INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH

Nr 3/1/2006, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 141–153
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Ewa Burszta-Adamiak, Janusz Łomotowski

ODPROWADZANIE WÓD OPADOWYCH NA TERENACH O ROZPROSZONEJ ZABUDOWIE

Streszczenie

Na terenach o rozproszonej zabudowie najczęściej panują sprzyjające warunki do stosowania rozwiązań zwiększających retencjonowanie i wsiąkanie wód opadowych. Zastosowanie urządzeń do infiltracji oraz przetrzymania wód opadowych korzystnie oddziałuje na dynamikę odpływu powierzchniowego, co ma duże znaczenie przy projektowaniu kanalizacji deszczowej w obrębie obszarów zabudowanych oraz obiektów drogowych. Możliwość zastosowania urządzeń do infiltracji wód opadowych uzależniona jest od głębokości zalegania wód gruntowych, rodzaju gruntu, warunków wysokościowych i dostępności terenu o odpowiedniej powierzchni.

W artykule przedstawiono sposoby zagospodarowania wód opadowych, które mogą być stosowane na terenach o luźnej zabudowie. Wyniki z przeprowadzonych badań składu granulometrycznego zawiesin występujących w wodach opadowych oraz analiza danych literaturowych dotycząca oceny jakości spływów opadowych wykazały dużą zmienność oznaczanych wskaźników zanieczyszczeń. Zastosowanie systemów chłonnych pozwala na usunięcie większości zanieczyszczeń skumulowanych na cząstkach zawiesiny zatrzymywanej najczęściej w powierzchniowej warstwie chłonnej urządzeń do infiltracji wód opadowych do gruntu. Znajomość składu granulometrycznego zawiesin w opadach atmosferycznych pozwala oszacować intensywność zachodzenia zjawiska kolmatacji w gruntach o różnym uziarnieniu, a także wybrać metody pozwalające chronić powierzchnię chłonną przed wgłębną kolmatacją.

Regularnie przeprowadzane zabiegi eksploatacyjne systemów chłonnych umożliwiają usunięcie zakolmatowanej warstwy gruntu, a wraz z nią większość zanieczyszczeń wprowadzanych do profilu glebowego przez infiltrujące wody. Pozwala to chronić wody podziemne przed ich zanieczyszczeniem.

Słowa kluczowe: wody opadowe, systemy chłonne, biodegradacja zanieczyszczeń

WPROWADZENIE

Wody opadowe zbierane systemem kanalizacji ogólnospławnej lub deszczowej zaliczane są do ścieków. Stopień uszczelnienia powierzchni wpływa na ilość powstających wód opadowych, natomiast sposób zagospodarowania przestrzennego terenu na ich jakość.

W Polsce tylko 32% miejscowości wiejskich cechuje zabudowa zwarta (odległości miedzy zagrodami do 45 m) [Pr. zbior. 1996]. Systemy kanalizacji deszczowej na terenach o rozproszonej zabudowie powinny być oparte na infiltracji wód opadowych do gruntu. Możliwość stosowania tych urządzeń uzależniona jest od głębokości zalegania wód gruntowych, rodzaju gruntu oraz dostępności terenu na wykonanie obiektów do infiltracji wód opadowych. Na terenach o rozproszonej zabudowie łatwiej w porównaniu z terenami zurbanizowanymi można wykorzystać topografię terenu do czasowego gromadzenia wód opadowych. Urządzenia do infiltracji wód opadowych można wykonywać na terenach gdzie współczynnik wodoprzepuszczalności gruntów mieści się w przedziale 10^{-2}-10^{-5}m/s, a poziom wód gruntowych kształtuje się na głębokości co najmniej 1,5 m pod powierzchnią chłonną.

Celem artykułu jest przegląd rozwiązań systemów chłonnych, które mogą być zastosowane na terenach o luźnej zabudowie. Zwrócono również uwagę na stopień zanieczyszczenia wód opadowych, spływających z różnych rodzajów powierzchni, na możliwości migracji tych zanieczyszczeń do wód podziemnych oraz na skuteczność ich usuwania w systemach infiltracyjnych.

