

Przeegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 52, 2011: 140–152
(Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. 52, 2011)

Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences No 52, 2011: 140–152
(Sci. Rev. Eng. Env. Sci. 52, 2011)

Halina SAWICKA-SIARKIEWICZ

Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa
Institute of Environmental Protection – National Research Institute, Warsaw

Oczyszczanie wód opadowych w separatorach i osadnikach w kontekście wymagań określonych w przepisach prawnych Storm-water treatment in oil-separators and sedimentation tanks in the context of the legal acts and regulations

Słowa kluczowe: wody opadowe, separator, osadnik, przepustowość nominalna, ropopochodne, zawiesiny, standardy

Key words: storm-water, oil-separator, sedimentation tank, nominal capacity, petrochemicals, suspended solids, standards

Standardy odprowadzania wód opadowych do środowiska

Przy wprowadzaniu wód opadowych z powierzchni szczelnych do odbiorników należy uwzględniać wymagania określone w ustawach i rozporządzeniach wykonawczych oraz zalecenia ujęte w przepisach normatywnych.

Stężenia dopuszczalne wskaźników zanieczyszczeń, zawartych w wodach opadowych odprowadzanych do wód powierzchniowych lub do ziemi z terenów przemysłowych, składowych, baz transportowych, portów, lotnisk, centrów miast, budowli kolejowych, dróg

krajowych, wojewódzkich oraz powiatowych klasy G, parkingów o powierzchni powyżej 0,1 ha oraz obiektów magazynowania i dystrybucji paliw, ujętych w szczelne, otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne, określa rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 roku w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego. Zgodnie z przytoczonym rozporządzeniem zawartość zawiesiny ogólnej w wodach opadowych oczyszczonych nie może być większa niż $100 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, a węglowodorów ropopochodnych – nie większa niż $15 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

Wartości te odnoszą się do wód opadowych oczyszczanych w ilości, jaka powstaje z opadu o natężeniu co najmniej $15 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ z 1 ha powierzchni szczelnej wymienionych rodzajów zlewni, za wyjątkiem obiektów magazynowania

i dystrybucji paliw, dla których wymagane jest oczyszczanie wód opadowych o natężeniu przepływu spowodowanego opadem o częstości występowania jeden raz w roku ($C = 1$) i czasie trwania $t = 15$ min (odpływ do oczyszczalni nie może być mniejszy niż spowodowany opadem o natężeniu $77 \text{ (l}\cdot\text{s}^{-1})\cdot\text{ha}^{-1}$). Odpływ wód opadowych w ilościach przekraczających powyższe wartości może być wprowadzany do odbiornika bez oczyszczania, a urządzenie oczyszczające powinno być zabezpieczone przed dopływem o natężeniu większym niż jego przepustowość nominalna, co oznacza, że nie można dopuszczać do przeciążenia hydraulicznego oczyszczalni:

$$Q_{ocz} \leq Q_n$$

gdzie:

Q_{ocz} – natężenie dopływu wód opadowych do oczyszczalni [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1})\cdot\text{ha}^{-1}$],

Q_n – przepustowość nominalna oczyszczalni [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1})\cdot\text{ha}^{-1}$].

Podstawę sformułowania cytowanej treści rozporządzenia stanowiły wyniki badań zjawiska opad – odpływ wód opadowych systemem kanalizacji deszczowej prowadzonych w kraju i za granicą, w tym wieloletnie badania Instytutu Ochrony Środowiska w Warszawie. Z przeprowadzonych badań wynika bowiem, że:

- jednostkowe natężenie dopływu wód opadowych do oczyszczalni, które wynosi co najmniej $15 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ z 1 ha powierzchni szczelnej, uwzględnia parametr opadu splukującego zanieczyszczenia nagromadzone w zlewni,
- około 85% opadów w ciągu roku ma natężenie mniejsze niż $15 \text{ (l}\cdot\text{s}^{-1})\cdot\text{ha}^{-1}$,

- roczna objętość wód opadowych z opadów o $q \leq 15 \text{ (l}\cdot\text{s}^{-1})\cdot\text{ha}^{-1}$ wynosi około 90% całkowitej rocznej objętości spływu powierzchniowego wód opadowych,
- w odpływach wód opadowych ze zlewni o powierzchni mniejszej niż 50 ha maksymalne stężenia zanieczyszczeń występują w pierwszej fazie odpływu, zanim natężenie przepływu osiągnie wartość maksymalną.

