

dr inż. Wojciech Zwara
EKOL-UNICON Sp. z o.o., ul. Równa 2, 80-067 Gdańsk
tel. (58) 306-56-78
e-mail: wojciechzwara@ekol-unicon.com.pl

OCZYSZCZANIE WÓD OPADOWYCH W INFRASTRUKTURZE DROGOWEJ

Jednym z podstawowych wymogów przystąpienia Polski do Unii Europejskiej jest dostosowanie krajowych przepisów prawnych dotyczących polityki ekologicznej, zarządzania środowiskiem i gospodarki wodnej do wymagań określonych w dyrektywach Unii. Wprowadzane i nowelizowane przepisy powodują zmiany w podejściu m.in. do rozwiązywania problemów oczyszczania wód opadowych. Szeroki zakres rozwiązań mogących znaleźć zastosowanie w tej tematyce powoduje, że wybór sposobu oczyszczania wód opadowych powinien być efektem indywidualnej analizy techniczno-ekonomicznej.

Podstawowym aktem prawnym wprowadzonym w ww. celu jest obowiązująca od 1 października 2001 ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 Prawo ochrony środowiska, która określa standardy jakości środowiska oraz nakłada obowiązek kontroli ich osiągania, a także podejmowania działań służących ich nieprzekraczaniu lub przywracaniu. W odniesieniu do szczegółowych zasad ochrony wód w tej ustawie odwołano się do przepisów Prawa wodnego.

Ustawa z 18 lipca 2001 Prawo wodne, obowiązująca od 1 stycznia 2002, reguluje gospodarowanie zasobami wodnymi, a w szczególności kształtowanie i ochronę zasobów wodnych, korzystanie z wód oraz zarządzanie zasobami wodnymi, zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju. Zarządzanie zasobami wodnymi ma służyć zaspokajaniu potrzeb ludności, gospodarki, ochronie wód i środowiska związanego z tymi zasobami, a w szczególności w zakresie ochrony zasobów wodnych przed zanieczyszczeniem, utrzymywania lub poprawy stanu ekosystemów wodnych i od wody zależnych.

Prawo ochrony środowiska i Prawo wodne ściekami określają m.in. wprowadzane do wód lub do ziemi wody opadowe lub roztopowe, ujęte w systemy kanalizacyjne, pochodzące z powierzchni zanieczyszczonych, w tym z centrów miast, terenów przemysłowych i składowych, baz transportowych oraz dróg i parkingów o trwałej nawierzchni. Wprowadzanie wód opadowych lub roztopowych z dróg i parkingów do wód powierzchniowych lub do ziemi wymaga więc uzyskania pozwolenia wodnoprawnego, natomiast przy odprowadzaniu do urządzeń kanalizacyjnych odbywa się na podstawie umowy zawartej z właścicielem lub wskazanym przez niego użytkownikiem tych urządzeń.

Szczegółowe warunki wprowadzania ścieków, w tym wód opadowych i roztopowych, zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 29 listopada 2002.

Na podstawie tego rozporządzenia wody opadowe i roztopowe ujęte w szczelne, otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne:

- 1) z powierzchni szczelnej terenów przemysłowych, składowych, baz transportowych, portów, centrów miast, dróg ekspresowych, dróg krajowych i wojewódzkich oraz parkingów o natężeniu odpływu co najmniej 15 l na sekundę, na 1 hektar powierzchni szczelnej,

- 2) z powierzchni szczelnej obiektów magazynowania i dystrybucji paliw o natężeniu odpływu wyższym od spowodowanego opadem o częstotliwości występowania jeden raz w roku i czasie trwania 15 minut
- powinny być oczyszczone przed wprowadzeniem do wód lub do ziemi w taki sposób, aby w odpływie zawartość zawiesin ogólnych nie była większa niż 100 mg/l, a substancji ropopochodnych – nie większa niż 15 mg/l.

W normie PN-S-02204 Drogi samochodowe – Odwodnienia dróg, podobnie jak w ww. rozporządzeniu, jako miarodajny przepływ służący do wymiarowania oczyszczalni wód opadowych podano odpływ z opadów o natężeniu 15 dm³/s/ha.