SKŁAD WÓD OPADOWYCH

Skład wód opadowych jest zmienny nie tylko w czasie trwania opadu i kształtowania się spływu, ale zależy również od stanu czystości powietrza atmosferycznego, ilości i rodzaju depozytu suchego zgromadzonego na powierzchniach utwardzonych, rodzaju zastosowanego materiału do wykonania pokryć dachowych, powierzchni utwardzonych terenu itd., pory roku, długości trwania okresu poprzedzającego opad, intensywności opadu itp. Wyniki analiz składu fizyczno-chemicznych opadów oraz spływów wód opadowych i roztopowych z różnych rodzajów powierzchni można znaleźć między innymi w pracach Förstera [1996], Garbarczyka i Gwoździej-Mazur [2005], Gnecco i in. [2005], Gromaire-Mertz i in. [1999], Sawickiej-

-Siarkiewicz [2005], Viklandera [1999] oraz Zobrista i in. [2000]. Cenne informacje o składzie chemicznym opadów na obszarze Polski można znaleźć w publikowanych przez Państwową Inspekcję Ochrony Środowiska (PIOŚ) raportach o stanie środowiska, w których znajdują się wyniki badań prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska, które obejmują między innymi oznaczenia zawartości zawiesin, substancji ropopochodnych, BZT_5, ChZT, chlorków oraz metali ciężkich.

W tabeli 1 przedstawiono zakres zmienności wybranych wskaźników zanieczyszczeń oznaczanych w wodach opadowych opracowany na podstawie danych literaturowych.

Tabela 1. Minimalne i maksymalne stężenia zawiesin, substancji ropopochodnych oraz metali ciężkich w opadzie i spływach z różnych powierzchni [Förster 1998; Gnecco i in. 2005; Gromaire-Mertz i in 1999; Raport… 2005; Sawicka-Siarkiewicz 2005]

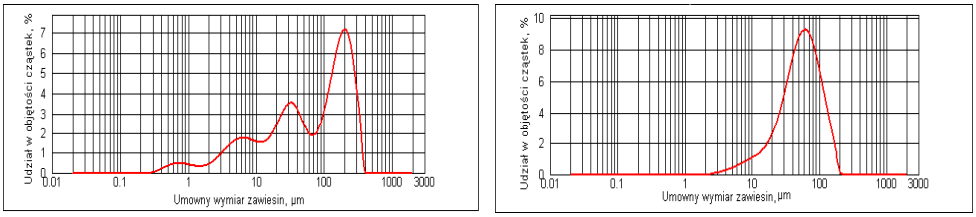
Wskaźnik zanieczyszczenia	Opad atmosferyczny		Odpływy z dachów		Odpływy z prywatnych posesji		Odpływy z dróg publicznych	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
Zawiesina, mg/dm^3	2,1	290	3	304	22	490	15	1870
Substancje ropopochodne, mg/dm^3	–	–	0,3	1,9	–	–	0,6	19
Ołów, g/dm^3	2	110	16	2764	49	225	6,1	523
Kadm, g/ dm^3	2	2,1	0,1	32	0,2	1,3	0,3	1,8
Miedź, g/ dm^3	1	180	3	247	13	50	0,1	191
Cynk, g/ dm^3	4	117	212	758,8	57	1359	27,7	3839

Przy projektowaniu urządzeń do infiltracji wód opadowych do gruntu, ważne jest poznanie składu granulometrycznego zawiesin w nich zawartych. Zawiesiny w czasie infiltracji wody odkładają się w porach gruntu, wywołując spadek wartości współczynnika filtracji. Zjawisko to nosi nazwę kolmatacji gruntu. Znajomość składu granulometrycznego zawiesin w opadach atmosferycznych pozwala oszacować intensywność zjawiska kolmatacji w gruntach o różnym uziarnieniu, a także wybranie metody pozwalającej chronić powierzchnię chłonną przed wgłębną kolmatacją.

