

Kontrola spływu powierzchniowego wód z pasów drogowych cz. 1

Krzysztof Gradkowski*

Odbiór wód z obszarów pasów drogowych zawsze odbywa się w sposób kontrolowany poprzez budowle inżynieryjne stanowiące system urządzeń odwadniania.

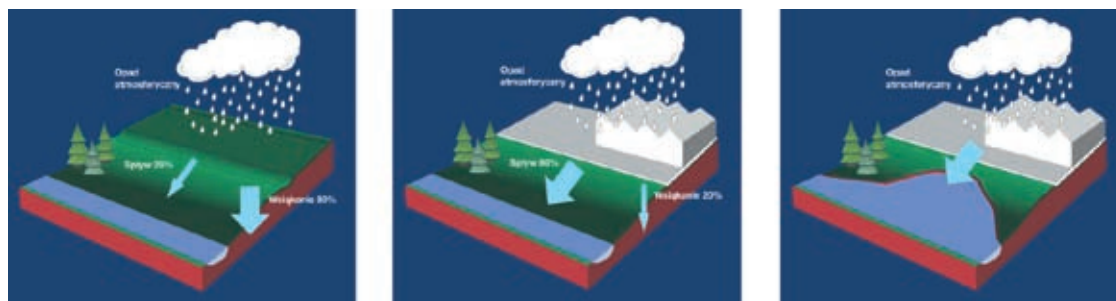
Które elementy infrastruktury zaliczamy do pasów drogowych?

Na wstępie należy wyjaśnić, że pasy drogowe to nie tylko powierzchnie zajmowane przez drogi samochodowe lub szynowe, ale także powierzchnie zajmowane przez tak zwane równie logistyczne. Do tych ostatnich zalicza się wszelkiego rodzaju terminale (kontenerowe, paliwowe, celne, składowe itp.), miejsca obsługi podróżnych przy autostradach i drogach szybkiego ruchu, równie stacyjne, parkingi i place manewrowe. Odbiór wód z obszarów pasów drogowych, zawsze odbywa się w sposób kontrolowany przez system budowli inżynieryjnych stanowiących system urządzeń odwadniania, które były i są, z większym lub mniejszym nakładem inwestycyjnym instalowane wraz z budowlami dróg różnych rodzajów.

Spływ wody w warunkach naturalnych i na terenach zurbanizowanych

Systemy odwadniania powierzchni stanowiących budowle inżynieryjne, są naturalną odwrotnością systemów irygacyjnych

czyli nawadniających. Praktycznie nie istnieją możliwości całkowitej izolacji podłoża gruntowego od spływających wód z opadów atmosferycznych i wód pochodnych (roztopowych, technologicznych) z tych obszarów. W naturalnym środowisku istnieje równowaga pomiędzy ilością opadów z jednej strony a wsiąkaniem (infiltracją), spływem i parowaniem wody z drugiej. Przy zmianach tego środowiska poprzez zabudowę (np. budowę osiedli mieszkaniowych, dróg itp.) równowaga ta zostaje zakłócona. Ilość wsiąkającej wody ulega zmniejszeniu proporcjonalnie do wielkości zabudowanej powierzchni. Nastęstwem tego procesu jest obniżenie poziomu wody gruntowej, w otoczeniu obszarów zurbanizowanych, co z kolei negatywnie odbija się na całym środowisku naturalnym regionu. Na skutek opadów deszczu na tereny niezabudowane – ukształtowane naturalnie (pola, łąki, lasy itp.) większość wód wsiąka w podłoże gruntowe i powoli przedostaje się do naturalnych cieków i dalej do wód gruntowych. Jedyne ok. 20% spływa po powierzchni bezpośrednio do cieków wodnych. Rozwój urbanizacji zwiększa powierzchnię terenów utwardzonych. Podczas opadów deszczu na te powierzchnie ok. 80% wód opadowych spływa do kanałów i cieków wodnych.



1. Schematy obiegu wód opadowych

* dr inż. Krzysztof Gradkowski
Instytut Dróg i Mostów
Politechniki Warszawskiej



Powoduje to wzrost zagrożenia powodziowego, gdyż naturalne odbiorniki wód nie są przygotowane do przyjęcia dużego nadmiaru wód w krótkim czasie. Z tego względu planując odwodnienie deszczowe należy dążyć do zmniejszenia, spowolnienia i opóźnienia spływu z powierzchni uszczelnionych.