Poza wymienionymi aktami prawnymi zagadnienia związane z gospodarką wodno-ściekową w infrastrukturze drogowej zostały omówione w następujących ustawach i rozporządzeniach (Siarkiewicz, 2003; Biernacki, 2003):

- Ustawa z 7.07.1994 Prawo budowlane normująca działalność obejmującą projektowanie, budowę, utrzymanie i rozbiórkę obiektów budowlanych w tym m.in. dróg, mostów, zbiorników i oczyszczalni ścieków,
- Ustawa z 21.02.1985 o drogach publicznych nakazująca zarządom dróg m.in. przeciwdziałanie niekorzystnym przeobrażeniom środowiska mogącym powstać lub powstającym w następstwie budowy lub utrzymania dróg,
- Ustawa z 27.04.2001 o odpadach określająca zasady postępowania z odpadami w sposób zapewniający ochronę życia i zdrowia ludzi oraz ochronę środowiska zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, minimalizowaniu ich negatywnego oddziaływania na środowisko, a także odzysku lub unieszkodliwianiu odpadów.
- Ustawa z 7.06.2001 o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków podająca zasady i warunki zbiorowego zaopatrzenia w wodę oraz zbiorowego odprowadzania ścieków, biorąc pod uwagę m.in. ochronę wód, do których odprowadzane są ścieki komunalne, przed zanieczyszczeniem, a w szczególności spełnienie wymagań jakościowych odnoszących się do tych wód,
- Rozporządzenie Rady Ministrów z 24.09.2002 w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych kryteriów związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięć do sporządzania raportu oddziaływania na środowisko. Sporządzenie raportu jest wymagane m.in. w przypadku budowy autostrad lub dróg ekspresowych, pozostałych dróg krajowych o długości nie mniejszej niż 10 km oraz innych dróg publicznych o nie mniej niż czterech pasach ruchu i długości nie mniejszej niż 10 km, a może być wymagane m.in. w odniesieniu do budowy lub eksploatacji dróg publicznych o nawierzchni utwardzonej o długości nie mniejszej niż 1 km, drogowych przejść granicznych, stacji paliw, stacji obsługi lub stacji remontowych środków transportu,
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2.03.1999 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie, Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 30.05.2000 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie oraz Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 16.01.2002 w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących autostrad płatnych nakazujące spełnienie wymagań ochrony środowiska, w tym ochronę wód i gleby przed zanieczyszczeniami
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 17.11.2000 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych, rurociągi dalekosiężne do transportu ropy naftowej i produktów naftowych i ich usytuowanie określające m.in. warunki odprowadzania ścieków ze stacji paliw płynnych

Zanieczyszczenia występujące w wodach opadowych.

Przy wykonywaniu projektów systemów odwadniania dróg i obiektów im towarzyszących, projektów oczyszczalni wód opadowych konieczna jest znajomość wskaźników jakościowych wód opadowych i roztopowych oraz wymogów dotyczących jakości wód odprowadzanych do odbiornika. Głównymi wskaźnikami zanieczyszczenia spływów opadowych z dróg oraz obiektów im towarzyszących są:

- stężenie zawiesiny
- chemiczne zapotrzebowanie na tlen (ChZT)
- stężenia metali ciężkich
- stężenia substancji ekstrahujących się eterem naftowym (SEEN)
- stężenia substancji ropopochodnych
- stężenia chlorków

W tabeli 1 podano zakresy i wartości średnie stężeń poszczególnych zanieczyszczeń w zależności od rodzaju zlewni .

TABELA 1. Zestawienie parametrów statystycznych wskaźników zanieczyszczenia spływów opadowych i roztopowych w różnych rodzajach zlewni (Sawicka-Siarkiewicz, 2003)

Lp	Rodzaj zlewni	Wartości zanieczyszczeń									
		ChZT [mgO ₂ /l]		Stężenie zawiesiny [mg/l]		Stężenie SEEN [mg/l]		Stężenie substancji ropopochodnych [mg/l]		Stężenie chlorków [mg/l]	
		zakres	średnie	zakres	średnie	zakres	średnie	zakres	średnie	zakres	średnie
1.	trasy szybkiego ruchu - opad	14,7-701,9	157,3	18,2-806,4	164,6	5,3-25,1	12,8	b.d.*	b.d.	b.d.	b.d.
2.	trasy szybkiego ruchu – roztopy	155,0-29237,2	5537,2	119,2-6224,4	1923,8	7,5-156,0	48,6	b.d.	b.d.	10,6-38431,8	7425,8
3.	ulice – opad	120,0-1140,0	420,0	61,5-2238,0	477,2	1,1-114,9	30,4	0,6-2,4	1,2	b.d.	b.d.
4.	ulice – roztopy	746,0-1210,0	1272,3	794,0-2285,0	2248,9	3,9-30	17,0	3,7-19,0	11,4	8850,0-27000,0	9967,1
5.	ulice – śnieg	1360,0-6160,0	3560,0	2140,0-11118,0	4842,0	57,6-245,2	151,9	b.d.	b.d.	2700,0-11850,0	6337,0
6.	stacje paliw – opad	53,0-4250,0	656,7	20,0-1035,0	239,4	0,3-115,0	30,5	0,3-92,5	20,3	b.d.	b.d.
7.	stacje paliw – roztopy	b.d.	4250,0	b.d.	5310,0	b.d.	103,4	b.d.	82,1	b.d.	b.d.
8.	parkingi – opad	16,0-337,0	191,7	41,6-716,0	84,6	2,1-3,4	2,3	1,2-2,2	1,7	b.d.	b.d.
9.	parkingi – deszcz i roztopy, śnieg	96,0-3760,0	698,0	95,0-6814,0	1048,6	8,2-200,0	21,2	b.d.	3,3	9,5-3320,0	692,3
10.	dachy – opad	6,4-200,0	53,4	2,1-290,0	31,7	0,5-2,4	1,2	0,3-1,9	0,9	b.d.	b.d.
11.	dachy – deszcz i roztopy	b.d.	82,0	b.d.	38,0	b.d.	1,5	b.d.	1,1	b.d.	b.d.