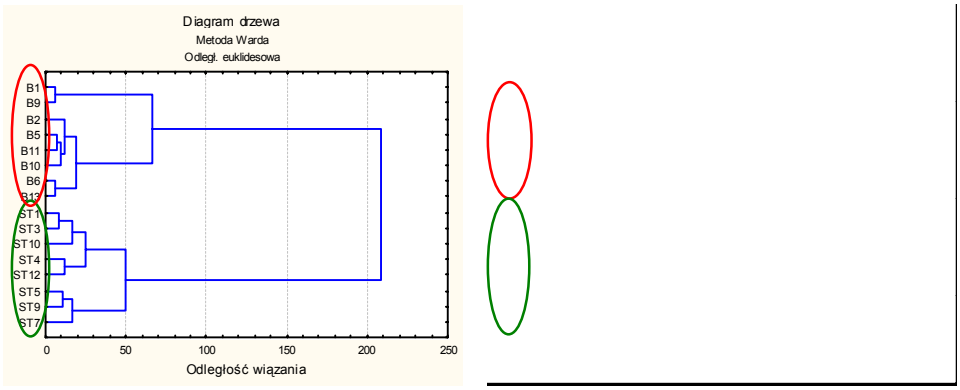
Badania przeprowadzone przez autorów niniejszego artykułu [Burszta-Adamiak, Łomotowski 2005; Burszta-Adamiak i in. 2004] wykazały duże zróżnicowanie składu granulometrycznego zawiesin występujących w opadach. Skład granulometryczny zawiesin w opadach

jest zależny od pory roku i położenia punktu poboru prób. Przykładowe wyniki badań składu granulometrycznego zawiesin w próbach opadu deszczu pobranych ze stanowiska pomiarowego zlokalizowanego w Strzelinie (woj. dolnośląskie) i w Kietrzu (woj. opolskie) przedstawiono na rysunku 1. W większości analiz stwierdzono, że największy udział miały cząstki z przedziału od 10–300 m, które wywołują kolmatację gruntów piaszczystych. Przy projektowaniu urządzeń do infiltracji wód opadowych do gruntu, należy uwzględniać efekt jego kolmatacji biorąc pod uwagę zmniejszania się współczynnika filtracji.

Wykorzystując analizę skupień przy opracowywaniu wyników składu granulometrycznego zawiesin w opadach, wykazano w pracy [Burszta-Adamiak, Łomotowski 2006], że skład ten zależy przede wszystkim od punktu poboru prób (rys. 2).



Rysunek 1. Rozkład wielkości cząstek występujących w próbie opadu deszczu pobranej 26.03.04 w Kietrzu na terenie prywatnej posesji (po lewej) oraz w próbie z 22.05.04 w Strzelinie pobranej 100 m od drogi dojazdowej (po prawej)



Rysunek 2. Dendrogramy klasyfikacji opadów deszczu i śniegu pochodzących ze Strzelina (ST) i Bielawy (B) (po lewej) oraz Bielawy (B) i Wrocławia (W) (po prawej)

PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ URZĄDZEŃ DO INFILTRACJI WÓD OPADOWYCH

Najprostszym sposobem zagospodarowania wód opadowych jest ich zatrzymanie w miejscu opadu i skierowanie do gruntu. Rozwiązaniami pozwalającymi na bezpośrednie wsiąkanie w grunt są przepuszczalne nawierzchnie: trawniki, tereny zielone oraz odpowiednio wykonane chodniki, jezdnie, place i parkingi itp. Powszechnie są także stosowane studnie i rowy chłonne, obiekty do rozsączania podziemnego oraz zbiorniki infiltracyjne.

Nawierzchnie przepuszczalne z płyt ażurowych są tak skonstruowane, aby w ich otworach mogła swobodnie rosnąć trawa, dzięki czemu w naturalny sposób zostaje odprowadzona z ich powierzchni woda opadowa. Płyty ażurowe produkowane są w różnych kształtach, stwarzając możliwość układania różnych form, zarówno łuków jak i elementów prostoliniowych. Dzięki różnorodnej gamie kolorystycznej można dopasować dany element wykończeniowy ścieżki lub chodnika do charakteru zabudowy. Oczka płyty można wypełnić również drobnym kamiennym żwirem lub grysem. Płyty te mają szerokie zastosowanie przy budowie parkingów, dojazdów, placów, chodników. Są wykorzystywane także do ubezpieczenia skarp nasypów i wykopów, rowów melioracyjnych itp., oraz jako nawierzchnie alejek obsadzonych drzewami.

Innym bardziej ekonomicznym rozwiązaniem jest wykonanie nawierzchni parkingu lub ścieżek komunikacyjnych z warstwy żwirowej lub kamienia polnego (rys. 3). Porowate nawierzchnie drogi np. porowaty asfalt są coraz częściej substytutem dla tradycyjnych materiałów stosowanych w budownictwie drogowym, zalecane przede wszystkim na powierzchnie ulic o małym natężeniu ruchu.