Nie ma możliwości oczyszczania wszystkich ścieków powstających w czasie opadów deszczowych, w związku z czym istnieje konieczność kierowania nadmiaru wód opadowych bezpośrednio do odbiornika (bez oczyszczania) – stosowanie zrzutów burzowych.

Na potrzebę odciążania oczyszczalni przed dopływem wód deszczowych podczas opadów intensywne wskazano również w załączniku 1 do dyrektywy 91/271/EWG (1991). Zgodnie z treścią tej dyrektywy, nie jest możliwe budowanie oczyszczalni, w których wszystkie wody opadowe poddawane byłyby oczyszczaniu, dlatego konieczny jest zrzut nadmiaru tych wód przez przelew burzowy, poprzedzający oczyszczalnię. O środkach i metodach ograniczających zanieczyszczenie odbiornika, związane z odprowadzaniem wód deszczowych przez przelew burzowy, decydować mają natomiast państwa członkowskie UE.

Zgodnie z normą PN-EN 752-4:2001, jakość, ilość i częstość odpływów do odbiornika ścieków z kanalizacji deszczowej, pompowni lub oczyszczalni ścieków powinny odpowiadać wymaganiom określonym w przepisach prawnych.

Projekt powinien zapewnić ochronę odbiornika ścieków przed przekroczeniem jego zdolności samooczyszczania oraz uwzględnić warunki fizyczne, chemiczne, biochemiczne, bakteriologiczne, estetyczne i inne, a tam gdzie istnieje zagrożenie spełnienia wymagań jakościowych dla odbiornika ścieków, które wynikają na przykład ze sposobu użytkowania wód, należy ograniczyć emisję zanieczyszczeń w stosunku do wartości określonych w przepisach prawnych.

Zgodnie z ustawą – Prawo ochrony środowiska (2001), ochrona zasobów środowiska jest realizowana poprzez określenie standardów jakości środowiska oraz kontrolę ich osiągania, a także podejmowanie działań, służących do ich nieprzekroczenia lub przywracania, oraz poprzez ograniczanie emisji.

Zanieczyszczenie wód opadowych odprowadzanych ze zlewni elementarnych, redukcja zanieczyszczeń

Głównymi wskaźnikami zanieczyszczenia spływów opadowych i roztopowych są: stężenia zawiesin i węglowodorów ropopochodnych, wartości ChZT, stężenia metali ciężkich oraz chlorków.

Jakość wód opadowych odprowadzanych do oczyszczalni – wartości stężeń wskaźników zanieczyszczeń, w przypadku istniejącego systemu odprowadzania wód opadowych przewidzianego do modernizacji (np. budowy oczyszczalni) należy określić na podstawie badań w zakresie normowanych wskaźników. W przypadku projektowanego nowego systemu odprowadzania wód opa-

dowych prognozę ich jakości można określić na podstawie wyników badań odpływu z podobnych zlewni lub prac Instytutu Ochrony Środowiska.

Najistotniejszym zanieczyszczeniem w wodach opadowych są zawiesiny ogólne, których stężenia przekraczają zazwyczaj wartość dopuszczalną, określoną w Rozporządzeniu MŚ w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (2006).

Stężenia węglowodorów ropopochodnych oznaczane w spływach deszczowych z ulic, parkingów i dachów są rzędu kilku miligramów na litr. Największe wartości stężeń węglowodorów ropopochodnych zaobserwowano w spływach opadowych i roztopowych z terenów stacji paliw (powyżej 15 mg·l⁻¹). Znaczne ilości substancji ropopochodnych pochodzą z terenów obiektów magazynowania, dystrybucji paliw płynnych i stacji obsługi samochodów. Duże zagrożenie związkami ropopochodnymi występuje również w czasie wypadków drogowych, a zwłaszcza w czasie awarii pojazdów przewożących substancje zawierające związki węglowodorowe. Z awariami cystern należy się również liczyć na stacjach paliw i obiektach magazynowania paliw płynnych. W danym przypadku stosuje się zamknięcie awaryjne na odpływach do odbiorników.