* b.d. - brak danych

Na podstawie wyników badań można stwierdzić, że najistotniejszym zanieczyszczeniem wód opadowych jest zawiesina ogólna, której stężenie przekracza nawet ponad stukrotnie wartość dopuszczalną określoną w rozporządzeniu Ministra Środowiska z 29.11.2002. Zanotowano również bardzo wysokie wartości ChZT oraz stężenia chlorków, których obecność wynikała ze stosowania środków odladzających. W wyniku następowała akumulacji w okresie zimowym zanieczyszczeń w zalegającym śniegu stężenia zanieczyszczeń wód wzrastały w czasie roztopów.

Określenie jakości wód opadowych odprowadzanych ze zlewni oraz dopuszczalnych stężeń zanieczyszczeń na wylocie do odbiornika umożliwia wybór metody oczyszczania wód.

W tabeli 2 przedstawiono metody oczyszczania i ograniczania charakterystycznych zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych z dróg i obiektów towarzyszących.

TABELA 2. Metody oczyszczania i ograniczania charakterystycznych zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych z dróg i obiektów towarzyszących.

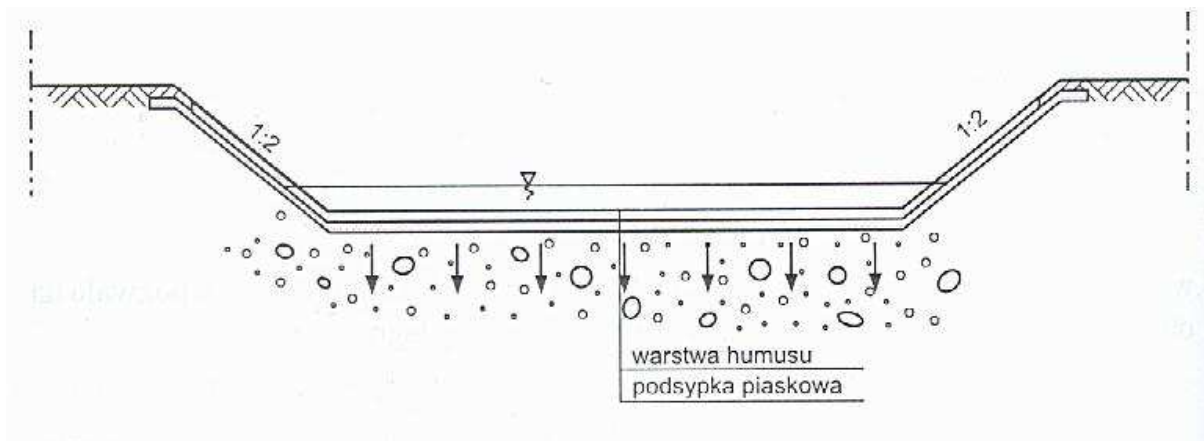
Wskaźnik	Metody ograniczania	Metody oczyszczania
Stężenie zawiesiny ogólnej	- odpowiednie utrzymanie nawierzchni zlewni (czyszczenie) - ograniczenie zjawiska erozji przy pracach remontowych - kontrola przewozu i składowania materiałów sypkich	- sedimentacja - filtracja
Stężenie substancji ropopochodnych	- odpowiednie utrzymanie nawierzchni zlewni (czyszczenie) - kontrola stanu technicznego pojazdów - bezpieczeństwo ruchu (minimalizacja katastrof drogowych) - stosowanie zabezpieczeń przed zrzutami awaryjnymi	- flotacja - filtracja - procesy biologiczne - adsorpcja
ChZT	- odpowiednie utrzymanie nawierzchni zlewni (czyszczenie)	- usunięcie zawiesiny i substancji ropopochodnych - procesy biologiczne
Stężenie chlorków	- ograniczenie stosowania środków zawierających chlorki - przestrzeganie przepisów zimowego utrzymania dróg - usuwanie śniegu z poboczy dróg	

Usuwanie zawiesiny.