Rysunek 3. Przykłady nawierzchni przepuszczalnych wykonanych z kamienia polnego

Studnie chłonne służą do skoncentrowanego, punktowego odbioru wód opadowych. Są dobrym rozwiązaniem, kiedy pod gruntem nieprzepuszczalnym, znajduje się warstwa przepuszczalna. Studnia chłonna najczęściej wykonana jest z kręgów betonowych lub jako prefabrykat z tworzywa sztucznego i przypomina w konstrukcji tradycyjną studnię. Zasadnicza różnica polega na wypełnieniu dna warstwą filtracyjną, przez którą woda swobodnie się przesącza.

Rowy infiltracyjne wypełnione żwirem mają zastosowanie w miejscach, gdzie inne rozwiązania wymagające większej powierzchni nie mogą być zastosowane. Mogą funkcjonować w połączeniu z innymi urządzeniami np. zbiornikami retencyjnymi.

Rozwiązania dobrze sprawdzające się na małych działkach to systemy miejscowego rozsączania np. skrzynie lub komory rozsączające, które tworzą sztuczną warstwę magazynująco-przepuszczalną. Elementy konstrukcji wykonane są najczęściej z polipropylenu. Mogą być one podłączone do rynien, skąd zbierają wodę deszczową i najpierw ją magazynują, a potem powodują jej powolne przesączanie do gruntu. Aktualnie na rynku jest dosyć dużo ofert z zakresu urządzeń do gromadzenia i rozsączania deszczówki w tym także rozwiązań o większej kubaturze przeznaczonych do przechwytywania wody opadowej z większych powierzchni. Możliwość tworzenia różnych konfiguracji (mogą być układane w warstwy pionowe bądź łączone w poziomie, jako pojedyncze elementy lub moduły) pozwala na dostosowanie do określonych warunków lokalnych.

Wody opadowe z dachów mogą być odprowadzane za pomocą specjalnych kształtek betonowych, dzięki którym woda podlega wsiąkaniu do gruntu jak najdalej od ścian i fundamentów budynków. Wodę deszczową powinno się odprowadzić minimum na odległość 1 m od ściany budynku. Na końcu ciągu koryt betonowych wykonuje się urządzenia chłonne wód deszczowych. Przy powierzchniowym odprowadzaniu wód należy zabezpieczyć teren przed erozją gruntu, co może powodować powstawanie zagłębień (rys. 4).

Rysunek 4. Odprowadzanie wód opadowych za pomocą korytek betonowych

Wody deszczowe odprowadzane z dachu i gromadzone w zbiorniku mogą być wykorzystywane do podlewania zieleni i na cele porządkowe prowadzone na zewnątrz budynku. Zbiornik gromadzący wody opadowe, ze względu na występujące niekiedy w naszym klimacie długotrwałe okresy suszy powinien mieć pojemność kilku m^3, tym bardziej, że średnia wysokość opadu w Polsce wynosi 600 mm, a dachy najczęściej budowanych domów mają powierzchnię ok. 100–150 m^2 [Zawilski, Sakson 2004].

Wody opadowe spływające z powierzchni nieprzepuszczalnych np. dróg, ulic znajdujących się na terenach o małej emisji zanieczyszczeń są najczęściej przechwytywane przez muldy lub rowy przydrożne, których powierzchnia jest porośnięta trawą pełniącą funkcję filtra umożliwiającego separację zawiesin z opadów.

Wsiąkanie powierzchniowe może być także realizowane w niecekach lub zbiornikach retencyjno-infiltracyjnych. W tych przypadkach infiltracja zachodzi na otwartych, zazielenionych powierzchniach, na których woda ulega wsiąkaniu oraz podczyszczaniu przez ożywioną strefę gruntu i mikroorganizmy znajdujące się w warstwie osadu dennego.

Oczyszczanie wód opadowych w odpowiednio dobranych osadnikach, piaskownikach lub separatorach ropopochodnych (odbenzyniaczach i odolejaczach) powinno być ograniczone jedynie do terenów narażonych na dużą emisję zanieczyszczeń. Głównie dotyczy to powierzchni komunikacyjnych o dużym natężeniu ruchu oraz stacji paliw. Na pozostałych obszarach wody opadowe należy w maksymalnym stopniu zatrzymywać w miejscu powstawania opadów poprzez systemy infiltracyjne do gruntu.