Niezbędna redukcja zawiesin w wodach opadowych przed zrzutem do odbiorników będzie wynikiem procesów sedymentacji, zachodzących w urządzeniach do retencjonowania i oczyszczania

spływów powierzchniowych wód opadowych. Do redukcji substancji ropopochodnych wykorzystywane są głównie procesy flotacyjne. W wodach opadowych odprowadzanych z dróg, parkingów i terenów miejskich nie obserwuje się substancji ropopochodnych, których średnie stężenia przekraczałyby wartości dopuszczalne ($15 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Stężenia te mogą jednak być przekraczane w spływach roztopowych.

Badania w czasie spływów roztopowych przeprowadzone przez Instytut Ochrony Środowiska wykazały, że są one znacznie zanieczyszczone, zwłaszcza wody z topniejącego śniegu, po dłuższym jego zaleganiu na poboczu drogi. Sól, stosowana najczęściej jako środek odladzający drogi w okresach mrozów i opadów śniegu, może spowodować dopływ do wód powierzchniowych znacznych ilości zasolonych ścieków roztopowych, szczególnie w początkowej fazie roztopu. Podstawową metodą ich redukcji jest ograniczanie stosowania środków odladzających, przede wszystkim w rejonach wrażliwego środowiska wodnego, i przestrzeganie przepisów rozporządzenia MŚ w sprawie rodzajów i warunków stosowania środków, jakie mogą być używane na drogach publicznych oraz ulicach i placach (2005).

Istnieje również niebezpieczeństwo zanieczyszczenia środowiska wodnego metalami ciężkimi, głównie ołowiem i cynkiem, zawartymi najczęściej w ściekach roztopowych w wyniku gromadzenia się ich w śniegu składowanym na poboczach dróg. Metale ciężkie, które

występują w postaci związanej z zawiesinami, ulegają redukcji w procesach sedymentacji zanieczyszczeń. Również redukcja zanieczyszczeń w wyniku sedymentacji i flotacji spowoduje zmniejszenie wartości ChZT w spływach roztopowych do odbiorników.

Dla wód opadowych odprowadzanych z terenów przemysłowych niekiedy może być konieczne zastosowanie dodatkowych technologii oczyszczania, wynikających ze specyfiki produkcji. W takich przypadkach wymagane są indywidualne analizy.

W tabeli 1 podano średnią redukcję zawiesin i węglowodorów ropopochodnych w nawiązaniu do jakości wód opadowych i wymaganego standardu w odpływach do środowiska gruntowo-wodnego. Z tabeli tej wynika, że do redukcji zanieczyszczeń w ściekach opadowych należy stosować przede wszystkim oczyszczalnie mechaniczne o działaniu sedymentacyjno-flotacyjnym. W tym celu stosowane są separatory substancji ropopochodnych oraz osadniki wytwarzane fabrycznie na podstawie norm PN-EN 858-1:2005+A1:2007 oraz PN-EN 858-2:2005, aprobat technicznych wydawanych przez Instytut Ochrony Środowiska lub według projektów indywidualnych. Obecnie w kraju działa wiele firm zajmujących się produkcją i dystrybucją tych urządzeń ujętych w typoszeregi o dużym zakresie przepustowości.

Warunki dopuszczenia do stosowania w budownictwie wyrobów budowlanych, do których zaliczane są separatory, regulują przepisy prawne.

TABELA 1. Wymagana redukcja normowanych wskaźników zanieczyszczenia w splywach opadowych
 TABLE 1. Reduction of the storm-water runoff contamination – standards requirements