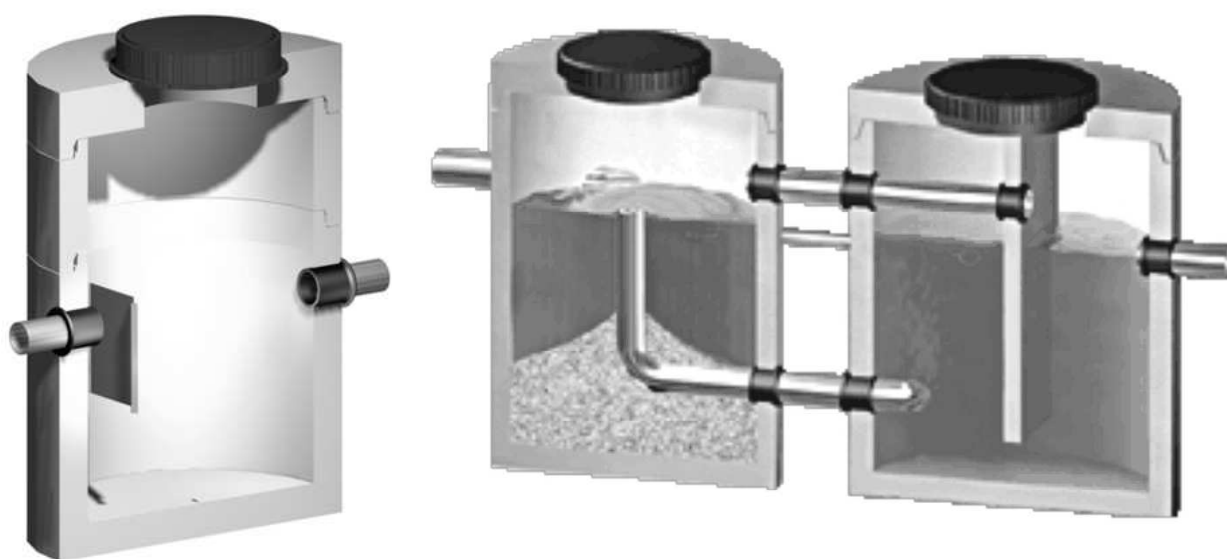
W celu zabezpieczenia środowiska przed zrzutami zanieczyszczeń, głównie zawiesiny, spłukiwanych z dróg zalecane jest stosowanie następujących urządzeń:

- zbiorniki retencyjno-infiltracyjne
- zbiorniki infiltracyjne (rys. 1)
- rowy infiltracyjne
- rowy trawiaste lub powierzchni trawiaste
- piaskowniki, osadniki (rys. 2)

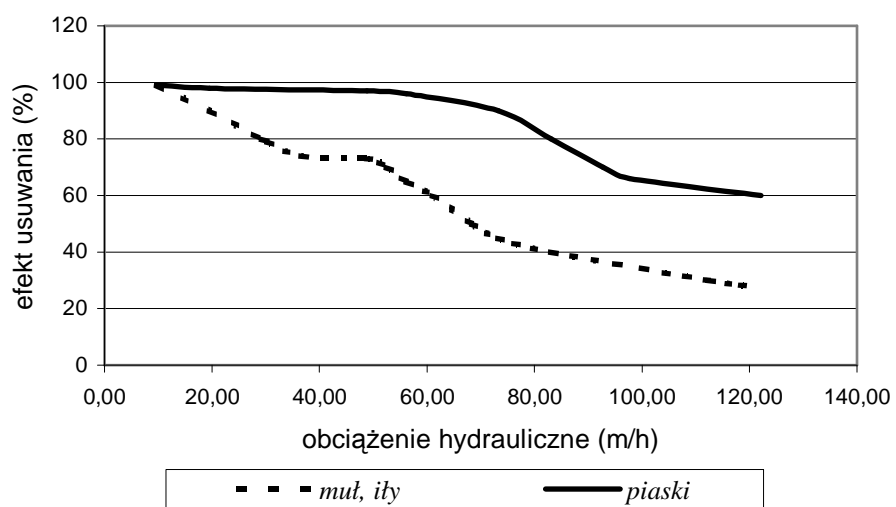
Infiltracja wpływa korzystnie na bilans wody w danym terenie (zmniejsza negatywny wpływ uszczelnienia powierzchni), a także umożliwia podczyszczanie wód opadowych w górnej warstwie gruntu. Z tego powodu obiekty wykorzystujące zasadę infiltracji powierzchniowej i podpowierzchniowej znajdują coraz szersze zastosowanie w systemach odprowadzających wody opadowe z dróg i obiektów im towarzyszących. Na terenach zurbanizowanych i obiektach towarzyszących drogom najczęściej stosowanymi urządzeniami służącymi do oczyszczania wód z zawiesiny są różnego rodzaju piaskowniki i osadniki. W grupie tych urządzeń mieszczą się również osadniki wirowe (rys. 2). Urządzenia te wykorzystują, pojawiającą się w wyniku odpowiedniego ukształtowania wlotu, siłę odśrodkową do zwiększenia skuteczności rozdziału zawiesiny ze ścieków. Redukcję stężenia zawiesiny o 70-80% uzyskuje się przy obciążeniu ok. 70 m/h (rys. 3), co umożliwia 5-10-krotne zmniejszenie powierzchni urządzenia w porównaniu z typowymi osadnikami i piaskownikami.



