:

- Brzegi w powiecie Jędrzejów,
- Elizówka k/Lublina,
- Krakowie-Bieżanowie
- Targowisko k/Wieliczki.

Obiekt Brzegi (pow. jędrzejowski) powstał jako jeden z pierwszych w kraju. Jest to przykład wprowadzenia wód opadowych spływających z drogi gminnej do gruntu z wykorzystaniem infiltracji podziemnej. W lokalnym obniżeniu terenu przez który przebiega droga, okresowo po opadach deszczu gromadziła się woda utrudniając ruch pieszych i pojazdów. Przyczyna zalewania drogi

tkwiła w ogroblowaniu poboczy przez mieszkańców sąsiadujących działek, w celu uniknięcia zalewania ich posesji. Ze względu na zbyt małą powierzchnię do wsiąkania i głęboko położone zwierciadło wody gruntowej zdecydowano, że odprowadzenie wód opadowych odbywać się będzie z wykorzystaniem wsiąkania podziemnego w rowach infiltracyjnych wspomaganego rurociągiem rozsączajacym oraz studnią chłonną. Schemat zaprojektowanego i wykonanego rozwiązania przedstawiono na rysunku 1.



Rysunek 1. Schemat rowu infiltracyjnego z drenażem rozsączajacym oraz studnią chłonną
Figure 1. Scheme of infiltrating ditch with percolation drainage and infiltration well

Zaprojektowane rozwiązanie zostało wykonane w poboczu drogi. Przyjęta z obliczeń w projekcie długość rowu infiltracyjnego wraz z rurociągiem rozsączajacym wyniosła 92,10 m. Długość ta została wyznaczona dla objętości przepływu równego 1,93 $m^3 \cdot s^{-1}$ wygenerowanego przez opad o wydajności 270,05 $dm^3 \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$. Wydajność tą ustalono na podstawie formuły opracowanej przez IMGW w Warszawie przez Bogdanowicz i Stachy'ego. Do rowu infiltracyjnego odprowadzane są spływy z powierzchni zredukowanej, równej 6892 m^2, a do studni chłonnej z około 248 m^2 [Krzanowski, Wałęga 2004b].

Obiekt Elizówka k/Lublina został wykonany w celu retencjonowania i oczyszczania wód opadowych spływających z Lubelskiej Giełdy Rolno-Ogrodniczej. Zlewnia z której odpływają wody opadowe jest uszczelnionym placem o powierzchni 19,44 ha. Do ich oczyszczania zastosowano rozwiązanie polegające na wstępnym oczyszczaniu w osadniku, a następnie infiltracji do gruntu przez dno zbiornika retencyjno-infiltracyjnego [Zubala 2003]. Do podstawowych elementów oczyszczalni wchodzi: grawitacyjne sito łukowe, szczelny osadnik wód opadowych o powierzchni 0,43 ha i pojemności 3900 m^3 oraz zbiornik retencyjno-infiltracyny o powierzchni 0,60 ha i objętości 5 600 m^3. Dno i skarpy osadnika umocniono płytami żelbetowymi oraz wyłożono izolacją bentonitową. Ścieki podczyszczone w osadniku przepływają rurociągami spu-

stowymi do zbiornika retencyjno-infiltracyjnego, a w przypadku przepełnienia przez przelew bezpieczeństwa.

Omawiane rozwiązanie zostało zaprojektowane na deszcz miarodajny o prawdopodobieństwie wystąpienia p = 50% i czasie trwania 10-120 min. [Zubala 2003]. Wyniki badań właściwości fizykochemicznych wód opadowych oczyszczanych w prezentowanej oczyszczalni wykazały znacznie większe stężenia zawiesiny ogólnej i azotu amonowego w osadniku w stosunku do zbiornika retencyjno-infiltracyjnego. W przypadku azotanów i fosforu ogólnego nie stwierdzono wyraźnego zróżnicowania wartości w obu zbiornikach. Zaobserwowano natomiast wzrost wartości zanieczyszczeń organicznych (BZT_5 i ChZT) odpowiednio o 52 i 31% w zbiorniku retencyjno-infiltracyjnym w stosunku do osadnika. Wzrost ten można tłumaczyć obumieraniem roślinności zanurzonej porastającej drugi zbiornik.

Obiekt Kraków-Bieżanów zlokalizowany został na terenach należących do PKP w pobliżu wiaduktu kolejowego nad ulicą Półłanki. Przyczyną lokalizacji seminaturalnej oczyszczalni wód opadowych były występujące okresowo utrudnienia w komunikacji związane z zalewaniem ulicy Półłanki pod wiaduktem w wyniku nawalnych opadów deszczu.

W skład ciągu technologicznego omawianej oczyszczalni wchodzą:

– dwie betonowe komory zbiorczo-redukcyjne z osadnikami, zlokalizowane w rowach przydrożnych przy wiadukcie kolejowym wzdłuż ulicy Półłanki,

– kanał otwarty z ubezpieczeniem w dnie betonowymi płytami prefabrykowymi o skarpach porośniętych roślinnością trawiastą odprowadzający wody z komór zbiorczo-redukcyjnych do zbiornika,

– zbiornik retencyjno-infiltracyjny o powierzchni dna 1605 m^2 i maksymalnej pojemności 1951 m^3.