Wskaźnik zanieczyszczenia Contamination indicator	Wartości średnie wskaźników zanieczyszczenia w splywach opadowych Average contamination indicators in the storm-water runoff [mg·l ⁻¹]					Wymagana jakość splywów opadowych odprowadzanych do wód lub do ziemi Quality requirements for storm-water runoff discharge to the surface water or to the ground	Minimalna redukcja wartości średnich stężeń [%] Minimum reduction of average concentrations values
	z tras szybkiego ruchu from highways	z ulic from roads	z parkin- gów from car parks	z terenu stacji paliw from petrol stations	z terenów miejskich from muni- cipal areas		
Stężenie zawiesin ogólnych [mg·l ⁻¹] Suspended solids concentration	160–200	320	120	240	300–500	≤ 100	17–80
Stężenie substancji ropopochodnych [mg·l ⁻¹] Petrochemicals concentration	Z wykluczeniem niekontrolowanych wycieków paliwa Excluding uncontrolled petroleum leakages					≤ 15	do 25 tylko z terenów stacji paliw, z wykluczeniem awarii to 25 only for petrol stations, excluding emergency situations
	< 10	< 10	< 10	20	1,5		

Źródło: Prace IOŚ.

Podstawa doboru wielkości urządzeń oczyszczających

Natężenie odpływu wód opadowych ze zlewni odwadniającej

Natężenie przepływu wód opadowych (Q) miarodajne do wymiarowania systemu odwadniającego, obsługującego zlewnię o powierzchni (F) do 50 ha, określa się ze wzoru:

$$Q = Fq\varphi\psi$$

gdzie:

Q – natężenie przepływu wód opadowych [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$],

F – powierzchnia całkowita zlewni odwadniającej [ha],

q – natężenie miarodajne opadu [$(\text{l}\cdot\text{s}^{-1})\cdot\text{ha}^{-1}$],

ψ – współczynnik szczelności zlewni [–],

φ – współczynnik opóźnienia, wyznaczony ze wzoru

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt[n]{F}}$$

gdzie n – współczynnik zależny od kształtu i spadku zlewni, przyjmowany od 2 do 8 (dla zlewni wąskich i płaskich – wartości mniejsze, dla zlewni zwartych i o dużych spadkach – wartości większe).

Natężenie opadu (q) stanowi funkcję czasu trwania i częstości występowania opadu $q = f(C, t)$. Do określenia wartości q najczęściej stosowany jest wzór Błaszczyka:

$$q = \frac{6,631\sqrt[3]{H^2 C}}{t^{0,67}}$$

gdzie:

C – okres, w którym następuje jednorazowe przekroczenie natężenia opadu [lata],

H – średni roczny opad [mm],

t – czas trwania opadu [min].

Przy założeniu średniego opadu w Polsce $H = 600$ mm wzór przyjmie postać (z wyjątkiem miejscowości podgórskich i górskich):

$$q = \frac{470\sqrt[3]{C}}{t^{0,67}}$$

Dla spływów opadowych ze zlewni, dla których $F < 50$ ha, przyjmuje się $t = 15$ min.

Określenie ilości wód opadowych wymagających oczyszczenia

Zgodnie z § 19 ust. 1. pkt 1 rozporządzenia MŚ (2006), urządzenia oczyszczające wody opadowe i roztopowe instalowane w systemach odprowadzania wód opadowych z obiektów wyżej wymienionych, poza obiektami magazynowania i dystrybucji paliw, należy projektować na natężenie dopływu, jakie powstaje z opadów o natężeniu co najmniej $15 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ z 1 ha powierzchni szczelnej:

$$Q_{\text{ocz}} \geq Q_{15}$$

gdzie:

Q_{ocz} – natężenie dopływu wód opadowych do oczyszczalni [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$],

Q_{15} – natężenie przepływu wód opadowych obliczone dla opadu o natężeniu $15 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ na 1 ha [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$]

$$Q_{15} = F\psi q_{15}$$

gdzie q_{15} – natężenie opadu wynoszące $15 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ na 1 ha [$(\text{l}\cdot\text{s}^{-1})\cdot\text{ha}^{-1}$], czyli:

$$Q_{\text{ocz}} \geq F\psi \cdot 15$$

Do oczyszczalni obsługującej obiekty magazynowania i dystrybucji paliw należy odprowadzanie wody opadowej o natężeniu odpływu równym lub wyższym niż spowodowany opadem o częstotliwości występowania jeden raz w roku ($C = 1$) i czasie trwania 15 min ($t = 15$ min), lecz w ilości nie mniejszej niż powstające z opadów o natężeniu $77 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ na 1 ha, zgodnie z § 19 ust. 1, pkt 2 rozporządzenia MŚ (2006):