Rys. 1. Schemat zbiornika infiltracyjnego



Rys. 2. Studnia osadnikowa, osadnik wirowy



Rys. 3. Wykres skuteczności zatrzymywania zawiesiny w osadnikach wirowych V2
Usuwanie zanieczyszczeń ropopochodnych.

Urządzenia do usuwania substancji olejowych pochodzenia mineralnego z wód opadowych podzielone zostały w normie PN-EN 858-1:2002 na dwie grupy:

- separatory klasy I (skuteczność oczyszczania w warunkach laboratoryjnych >99,88%)
- separatory klasy II (skuteczność >97,6%)

Działanie separatorów klasy II polega na flotacji grawitacyjnej zanieczyszczeń lekkich (średnica kropli $\geq 100 \mu\text{m}$) i gromadzeniu ich na powierzchni wody. W niektórych rozwiązaniach (rys. 4) zwiększoną efektywność uzyskuje się poprzez wprowadzenie dodatkowego wyposażenia np. pakietów lamelowych.

W separatorach klasy I (rys. 5) rozdział grawitacyjny wspomagany jest najczęściej procesem koalescencji który zachodzi przy wykorzystaniu:

- wkładów koalescencyjnych, wykonanej z mat lub pianek filtracyjnych
- zagęszczonych pakietów lamelowych
- rozwiązań umożliwiających koalescencję hydrodynamiczną

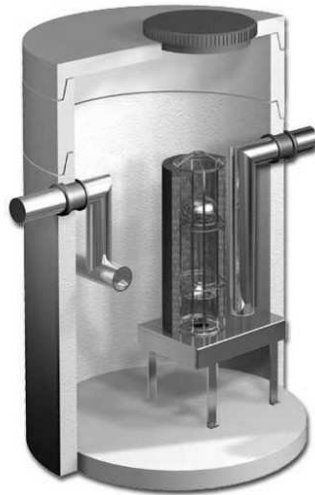
Wykorzystanie zjawiska koalescencji umożliwia usunięcie z wód zanieczyszczeń lekkich o średnicy kropli $\geq 20 \mu\text{m}$) Separatory współpracują z poprzedzającymi je osadnikami lub występują w postaci zintegrowanej – w jednym zbiorniku. Podstawowe układy oczyszczania wód opadowych obejmują:

- osadnik, separator klasy I,
- osadnik, separator klasy II,
- osadnik, separator klasy II, separator klasy I

Końcowe podczyszczenie wód może być prowadzone w filtrach, których wypełnienie stanowi koks, węgiel aktywny, diatomit lub inny materiał sorpcyjny.



Rys. 4. Separator klasy II z wkładem lamelowym



Rys. 5. Separator klasy I

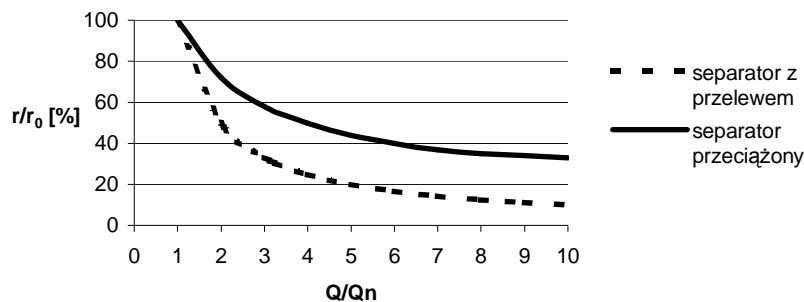
Przelewy.

W rozporządzeniu Ministra Środowiska z 29.11.2002 w par.20 p.2 wprowadzony został zapis nakazujący stosowanie przelewów przed urządzeniami do oczyszczania wód opadowych. Przelewy mają umożliwić bezpośrednie odprowadzenie nadmiaru wód opadowych do odbiornika, z pominięciem układu oczyszczania.

W odniesieniu do ochrony środowiska odprowadzenie części strumienia ścieków przelewem jest celowe i uzasadnione wtedy, gdy spełniony jest jeden z poniższych warunków:

- poziom zanieczyszczenia ścieków przy dużych natężeniach ich przepływu staje się na tyle niski, że można zaakceptować ich bezpośredni zrzut do odbiornika
- oczyszczanie całego strumienia dawałoby gorszy stopień redukcji zanieczyszczeń niż efektywny stopień redukcji, wynikający z oczyszczania części ścieków oraz zrzutu pozostałej ich ilości bez oczyszczania (Sawicki, 2003).