Całkowita powierzchnia odwadnianej zlewni wynosi 45 ha (w tym tereny komunikacyjne około 5 ha) i charakteryzuje się przeciętnym współczynnikiem spływu powierzchniowego Ψ = 0,175 [Krzanowski, Wałęga 2004c]. Zbiornik ten został zwymiarowany na opad deszczu wynoszący 99 mm, który trwał 2 godziny. Opad ten był zaobserwowany w dniu 9.09.1966 roku na stacji meteorologicznej Ogród Botaniczny UJ.

Zadaniem komór zbiorczo-redukcyjnych jest przechwycenie spływów opadowych z ulicy Półłanki i czasowe ich przetrzymanie. Komory te wyrównują odpływ wód do zbiornika (zmniejszają szczytowe objętości dopływu) i wstępnie je podczyszczają na drodze sedymentacji [Wałęga, Krzanowski 2008]. Właściwy proces oczyszczania zachodzi w zbiorniku retencyjno-infiltracyjnym, gdzie na drodze sedymentacji usuwane są pozostałe w ściekach zawiesiny i związane z nimi inne wskaźniki zanieczyszczeń (ChZT, związki biogenne, metale ciężkie). Doczyszczanie wód opadowych i ich odprowadzenie ze zbiornika następuje poprzez infiltrację do gruntu przez powierzchnię dna i skarp porośniętych trawą. Wyniki skuteczności pracy oczyszczalni wód opadowych w Krakowie-Bieżano-

wie zawiera tabela 1. Wskazują one wyraźnie na zachodzącą w niej redukcję zanieczyszczeń zawartych w wodach opadowych. Największą redukcję zaobserwowano w przypadku BZT_5 (89,4%) i kadmu (87,0%), a najniższą w przypadku zawiesiny ogólnej (42,3%). Ponadto analiza statystyczna wykazała, że stężenia zawiesiny ogólnej w odpływie ze zbiornika spełniają dopuszczalne wymagania podane w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 24.07.2006 r. (Dz.U. nr 137, poz.984) przez 76% czasu badań, czyli odnosząc te wyniki do okresu rocznego przez 277 dni.

Tabela 1. Średnie stężenia i efekty redukcji wybranych wskaźników zanieczyszczeń w oczyszczalni wód opadowych w Krakowie-Bieżanowie [Wałęga 2005]
Table 1. Mean concentrations and reduction effects of chosen pollution indexes in the stormsewages treatment plant in Krakow-Biezanow [Wałęga 2005]

Wskaźnik zanieczyszczenia Pollut indicator	Średnie koncentracje [mg·dm^{-3}] /Average concentrations				Redukcja ogółem [%] Reduction
	Komora 1 Chamber 1	Komora 2 Chamber 2	Zbiornik Reservoir	Piezometr Piesometer	
BZT_5/BOD_5	27,79	20,24	8,72	2,94	89,4
ChZT/COD	305,32	236,53	123,6	100,23	67,2
Zawiesina ogólna/ Total suspended solids	106,5	64,2	103,08	61,49	42,3
Chlorki/Chlorides	786,05	461,13	146,75	129,1	83,6
Kadm/Cadmium	0,001	0,001	0,00022	0,00013	87,0
Ołów/Lead	0,02	0,026	0,0043	0,01	50,0

Obiekt Targowisko k/Wieliczki powstał jako jeden z wielu tego typu obiektów w związku z przebudową drogi szybkiego ruchu nr 4 na odcinku Wieliczka-Targowisko polegającą na wzmocnieniu konstrukcji jej nawierzchni do obciążenia 115 kN/oś. Mając na uwadze obowiązujące przepisy prawne w celu odprowadzenia i oczyszczania spływów opadowych z drogi krajowej nr 4 na odcinku Wieliczka-Targowisko na etapie projektowania przyjęto następujące urządzenia: osadniki szlamowe, koalescencyjne separatory olejów i benzyn, zbiorniki retencyjno-oczyszczajace i odparowujące wraz z wyposażeniem dodatkowym jak osadniki i studzienki w rowach odwadniających [Projekt… 2003].

Skuteczność pracy oczyszczalni wód opadowych z drogi nr 4 jest wysoka w przypadku BZT_5 i chlorków. Ogólna redukcja tych wskaźników wyniosła odpowiednio 68,4 i 85,1%, natomiast po separatorze kształtuje się na poziomie 76,2% dla BZT_5 i 83,4% w przypadku chlorków. W omawianej oczyszczalni zanotowano stosunkowo niewielką redukcję ChZT (36,9%) i niecą większą po samym separatorze (45,9%). Zaobserwowano natomiast znaczny przyrost stężeń zawiesiny na odpływie ze zbiornika wynoszący 257,1% w stosunku do próbek pobranych na wlocie do separatora. Wyraźnie natomiast daje się zauważyć wpływ separatora na redukcję substancji oleistych. Stężenie ekstraktu eterowego

w próbie ścieków pobranych ze zbiornika po separatorze wynoszące 0,2 $mg \cdot dm^{-3}$ było niższe o 98,8% w stosunku do jego koncentracji przed separatorem, które wynosiło 17,4 $mg \cdot dm^{-3}$ [badania własne].