Stosując podstawowe urządzenia odwodnienia dróg; pobocza, rowy, muldy, dreny, które dzięki oczyszczającemu działaniu górnej warstwy powierzchni terenu (humusu) poprzez roślinność i mikroorganizmy, w pewnym stopniu przyczyniają się do ochrony wód gruntowych i powierzchniowych.

Określenie ilości spływających wód

W celu pełnego określenia ilości wód, które musimy odprowadzić z danego terenu, należy zebrać informacje o:

- ▶ pochodzeniu, ilości i rodzaju występujących wód w różnych postaciach;
- ▶ natężeniu, częstotliwości i przebiegu opadów atmosferycznych;

- ▶ najniższych temperaturach i okresie trwania mrozów;
- ▶ głębokości przemarzania gruntu i ukształtowaniu terenu;
- ▶ wielkości zlewni, która reprezentuje obszar spływu do danego odbiornika.

Głównym kryterium przy ustalaniu prawdopodobieństwa występowania opadu, są względy ekonomiczne tzn. porównanie zwiększonych kosztów budowy z ewentualnymi stratami spowodowanymi podtopieniem budynków lub terenu przyległego. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 określa na podstawie deszczu miarodajnego, prawdopodobieństwo p pojawienia się opadów w zależności od klasy drogi:

- ▶ $p = 10\%$ ($c = 10$ lat) – na drodze klasy A (autostrada) lub S (droga ekspresowa),
- ▶ $p = 20\%$ ($c = 5$ lat) – na drodze klasy GP (droga główna ruchu przyspieszonego),
- ▶ $p = 50\%$ ($c = 2$ lata) – na drodze klasy G (droga główna) lub Z (droga zbiorcza),
- ▶ $p = 100\%$ ($c = 1$ rok) – na drodze klasy L (droga lokalna) lub D (droga dojazdowa).

Czas trwania deszczu jest trudny do precyzyjnego określenia, jednakże parametr ten znacząco wpływa na dobór wielkości wszelkich urządzeń odbierających wodę opadową, a obserwacje ombrometryczne określono dla następujących wartości: 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120 i 180 minut.

Systemy odwadniania

Odwadnianie powierzchniowe dróg w strefach poza miejskich i osiedli zwartych, osiągamy przez rowy boczne budowane po jednej lub obu stronach drogi. Rowy boczne dodatkowo chronią powierzchnię drogi przed niszczącym działaniem wody oraz spowalniają przedostawanie się do środowiska naturalnego zanieczyszczeń komunikacyjnych. Odwadnianie wgłębne, podpowierzchniowe dróg realizujemy poprzez systemy

Tabela 1. Scalone wyniki badań zanieczyszczeń w wodach i ściekach opadowych – badania prowadzone przez Instytut Ochrony Środowiska w Warszawie w latach 1998 – 1999

Obiekt (zlewnia)	Zakres wartości stężeń zanieczyszczeń					
	Odczyn pH	Ch ZT [mg/l]	zawiesiny ogólne [mg/l]	Subst. ekst. się et. naft. [mg/l]	Subst. ropopoch. [mg/l]	Chlorki [mg/l]
dachy – deszcz	6,0-6,9	6,0-230 (87,0)	2,1-79 (47)	0,5-2,4	0,3-1,9	-
dachy – roztop	śr. 7	do 100	do 75	~2,0	~1,5	-
parking – deszcz	7,1-8,6	41-337	42-240	1,8-10,7	do 2,2	-
parking – roztop	-	378-1207	423-2185	3,2-56	do 4	170-1706
stacje paliw – deszcz	6,4-10	53-1700	20-690	5,6-115	0,8-92	-
stacje paliw – roztop	7,3	770-4250	630-5300	103-238	82-200	700
ulica osiedlowa – deszcz	6,9-7,9	161-274	61-292	1,1-3,1	0,6-2,4	-
ulica osiedlowa – roztop	7,7	746	794	3,9	3,7	27 000
śnieg na poboczu jezdni w centrum miasta	-	1360-6160	2140-11 118	57-245	-	2700-11 850
roztop w centrum miasta	-	1566	2958	-	-	2009

drenażu, wbudowanie warstw filtracyjnych, system nasypów filtracyjnych, studni chłonnych i zbiorników infiltracyjnych. Do odwodnienia dróg na terenach miejskich wykorzystywana jest przede wszystkim miejska kanalizacja uliczna, ponieważ ze względu na znaczne powierzchnie uszczelnionych obszarów zachodzi potrzeba szybkiego odprowadzenia dużych ilości wód opadowych w krótkim czasie. W przypadku niewydolności systemu następuje paraliż komunikacyjny, związany z niewydolnością techniczną samych szlaków drogowych. Elementami głównymi powierzchniowego odwodnienia ulic są podziemne przewody i kanały odpływowe wyposażone w kratki ściekowe (wpusty deszczowe) i studzienki rewizyjne. Wśród przewodów i kanałów podziemnych w mieście wyróżnia się kanały burzowe, kolektory oraz tzw. przykanaliki.