W czasie intensywnych opadów pierwszy warunek jest zwykle spełniony po przejściu pierwszej fali spływu, spłukującej z powierzchni zanieczyszczenia. Jednak związane z wysoką intensywnością opadów podwyższone stężenie zanieczyszczeń występuje w dłuższym czasie wynikającym z czasu spływu wód i retencji kanałowej, również przy przepływach maksymalnych. Analiza hydrauliczna układów oczyszczania wód opadowych przeprowadzona przez Sawickiego (2003) wykazała, że korzystniejszym rozwiązaniem jest przeciążenie hydrauliczne urządzeń niż stosowanie przelewów umożliwiających odprowadzanie nieoczyszczonych wód opadowych bezpośrednio do odbiornika (rys. 6).



Rys. 6. Wpływ obciążenia separatora na stopień redukcji stężenia zanieczyszczeń (Sawicki, 2003).

Wobec powyższego celem stosowania przelewów może być:

- ograniczenie wielkości urządzeń oczyszczających wody opadowe (ograniczenie kosztów inwestycyjnych),
- zabezpieczenie urządzeń przed przeciążeniami hydraulicznymi i ewentualnymi uszkodzeniami wynikającymi z tych przeciążeń,
- zabezpieczenie odbiorników przed awaryjnym zrzutem zanieczyszczeń zgromadzonych w urządzeniach, jeżeli urządzenia nie gwarantują oddzielenia strumienia przepływających wód i wydzielonych zanieczyszczeń.

Ze względu na dostępność na rynku rozwiązań przystosowanych do działania w warunkach zmiennego obciążenia hydraulicznego, analiza kosztów inwestycyjnych w większości przypadków nie potwierdza zasadności stosowania przelewów. Przy odpowiednim przystosowaniu budowy urządzeń możliwe jest zagwarantowanie bezpieczeństwa tych konstrukcji, jak również zatrzymania zanieczyszczeń wydzielonych z wód opadowych i zgromadzonych w urządzeniach nawet w przypadku przeciążenia hydraulicznego i/lub podwyższonego poziomu zwierciadła wód w systemie kanalizacyjnym. Niemniej, wybór systemu oczyszczania wód opadowych należy każdorazowo rozpatrywać indywidualnie w zależności od warunków i wymogów lokalnych.

W celu spełnienia wymogu stosowania przelewów, w niektórych rozwiązaniach technicznych osadników i separatorów do oczyszczania wód opadowych stosowane są przelewy (tzw. by-passy) wewnętrzne lub zewnętrzne. Najczęściej elementy te mają charakter przewodu obejściowego, którego wlot umieszczony jest w pobliżu wlotu do urządzenia, a wody opadowe odprowadzane są przelewem zwykle po osiągnięciu założonego poziomu ich zwierciadła. Rozwiązanie takie, bez doposażenia ich w regulatory przepływu, nie gwarantuje skutecznego rozdziału ścieków, tzn. takiego, który kierowałby do oczyszczenia założoną ilość ścieków (odpowiadającą natężeniom opadów podanym w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 29.11.2002), natomiast po przekroczeniu założonej ilości – nadmiar kierował do obejścia. Może to prowadzić do:

- uruchomienia obejścia przy dopływie wód niższym od założonego,
 - doprowadzenia do urządzeń wód w ilościach wyższych niż założone, a więc grożących przeciążeniem hydraulicznym urządzeń,
- co stoi w sprzeczności z ww. rozporządzeniem.

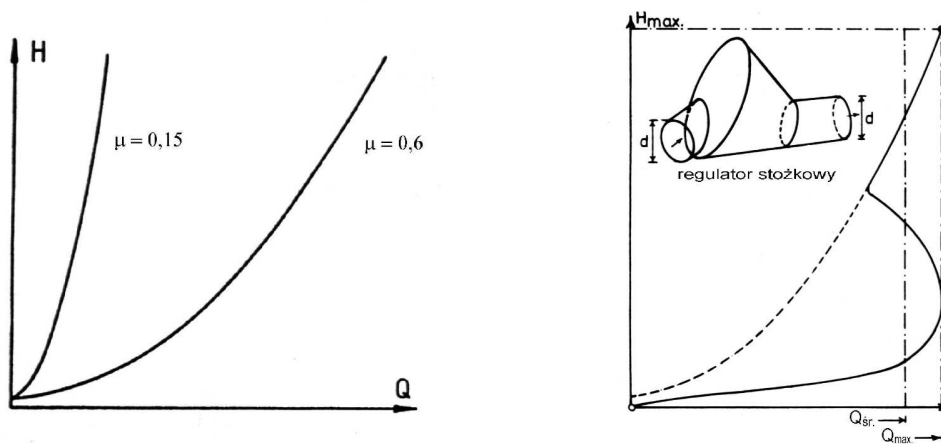
Regulatory przepływu

Do początku lat 90 ubiegłego wieku sposoby regulacji przepływów wód i ścieków w systemach kanalizacyjnych opierały się na zasadzie zmniejszenia przekroju przepływu. Zmniejszenie przekroju przepływu mogło spowodować kłopoty eksploatacyjne wynikające z zatykania się urządzeń regulacyjnych, a także, powodując retencjonowanie ścieków przy przepływach mniejszych niż dopuszczalny odpływ, wpływało na mało skuteczne odprowadzanie wód.