ZAGROŻENIE JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH

Przy wprowadzaniu spływów opadowych do gruntu zawsze powstają pytania o stopień zagrożenia wód podziemnych. Badania dowodzą, że znaczna część zanieczyszczeń zawartych w wodach opadowych jest zasorbowana na cząstkach zawiesiny. Zawiesiny są zatrzymywane powierzchniowo i dlatego migracja mikrozanieczyszczeń organicznych i mineralnych w głąb profilu glebowego jest ograniczona [Jacopin i in. 1999]. W strefie aeracji mikrozanieczyszczenia organiczne ulegają biodegradacji, przy czym szybkość tego procesu

zależy głównie od rodzaju gruntu (tab. 2). Dużą zdolność biodegradacji refrakcyjnych związków organicznych wykazują grunty bogate w materię organiczną. Powierzchnie chłonne porośnięte dodatkowo roślinnością trawiastą wykazują duże zdolności do usuwania związków ropopochodnych z wód opadowych.

Tabela 2. Podatność wybranych węglowodorów na mikrobiologiczny rozkład w różnych gruntach

Rodzaj węglowodoru	Rodzaj gruntu			
	Piaszczyste z małą zawartością materii organicznej	Piaszczyste z dużą zawartością materii organicznej	Piaski gliniaste	Grunty ilaste
Fenole	średnia i mała	duża	bardzo mała	bardzo mała
Lotne węglowodory chlorowane	średnia i mała	duża	bardzo mała	bardzo mała
Nielotne węglowodory chlorowane	bardzo mała	bardzo mała	bardzo mała	bardzo mała
PCB, dioksyny, furany	bardzo mała	bardzo mała	bardzo mała	bardzo mała
Węglowodory alifatyczne	średnia i mała	duża	średnia i mała	średnia i mała
Węglowodory aromatyczne	średnia i mała	duża	średnia i mała	średnia i mała
Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA)	średnia i mała	mała	bardzo mała	bardzo mała

Mobilność metali ciężkich, które mogą stanowić zanieczyszczenie wód opadowych, zależy od rodzaju gruntu (tab. 3), składu mineralogicznego i zawartości materii organicznej w glebie. Liczne doświadczenia wykazały, że metale ciężkie są zatrzymywane w wierzchniej 30 cm warstwie pod powierzchnią chłonną.

Tabela 3. Mobilność wybranych metali ciężkich w zależności od rodzaju gruntu [Pitt 1999]

Metal	Rodzaj gruntu			
	Piaszczyste z małą zawartością materii organicznej	Piaszczyste z dużą zawartością materii organicznej	Piaski gliniaste	Grunty ilaste
Arsen	średnia	średnia	mała i bardzo mała	mała i bardzo mała
Chrom	średnia	bardzo mała	mała i bardzo mała	mała i bardzo mała
Cynk	duża	średnia	mała	mała i bardzo mała
Kadm	średnia i mała	średnia i mała	mała i bardzo mała	mała i bardzo mała
Miedź	bardzo mała	bardzo mała	bardzo mała	bardzo mała
Nikiel	mała	bardzo mała	bardzo mała	bardzo mała
Ołów	bardzo mała	bardzo mała	bardzo mała	bardzo mała
Rtęć	mała	mała	mała	mała

W tabeli 4 przedstawiono efektywność usuwania wybranych zanieczyszczeń na różnych urządzeniach do infiltracji wód opadowych.

Tabela 4. Efektywność oczyszczania wód opadowych w wybranych systemach do infiltracji [Legret 1996; Sansalone, Buchberger 1995; Sawicka-Siarkiewicz 2005; Stormwater 1999]

Rodzaj urządzenia	Efektywność oczyszczania, %		
	metale ciężkie	zawiesiny	substancje ropopochodne
Rowy trawiaste	20–100	40–100	20–90
Nawierzchnie porowate	60–100	90–100	–
Rowy infiltracyjne	70–100	80–100	80
Zbiorniki retencyjne	40–80	40–90	80

EKSPLOATACJA URZĄDZEŃ DO INFLITRACJI WÓD OPADOWYCH

Konieczność prowadzenia prac konserwacyjnych urządzeń do infiltracji wód opadowych zależy od zastosowanego rozwiązania konstrukcyjnego (tab. 5). W pierwszych latach eksploatacji kontrole powinny być przeprowadzane częściej. Celowe jest wykonywanie obserwacji szybkości wsiąkania wody do gruntu po większych

opadach deszczu. Obserwacje te pozwalają oszacować intensywność zachodzenia zjawiska kolmatacji. Zabiegi konserwatorskie mają na celu zapobieganie wystąpienia niepożądanych zjawisk, jak pojawienia się plagi komarów, rozwoju procesów gnilnych w wytrąconych na dnie zbiorników osadów, niekontrolowany rozwój roślinności. Koszty zabiegów konserwatorskich są niższe niż naprawy i remonty urządzeń do infiltracji konieczne do wykonania w przypadku zaniechania prac konserwacyjnych.