Podstawy prawne

Pełny zakres zasad, wg których powinna odbywać się krajowa gospodarka wodna w zakresie wód opadowych i wglebnych, zawierają: Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001. Prawo ochrony środowiska, Ustawa z dnia 18 lipca 2001. Prawo wodne i Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 5 listopada 1991 w sprawie

zasad ustanowienia stref ochronnych źródeł wody i ujęć wody. Wynika z nich jednoznacznie, że woda z bocznych rowów podłużnych i wszelkich zespołów urządzeń odwodnienia powierzchniowego, z powodu zanieczyszczeń komunikacyjnych nie powinna być wprowadzana bezpośrednio do naturalnego ekosystemu podłoża gruntowego. Ponadto Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. określa sytuacje, w których wody opadowe są uważane za ścieki oraz kiedy i jak należy je oczyszczać.

Wymagania dla poszczególnych rodzajów powierzchni

Wyróżniamy dwa rodzaje powierzchni zanieczyszczonych:

- A. zlewnie przemysłowe, składowe, bazy transportowe, porty, lotniska, miasta, budowle kolejowe, drogi krajowe, powiatowe i wojewódzkie klasy G, tereny parkingów o powierzchni > 0,1 ha;
- B. powierzchnie szczelne obiektów magazynowania i dystrybucji paliw.

Zanieczyszczone wody opadowe i roztopowe pochodzące z ww. powierzchni ujęte w szczelne systemy kanalizacyjne – przed wprowadzeniem do środowiska (wody lub ziemi) nie

Nowa gama produktów ACO



ACO Elementy Budowlane Sp. z o.o.
Łajski, ul. Fabryczna 5
PL-05-119 Legionowo
Tel. +48 22 767 0 500
Fax +48 22 767 0 513
info@aco.pl

www.aco.pl

Tabela 2. Zestawienie parametrów statystycznych wskaźników zanieczyszczeń w spływach opadowych i roztopowych dla poszczególnych rodzajów zlewni na podstawie badań Instytutu Ochrony Środowiska w Warszawie

Lp.	Rodzaj zlewni	Wartości zanieczyszczeń								
		zawiesiny [mg/l]			SEEN [mg/l]			Substancje		
		min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.
1	autostrady – opad	18	165	806	5,3	12,8	25,1	-	-	-
2	autostrady – roztop	119	1924	6224	7,5	48,6	156	-	-	-
3	ulice – opad	62	1305	4580	1,1	30,4	114,9	6	1,2	2,4
4	ulice – roztop	794	2249	2285	3,9	17	30	3,7	11,4	19
5	ulice – śnieg	2140	4842	11 118	57,6	151,9	245,2	-	-	-

Tabela 3 Zakres zmian stężeń zanieczyszczeń w ściekach opadowych ze zlewni obszarów miejskich

Wartości stężeń wskaźników zanieczyszczeń						
Odczyn pH	ChZT [mgO ₂ /l]	Zawiesiny ogólne [mg/l]	Subst. ekstr. się et. naft. [mg/l]	Subst. ropopoch. [mg/l]	Chlorki [mg/l]	Ołów [mg/l]
5,1-9,8	5,0-2950,0	7,0-6430,0	0,0-117,6	0,36-19,0	1,0-9900,0	0,03-1,1

powinny zawierać zawiesin ogólnych oraz węglowodorów ropopochodnych w ilościach większych niż: $Z_{og} \leq 100 \text{ mg/dm}^3$, węglowodory ropopochodne $\leq 15 \text{ mg/dm}^3$. W przypadku zlewni z grupy A – wymóg ten dotyczy spływów opadowych powstających z opadów o natężeniu $q = 15 \text{ dm}^3/(\text{sek.} \times \text{ha})$. W przypadku zlewni z grupy B – spływów opadowych powstających z opadów o częstotliwości występowania raz w roku i czasie trwania nie mniej niż 15 min., lecz nie mniejszych niż powstające z opadów o natężeniu $q=77 \text{ dm}^3/(\text{sek.} \times \text{ha})$. Wody opadowe pochodzące z innych powierzchni (np. wyłącznie z powierzchni dachów lub zlewni otwartych) lub w ilościach większych od wymienionych powyżej – mogą być odprowadzane do środowiska bez oczyszczania. W przypadku spływów deszczowych większych od ww. wymagań – omijających urządzenia podczyszczające i kiero-