Na początku lat 90. pojawiły się w Polsce proste i skuteczniejsze od typowych rozwiązań regulatory przepływu. Konstrukcję jednego z takich urządzeń przedstawiono na rysunku 7. Nowoczesne rozwiązania nie zmniejszają przekroju przepływu, a regulacja przepływu wynika z pojawiania się oporów przepływu (np. poprzez wymuszenie ruchu wirowego w urządzeniu) w momencie osiągnięcia przepływów dopuszczalnych. Dzięki swojej specyfice dużo skuteczniej odprowadzają wody do odbiornika (rys. 8). Średni przepływ przez regulator nowej generacji jest o 30-50% wyższy niż przez typowe urządzenia dławiące, stąd pojemność retencyjna współpracującego zbiornika może być o ok. 20-30% mniejsza.



Rys. 7. Regulator przepływu.



Rys. 8. Zestawienie charakterystyki hydraulicznej urządzenia dławiącego i regulatora przepływu.

Urządzenia do retencji wód.

Urządzenia retencyjne umożliwiają okresowe gromadzenie wód opadowych i stopniowe ich odprowadzanie do odbiorników. Przy korzystnych warunkach gruntowowodnych w urządzeniach retencyjnych do odprowadzenia wód lub ich części można wykorzystać infiltrację. Systemy retencyjne lokalizowane są przeważnie w pobliżu odbiorników i zlewni, z której odprowadzane są wody opadowe. Urządzenia ze względu na konstrukcję i zasadę działania można podzielić na:

- stawy (obsadzone hydrofitami),
- zbiorniki retencyjne,
- zbiorniki retencyjno-filtracyjne,
- niecki filtracyjne,
- zbiorniki odparowujące,

Wybór konkretnego typu urządzenia zależy głównie od warunków lokalnych. Należy jednak zwrócić uwagę, że na podstawie doświadczeń eksploatacyjnych, że zbiorniki odparowujące w naszym klimacie powinny być stosowane w ostateczności, kiedy nie ma innych możliwości odprowadzenia wód.

Usuwanie zanieczyszczeń organicznych i innych.

W niektórych przypadkach dla zapewnienia odpowiedniej klasy czystości wód może okazać się konieczne oczyszczanie spływów powierzchniowych trafiających do odbiornika z

substancji organicznej, biogenicznych, zanieczyszczeń sanitarnych i in. W ochronie wód przed spływami powierzchniowymi z terenów nieskanalizowanych stosowane mogą być metody wykorzystujące zjawiska zachodzące w naturalnych ekosystemach bagiennych, w których wysoki efekt oczyszczania wód jest wynikiem współdziałania kompleksu zjawisk fizycznych, procesów chemicznych i biochemicznych wywołanych aktywnością ich bogatej biocenozy - od mikroorganizmów (bakterie, grzyby, pierwotniaki) po wyższą roślinność wodną i wodolubną (hydrofity).

Urządzenia hydrofitowe można podzielić na:

- buforowe strefy roślinne, zakładane w postaci pasów obsadzonych odpowiednimi gatunkami drzew, krzewów, traw lub roślinności wodnej,
- filtry wegetacyjne,
- zbiorniki i stawy retencyjne,
- stawy retencyjno-filtracyjne (Osmólska-Mróz i Sadkowski, 1993).

W sztucznie zbudowanych systemach naśladujących warunki bagienne (Constructed Wetlands) zachodzą następujące zjawiska i procesy:

- sedymentacja, filtracja i sorpcja zawieszin i organizmów patogennych,
- tlenowy i beztlenowy rozkład materii organicznej przez mikroorganizmy,
- mikrobiologiczne przemiany związków azotowych (nityfikacja i denityfikacja),
- sorpcję fosforu wskutek reakcji chemicznych z mineralnymi składnikami podłoża,
- pobieranie związków biogennych i metali ciężkich przez rośliny,
- niszczenie organizmów patogennych przez naturalne promieniowanie ultrafioletowe oraz antybiotyki wydzielane przez korzenie roślin,
- zmniejszenie objętości zanieczyszczonego medium przez bardzo intensywne parowanie.