Tabela 5. Zabiegi pielęgnacyjne niezbędne do prawidłowej eksploatacji systemów do podczyszczania wód opadowych

Rodzaj systemu	Rodzaj czynności konserwacyjnych
Rowy trawiaste	– usuwanie odpadów z powierzchni chłonnych; – koszenie roślinności trawiastej; – wymiana zakolmatowanej warstwy filtracyjnej; – bieżące naprawy uszkodzeń powierzchni zadarnionych
Przepuszczalne powierzchnie np. ażurowa krata	– usuwanie odpadów z powierzchni chłonnych; – oczyszczanie wodą pod ciśnieniem, w celu usunięcia zakolmatowanej powierzchni; – uzupełnianie wypłukanego materiału; – unikanie odśnieżania powierzchni za pomocą piasku lub popiołu oraz soli
Rowy infiltracyjne	– usuwanie odpadów z powierzchni chłonnych; – sprawdzanie ilości naniesionego osadu; – wymiana zakolmatowanej warstwy filtracyjnej; – sprawdzanie stopnia zakolmatowania geowłókniny
Zbiorniki infiltracyjne	– usuwanie odpadów z powierzchni chłonnych; – koszenie roślinności trawiastej; – sprawdzanie ilości naniesionego osadu, stopnia zakolmatowania wlotów i wylotów systemu; – wymiana zakolmatowanej warstwy gruntu; – sprawdzanie zmian prędkości wsiąkania wraz z upływem czasu; – naprawa uszkodzeń erozyjnych skarp i dna;

PODSUMOWANIE

Odprowadzanie wód opadowych jest ważnym zagadnieniem w każdych warunkach. W przypadku obszarów o rozproszonej zabudowie wody opadowe powinny być odprowadzane do gruntu z wykorzystaniem infiltracyjnych urządzeń chłonnych. Przy ich projektowaniu należy uwzględnić zjawisko kolmatacji gruntu. Infiltracja wód opadowych do gruntu powinna być szerzej stosowana w praktyce

inżynierskiej. Przemawia za tym duża skuteczność systemów chłonnych w usuwaniu zanieczyszczeń z wód opadowych minimalizując tym samym migrację mikrozanieczyszczeń organicznych i mineralnych w głąb profilu glebowego oraz do wód podziemnych.

Badania składu granulometrycznego wód opadowych wykonano w ramach projektu badawczego KBN nr 3 P04G 051 25 pt.: *Wykorzystanie granulometru laserowego w monitoringu wód powierzchniowych.*

BIBLIOGRAFIA

Burszta-Adamiak E., Łomotowski J. *Badania składu granulometrycznego wód opadowych i powierzchniowych z zastosowaniem granulometru laserowego*. Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, II Kongres Inżynierii Środowiska, tom2, Vol. 33 , Lublin 2005, s. 331–338.

Burszta-Adamiak E., Łomotowski J. *Cluster analysis use for processing of the results of suspension's grain composition occuring in rainfall and snowfall*. Mat. Konf. Gesellschaft für Informatik in der Land- Forst- und Ernährungswirtschaft e. V., Pocztam, marzec 2006.

Burszta-Adamiak E., Łomotowski J., Stodolak R.: *Analiza zanieczyszczeń w opadach atmosferycznych.* Seria: Badania Systemowe. Wspomaganie informatyczne rozwoju społeczno-gospodarczego i ochrony środowiska., tom 36, Warszawa 2004, s. 281–289.

Förster J.: *The influence of location and season on the concentrations of macroions and organic trace pollutants in roof runoff.* Wat. Sci. Tech. Vol. 38, No. 10, 1998, s. 83–90.

Förster J.: *Patterns of roof runoff contamination and their potential implications on practice and regulation of treatment and local infiltration*. Wat. Sci. Tech. Vol. 33, No. 6, 1996, s. 39–48.