$$Q_{ocz} \geq Q_{77}$$

$$Q_{77} = F\psi q_{77}$$

gdzie q_{77} – natężenie opadu o częstotliwości występowania jeden raz w roku ($C = 1$) i czasie trwania $t = 15$ min, lecz nie mniejsze niż $q = 77 \text{ (l}\cdot\text{s}^{-1})\cdot\text{ha}^{-1}$

$$Q_{ocz} \geq F\psi \cdot 77$$

Natomiast ilości wód opadowych i roztopowych, przekraczające obliczoną wartość natężenia dopływu do oczyszczalni, mogą być odprowadzane bezpośrednio do odbiornika (§ 19 ust. 3 rozp. MŚ 2006), na przykład przez przelewy burzowe instalowane przed urządzeniami oczyszczającymi. Rozdział przepływu wód opadowych na dopływ do oczyszczalni i bezpośrednio do odbiornika (zastosowanie przelewu burzowego do kanału obejściowego) ma zabezpieczać urządzenie oczyszczające przed dopływem o natężeniu większym niż jego przepustowość nominalna (Q_n) – zabezpieczać przed przeciążeniem hydraulicznym ($Q_{ocz} \leq Q_n$).

Obliczeniowy odpływ wód opadowych przelewem do obejścia hydraulicznego oczyszczalni (Q_p) wynosi:

$$Q_p = Q - Q_{ocz}$$

gdzie Q – natężenie odpływu wód opadowych ze zlewni oczyszczalni (niekiedy wartość Q oznaczana jest jako Q_{max}) [$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$].

Separatory substancji ropopochodnych i osadniki wód opadowych – charakterystyka i metody doboru urządzeń

Charakterystyka ogólna separatorów i osadników

Do oddzielania zawieszin oraz substancji olejowych pochodzenia mineralnego (ropopochodnych) zawartych w ściekach opadowych stosowane są oczyszczalnie mechaniczne o działaniu sedymentacyjno-flotacyjnym. Zalicza się do nich m.in. separator substancji olejowych, którego podstawową funkcją jest oddzielanie substancji olejowych w wyniku flotacji, oraz osadnik (piaskownik), w którym w wyniku sedymentacji są oddzielane zawiesiny.

Separatory substancji olejowych.

Separatory te dzielą się na grawitacyjne oraz koalescencyjne. Separatory grawitacyjne działają na zasadzie rozdziału substancji o różnych gęstościach pod wpływem wyłącznie sił grawitacji – krople cieczy lekkiej (olej, benzyna) wypływają i gromadzą się na powierzchni wód opadowych. W separatorach koalescencyjnych flotacja grawitacyjna wspomagana jest procesem koalescencji. Elementy koalescencyjne ułatwiają łączenie się mikrocząsteczek oleju w większe krople, które mogą się już oddzielić od ścieków na zasadzie sił grawitacji. Spotyka się

wiele typów takich separatorów. Główna różnica w ich budowie i działaniu polega na zastosowaniu różnych elementów koalescencyjnych, na przykład wkładów koalescencyjnych w postaci mat lub gąbek filtracyjnych, lub jako pakiety lamelowe (separatory lamelowe).

Separatorzy mogą być zintegrowane z osadnikiem, tworząc jeden zbiornik, lub poprzedzone oddzielnym zbiornikiem, pełniącym funkcję osadnika. Często są wyposażone w zamknięcia automatyczne dopływu lub odpływu oraz posiadają urządzenie sygnalizacyjne, które działa w momencie przekroczenia pojemności magazynowej cieczy lekkich.

W separatorach do oczyszczania spływów opadowych mogą być instalowane przelewy burzowe (kanały obejściowe), które pozwalają na odciążenie urządzeń w okresach opadów nawalnych.

Każdy separator charakteryzują:

- przepustowość nominalna, oznaczona jako Q_n [$l \cdot s^{-1}$],
- podstawowe parametry techniczne (materiały, parametry konstrukcyjne zbiornika i elementów wyposażenia, rodzaj i wielkość wkładu koalescencyjnego),
- pojemność magazynowania cieczy lekkich,
- dopuszczalna grubość warstwy oleju, pojemność osadnika i dopuszczalne grubości warstwy osadu (jeżeli osadnik jest zintegrowany z separatorem).