Bogata szata roślinna łagodzi wpływy warunków atmosferycznych, absorbuje energię padającego deszczu, obniża szybkość spływu powierzchniowego i działa jak filtr zatrzymując zawieszinę. Strefa korzeniowa roślin stwarza dogodne warunki do rozwoju mikroorganizmów i podtrzymuje cząstki gleby zmniejszając zjawisko erozji.

PODSUMOWANIE

W przepisach dotyczących wód opadowych, a w szczególności w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 29.11.2002 znalazły się wytyczne do wyboru systemu oczyszczania tych wód. Niestety, niektóre zapisy, np. o konieczności stosowania przelewów przed urządzeniami oczyszczającymi wody opadowe, narzucają stosowanie rozwiązań, które nie znajdują uzasadnienia ekologicznego ani ekonomicznego. Mając do dyspozycji szereg wymienionych w niniejszej pracy rozwiązań technicznych oczyszczania ścieków (urządzenia oraz obiekty naturalne) oraz mogąc wspomagać te rozwiązania systemem retencji możliwa jest optymalizacja pod względem ekologiczno-ekonomicznym systemów oczyszczania wód opadowych w infrastrukturze drogowej. Podstawowym warunkiem jest jednak, zdaniem autora, wysoki poziom odpowiedzialności na etapie projektowania i wykonawstwa tego typu obiektów.

STRESZCZENIE

W artykule omówiono zagadnienia prawne i techniczne związane z gospodarowaniem wodami opadowymi występującymi w infrastrukturze drogowej. W pracy podano informacje nt. przepisów prawnych dotyczących oczyszczania wód opadowych. Omówiono również rodzaje zanieczyszczeń występujące w wodach opadowych i metody ich usuwania. Poruszono

również tematyka retencji wód opadowych i regulacji przepływów w systemach kanalizacji deszczowej. Podjęto również dyskusję nt. zasadności wymogu stosowania przelewów w systemach kanalizacji burzowej.

PIŚMIENNICTWO

Biernacki M., 2003. Odwodnienia drogowe – zagadnienia prawne. Materiały Seminarium Szkoleniowego „Odwodnienia drogowe ze szczególnym uwzględnieniem dróg szybkiego ruchu i autostrad”, Centrum Edukacji „ALIAS”, Poznań, 2003, ss. 9

Osmólska-Mróz B., Sadkowski K., 1993. Ochrona wód w otoczeniu dróg. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych „Zasady ochrony środowiska w projektowaniu, budowie i utrzymaniu dróg”, Dział 07, Warszawa, ss.58.

Sawicka-Siarkiewicz H., 2003. Ograniczanie zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych z dróg, IOŚ, Warszawa 2003, ss. 209

Sawicki J.M., 2003. Wpływ przelewów burzowych na efektywność oczyszczania ścieków, Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 7-8/2003, 257-259.

PRZEPISY PRAWNE

Ustawa z dn. 27.04.2001 Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 62/2001 poz. 627 z późniejszymi zmianami).

Ustawa z dn. 18.07.2001 Prawo wodne (Dz.U. 115/2001 poz. 1229 z późniejszymi zmianami).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z 29.11.2002 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. 212/2002 poz. 1799)

Ustawa z 7.07.1994 Prawo budowlane (Dz.U. 106/2000 poz. 1196),

Ustawa z 21.02.1985 o drogach publicznych (Dz.U. 71/2000, poz. 838),

Ustawa z 27.04.2001 o odpadach (Dz.U. 62/2001 poz. 628).

Ustawa z 7.06.2001 o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków (Dz.U. 72/2001, poz. 747),

Rozporządzenie Rady Ministrów z 24.09.2002 w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych kryteriów związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięć do sporządzania raportu oddziaływania na środowisko (Dz.U. 179/2002, poz. 1490),

Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 02.03.1999 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U. 43/1999, poz. 430),

Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 30.05.2000 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz.U. 63/2000, poz. 735),

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 16.01.2002 w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących autostrad płatnych (Dz.U. 12/2002, poz. 116)

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 17.11.2000 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych, rurociągi dalekosiężne do transportu ropy naftowej i produktów naftowych i ich usytuowanie (Dz.U. 98/2000, poz. 1067 z późniejszymi zmianami)

Norma PN-S-02204 Drogi samochodowe. Odwodnienia dróg

Norma PN-EN 858-1:2002. Instalacje oddzielaczy lekkich płynów (np. olej i benzyna) – Część 1: Zasady projektowania wyrobu, właściwości użytkowe i badania, znakowanie i sterowanie jakością.

Projekt Normy pr EN 858-2. Separator systems for light liquids (e.g. oil and petrol) – Part 2: Selection of nominal size, installation, operation and maintenance.

Publikacja:

‘Odwodnienie dróg i ulic a ekologia – prawo, projektowanie, wykonawstwo’, zeszyty naukowo-techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej – Oddział w Krakowie, Seria: Materiały konferencyjne, nr 62 (zeszyt 112), Kraków 2004.