Tabela 4. Porównanie ładunków zanieczyszczeń wprowadzanych do odbiornika z oczyszczonymi ściekami komunalnymi i nie oczyszczonymi ściekami deszczowymi

	w ciągu 1 roku	w ciągu 1 dnia	w ciągu 1 godziny
zawiesiny	ER = EU / 2	ER = 2 X EU	ER = 50 X EU
BZT5	ER = EU / 27	ER = EU / 6	ER = 4 X EU
ChZT	ER = EU / 9	ER = EU / 2	ER = 12 X EU
NTK	ER = EU / 27	ER = EU / 7	ER = 3,5 EU
Metale ciężkie			
Pb	ER = 27 X EU	ER = 80 X EU	ER = 2000 X EU
Zn	ER = EU	ER = 4 X EU	ER = 100 X EU
Cu	ER = EU / 4,5	ER = EU / 2	ER = 15 X EU
Cr	ER = EU / 4	ER = EU / 1,5	ER = 16 X EU
Hg	ER = EU	ER = 7 X EU	-
Cd	ER – EU	ER = 5 X EU	-

EU – ładunek wprowadzony do odbiornika z oczyszczonymi ściekami komunalnymi;
ER – ładunek wprowadzony z nie oczyszczonymi ściekami deszczowymi

wanych do odbiornika bez oczyszczenia – należy pamiętać o bardzo ważnym dodatkowym wymaganiu zabezpieczenia urządzeń podczyszczających przed przeciążeniem hydraulicznym. Rozporządzenie nie przesądza wymaganego stopnia oczyszczenia ścieków opadowych – mówiąc wprost – nie narzuca określonej sprawności stosowanych urządzeń podczyszczających. Zależy ona od rzeczywistego poziomu zanieczyszczeń w ściekach

pochodzących z konkretnej zlewni. Dla wód deszczowych odprowadzanych z terenów stacji paliw płynnych, baz przeładunkowych, baz transportowych, (czyli tak zwanych terminali) najważniejszymi parametrami zanieczyszczeń wraz z ich dopuszczalnym stężeniem są:

- ▶ substancje ropopochodne o dopuszczalnym stężeniu 15 mg/dm^3 ,
- ▶ substancje ekstrahujące się eterem naftowym o dopuszczalnym stężeniu 50 mg/dm^3 ,
- ▶ oraz zawiesina ogólna o dopuszczalnej ilości 50 mg/dm^3

O jakości ścieków deszczowych decydują trzy podstawowe parametry o dużej zmienności: opad atmosferyczny, charakter zlewni, sieć kanalizacyjna. Szacuje się, że zanieczyszczenia opadu atmosferycznego stanowią ok. 20-25% całkowitego zanieczyszczenia ścieków deszczowych. Głównymi czynnikami są: kurz, pył, dymy paleniskowe i przemysłowe, lotne nasiona roślin.

Kiedy wody opadowe zamieniają się w ścieki?

Fazą przemiany, w której następuje przemiana wód opadowych w ścieki deszczowe jest spływ powierzchniowy. Głównymi substancjami, ją które powodują są węglowodory mineralne takie jak: oleje, smary i paliwa, pyły, piasek, cement, sole i środki odładzające, ciężkie metale, starte opony, odchody zwierzęce, liście i inne – części roślin, zmiotki uliczne itp. W ogólności poziom zanieczyszczeń wód powierzchniowych zależy od:

- ▶ rodzaju zlewni – np. miejska, przemysłowa, mieszkaniowo-handlowa,
- ▶ pory roku – np. największe stężenie zanieczyszczeń występuje w ściekach roztopowych,
- ▶ okresu między kolejnymi opadami i ich natężenia
- ▶ rodzaju nawierzchni ulic np. większe zanieczyszczenia z nawierzchni z kostki betonowej