WNIOSKI KOŃCOWE

Na podstawie przestudiowanych aktów prawnych oraz przedstawionych przykładowych rozwiązań pozwalających na zagospodarowanie wód opadowych można sformułować następujące wnioski:

– problem wód opadowych i roztopowych jest szeroko omawiany w większości aktów prawnych dotyczących ochrony środowiska,

– podstawowymi aktami prawnymi mówiącymi o możliwościach zagospodarowania i standardach jakościowych wód opadowych jest Ustawa Prawo Wodne z dnia 18.07.2001 r. i Rozporządzenie Ministra Środowiska w dnia 24.07.2006 r. w sprawie warunków jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego.,

– do jednych z najbardziej uciążliwych dla środowiska należą wody opadowe i roztopowe odprowadzane z terenów komunikacyjnych. Obciążone są one znacznymi koncentracjami zawiesin ogólnych, ChZT, chlorków, metali ciężkich i substancji oleistych i ropopochodnych. Stąd wynika potrzeba ich szczególnie starannego oczyszczania przed wprowadzaniem do odbiornika,

– jako alternatywne rozwiązania służące odprowadzeniu wód opadowych w stosunku do tradycyjnej kanalizacji należy uznać urządzenia do ich retencji i infiltracji do gruntu. Przyczyniają się one z jednej strony do poprawy pod względem ilościowym składników bilansu wodnego zlewni zurbanizowanej, a z drugiej umożliwiają w wysokim stopniu ich oczyszczenie.

BIBLIOGRAFIA

Brzezińska A. *Oczyszczalne ścieków ogólnospławnych pogody mokrej (na przykładzie Grupowej Oczyszczalni Ścieków Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej)*. Mat. XII Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej z cyklu: „Problemy gospodarki wodno-ściekowej w regionach rolniczo-przemysłowych", Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, 30, 2005, Białowieża, s. 593–613.

Krzanowski S., Wałęga A. *Surface and underground waters protection against contaminants in storm sewage from urban areas.* Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, ser. Environmental Development, 7, 2, 2004a.

Krzanowski S., Wałęga A. *Możliwość likwidacji lokalnego zastoiska wody opadowej poprzez wykorzystanie infiltracji podziemnej*. Acta Agrophisica, 3 (1), 2004b, Lublin, 87–97.

Krzanowski S., Wałęga A. *Wstępna ocena skuteczności oczyszczania wód opadowych z terenów zurbanizowanych w zbiorniku retencyjno-infiltracyjnym*. Mat. I Konf. nt. „Ochrona Środowiska. Zapobieganie Zanieczyszczeniu. Promocja Nauki w Kontekście Ekologii", Fundacja "Swingtherm", 2004c, Kraków, 83–95.

Osmulska-Mróz B. *Ochrona wód w otoczeniu tras samochodowych.* Mat. VII Ogólnopolskiego Seminarium Naukowo-Technicznego nt. „Ochrona jakości i zasobów wód, Zasady racjonalnej gospodarki wodą". Zakopane, 1996, październik, 159–166.

Projekt wykonawczy zamienny. Urządzenia oczyszczające wody opadowe. Transprojekt – Kraków Sp. z o.o. 2003.

Wałęga A. *Wykorzystanie stawu retencyjno-infiltracyjnego do oczyszczania i odprowadzania wód opadowych z terenów zurbanizowanych*. Praca doktorska, 2005, maszynopis.

Wałęga A., Krzanowski S. *Znaczenie procesu sedymentacji w oczyszczaniu wód opadowych z terenów zurbanizowanych*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 2, 2008, 169–178.

Zubala T. *Oczyszczanie wód opadowych odpływających z giełdy rolno-ogrodniczej*. Acta Scientiarum Polonorum, Formatio Circumiectus 2 (2), 2003, 81–91.

Cytowane akty prawne:

Dyrektywa Rady Europy z dnia 21.05.1991 r. dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych (91/271/EWG),

Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30.05.2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz.U. nr 63, poz. 735),

Ustawa Prawo Ochrony Środowiska z dnia 27.04.2001 r. (Dz.U. nr 62, poz. 627),

Ustawa o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzeniu ścieków z dnia 7.06.2001 r. (Dz.U. nr 72, poz. 747),

Ustawa Prawo Wodne z dnia 18.07.2001 r. (Dz.U. nr 115, poz. 1229),

Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z dnia 27.03.2003 r. (Dz.U. nr 80, poz. 717),

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24.07.2006 r. w sprawie warunków jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. nr 137, poz. 984),

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9.11.2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu oddziaływania na środowisko (Dz.U. nr 257, poz. 2573).

Dr inż. Wałęga Andrzej,
Dr inż. Chmielowski Krzysztof,
Dr inż. Miernik Włodzimierz
Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków
e-mail: awalega@ar.krakow.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Stanisław Czaban*