Garbarczyk K., Gwoździej-Mazur J.: *Analiza zanieczyszczeń ścieków opadowych ze zlewni zurbanizowanych*. II Kongres Inżynierii Środowiska, Tom I, Monografie Komitetu Środowiska PAN, Lublin 2005.

Gnecco I., Berretta T.C., Lanza L.G., Barbera P.La.: *Storm water pollution in the urban environment of Genoa, Italy*. Atmospheric Research 77, 2005, s. 60–73.

Gromaire-Mertz, M. C.; Garnaud, S.; Gonzalez, A.; Chebbo, G..: *Characterisation of urban runoff pollution in Paris.* Wat. Sci. Tech. Vol. 39, Issue: 2, 1999, s. 1–8.

Jacopin, Ch.; Bertrand-Krajewski, J. L.; Desbordes, M.: *Characterisation and settling of solids in an open, grassed, stormwater sewer network detention basin*. Wat. Sci. Tech. Vol. 39, Issue.2, 1999, s. 135–144.

Legret M., Colandini V., Le Marc C.: *Effects of a porous pavement with reservoir structure on the quality of runoff water and soil*. The Science of the Total Environment, No. 189/190, 1996, s. 335–340.

Pitt R., Clark S., Field R., *Groundwater contamination potential from stormwater infiltration practices*. Urban Water, 1999, 1, s. 217–236.

Praca zbiorowa pod redakcją Siemińskiego J.L.: *Problemy infrastruktury technicznej obszarów wiejskich w Polsce (stan, rozmieszczenie, funkcjonowanie)*. Studia nad infrastrukturą wsi polskiej. Polska Akademia Nauk, Tom I, Warszawa 1996.

Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 2004 roku. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu, Wrocław 2005.

Sansalone J.J., Buchberger S.G.: *An infiltration device as a best management practice for immobilizing heavy metals in urban highway runoff.* Wat. Sci. Tech. Vol. 32, no.1,1995, s. 119–125.

Sawicka-Siarkiewicz H.: *Ograniczanie zanieczyszczeń w odpływach opadowych*. Mat. Sem. „Kierunki rozwoju systemów odprowadzania i oczyszczania wód opadowych na terenach m. st. Warszawy, 8 listopada 2005 r., Warszawa.

Storm water technology fact sheet. Infiltration trench. EPA 832-99-019, September 1999.

Viklander M.: *Dissolved and particle-bound substances in urban snow.* Wat. Sci. Tech., Vol.39, no. 12, 1999, s.27–32.

Zawilski M., Sakson G.: *Systemy wykorzystania wody deszczowej i ich wpływ na funkcjonowanie kanalizacji miejskiej.* GWiTS, nr 9, 2004, s. 298–302.

Zobrist J., Müller S.R., Ammann A., Mottier V., Ochs M., Schoenenberger R., Eugster J.: *Quality of roof runoff for groundwater infiltration*. Wat. Res. Vol.34, no.5, 2000, s.1455-1462.

dr inż. Ewa Burszta-Adamiak
dr hab. inż. Janusz Łomotowski
Akademia Rolnicza we Wrocławiu
Instytut Budownictwa i Architektury Krajobrazu
pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław
tel. (071) 3205555
e-mail: eadamiak@ozi.ar.wroc.pl; lomot @ozi.ar.wroc.pl

Recenzent: *Prof. dr hab Stanisław Krzanowski*

Ewa Burszta-Adamiak, Janusz Łomotowski

RAIN WATER DRAINAGE ON DISPERSED DEVELOPMENT AREAS

SUMMARY

On dispersed development areas most often exists advantageous conditions for expansion and application systems in order to increase retention and water percolation on the precipitation spot. This way of rain water management has favorable influence on runoff dynamic within built-up area and adjoining roads.

Possibility of infiltration systems using depends on ground water depth, kind of ground and area accessibility to build infiltration facilities.

Methods of rain water management which can be used on dispersed development areas are presented in this paper. The research results of suspensions grain composition from rain water and analysis of literature data concerning runoff quality show large changeability of pollution indexes. Using of infiltration facilities permits remove majority of pollutants accumulated at suspension particles which are piled up at filtration medium surface. Knowledge of suspensions grain composition occurring in rain water allows estimate intensity of clogging process in different kind of grounds as well as select methods which protect ground against deep clogging.

Maintenance operations which are made regularly in infiltration facilities leads to removing clogged layer of ground and majority of pollutions protect in this way ground water against contamination.

Key words: rain water, infiltration facilities, pollution biodegradation