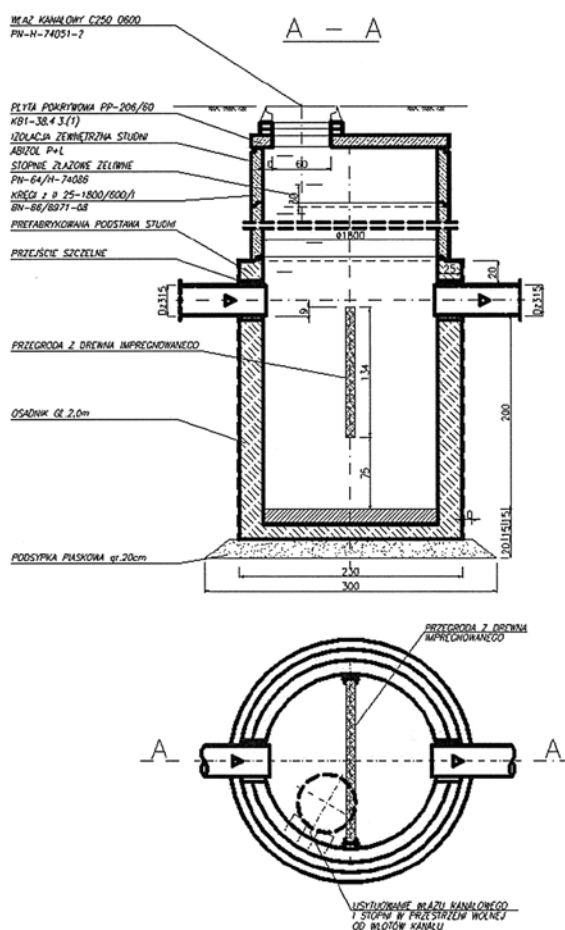
Z powyższego zestawienia wynika, że należałoby skupić znaczny wysiłek technologiczny nie na usuwaniu SEEN czy zawartych z nich substancjach ropopochodnych, ale na usuwaniu zawieszin. Wniosek ten ma istotne znaczenie dla doboru odpowiednich technologii oczyszczania ścieków deszczowych pochodzących bezpośrednio z poszczególnych dróg. Wbrew ogólnemu mniemaniu zawieszina w ściekach deszczowych, to nie „piasek” lecz „kiszki”, ponieważ około 90% ogólnej masy zawiesziny to cząsteczki o granulacji poniżej 30 µm, a około 70% to cząsteczki zawiesziny o średnicy poniżej 40–50 µm. Uwaga taka ma pewne znaczenie przy oczyszczaniu ścieków deszczowych, ponieważ o wiele trudniej jest usunąć ze ścieków zawieszinę trudno opadającą (30–50 µm.) niż łatwo opadający piasek.

Trudność ustalenia typowego składu ścieków deszczowych wynika z wysokiej zmienności wskaźników zanieczyszczeń oraz nierównomierności zrzuca ładunku zanieczyszczeń w jednostce czasu.

Z porównań powyższych tabel, można stwierdzić, że roczne ładunki metali ciężkich i zawiesziny są wprowadzane ze ściekami deszczowymi i są porównywalne do tych wprowadzanych z oczyszczonymi ściekami komunalnymi. W przypadku ołowiu ścieki deszczowe są głównym źródłem tego zanieczyszczenia.

Urządzenia wstępnego oczyszczania podczyszczania spływu powierzchniowego

Wobec opisu powyższych zjawisk i okoliczności należy jednoznacznie określić, że podstawowe systemy zespołów urządzeń odwodnienia obszarów pasów drogowych powinny być wyposażone w urządzenia wstępnego oczyszczania lub podczyszczania wód. Urządzenia te powinny być instalowane przed odbiornikami (cieki, podłoże gruntowe, kanalizacja ogólnie spławna) zebranych wód z powierzchni pasów drogowych. Stosowane dotąd tzw. studzienki szlamowe, są już rozwiązaniem nie wystarczającym. Obligatoryjność stosowania tych urządzeń wynika każdorazowo z odpowiednich operatów oddziaływania na środowisko każdego projektu budowy nowej lub modernizowanej drogi. Do naj-



2. Studzienka szlamowa

częściej stosowanych urządzeń do wstępnego oczyszczania wód z zanieczyszczeń, zarówno w sieci kanalizacyjnej jak i odwodnień obszarów pasów drogowych, należy zaliczyć:

- ▶ separatory
 - ▶ osadniki
 - ▶ piaskowniki
- systemy sedymentacyjne

Urządzenia te można przedstawić na schematycznie, według zestawienia (rys.3.)

Omówienie poszczególnych urządzeń w części drugiej artykuł w następnym numerze PI

3. Zestawienie schematów urządzeń podczyszczania wód spływu--