Wymienione informacje, dotyczące separatorów prefabrykowanych produkowanych seryjnie, są zawarte w aprobatkach technicznych (AT) Instytutu Ochrony Środowiska. W aprobatkach tych podane są również zakres oraz warunki stosowania i montażu oraz eksploatacji separatorów, które należy uwzględnić

przy wyborze urządzenia, a także wytyczne doboru urządzeń.

Przepustowość separatorów dla ścieków opadowych charakteryzuje tzw. przepustowość (wielkość) nominalna (Q_n), mierzona w litrach na sekundę, która powinna wynosić:

$$Q_n \geq Q_{ocz} f_d$$

gdzie f_d – współczynnik gęstości zależny od rodzaju węglowodorów, przyjmowany według PN-EN 858-2:2005.

Osadniki. Wielkość osadnika zależy od rodzajów oczyszczanych ścieków, stopnia ich zanieczyszczenia oraz warunków, jakie muszą spełniać ścieki na odpływie z osadnika. Wielkość tę dobiera się na podstawie dopuszczalnego obciążenia hydraulicznego powierzchni, wyrażonego w metrach sześciennych na godzinę i metr kwadratowy.

Wymiarowanie ma na celu określenie wymaganej powierzchni użytkowej osadników przy uwzględnieniu prawa Stokesa. Wykorzystuje się tu proces sedymentacji zawieszin ziarnistych, których prędkość opadania uzależniona jest od stosunku natężenia przepływu ścieków do powierzchni osadnika. Powierzchnię osadnika (A_o) oblicza się z równania:

$$A_o = \frac{Q_{ocz}}{v_o}$$

gdzie:

A_o – powierzchnia osadnika [m^2],

Q_{ocz} – natężenie dopływu wód opadowych miarodajne do wymiarowania urządzenia [$m^3 \cdot h^{-1}$],

v_o – dopuszczalne maksymalne obciążenie hydrauliczne powierzchni [$(m^3 \cdot h^{-1}) \cdot m^2$].

TABELA 2. Orientacyjne wartości parametrów technologicznych osadników
 TABLE 2. Indicative values of sedimentation tanks technological parameters

Maksymalne obciążenie hydrauliczne [(m ³ ·m ⁻²)·h ⁻¹] Maximum hydraulic load	7	14	36
Minimalna średnica zatrzymanych ziaren [μm] Minimum diameter of the trapped seed	60	90	150
Przewidywany stopień redukcji zawiesiny ogólnej [%] Predicted level of the suspended solids reduction	80	70	60

Źródło: Osmulka-Mróz i Błaszczuk (1980).

Wartość obciążenia hydraulicznego przyjmuje się w zależności od wielkości ziaren, które należy zatrzymać w osadniku: dopuszczalne obciążenie powierzchni (v_o) jest równe prędkości opadania tych ziaren. Prędkość opadania (sedymentacji zawiesin), zależną od wielkości ziaren, przedstawiona jest m.in. w poradniku Imhoff i Imhoff (1996) „Kanalizacja miast i oczyszczanie ścieków” oraz w normie PN-S-02204:1997.

Szacunkowy stopień redukcji zawiesiny ogólnej w zależności od obciążenia hydraulicznego osadnika przedstawiono w tabeli 2 (w odniesieniu przede wszystkim do ścieków opadowych odprowadzanych z terenów miejskich).

Według źródeł niemieckich, obciążenie hydrauliczne osadników (piaskowników) nie powinno przekraczać 10 (m³·m⁻²)·h⁻¹. Zgodnie z normą PN-S-02204:1997, uziarnienie zawiesin w spływach wód opadowych z dróg jest bardzo drobne i w danym przypadku, w celu zatrzymania 50% zawiesiny, obciążenie hydrauliczne nie powinno przekraczać 4,1 (m³·m⁻²)·h⁻¹.

Dla osadników poprzedzających separatory substancji ropopochodnych zaleca się, aby spełniały one również kryterium objętości (wyrażone w litrach), określone w PN-EN 858-2:2005, któ-

re powinno wynosić, w zależności od stopnia zanieczyszczenia ścieków, nie mniej niż 100-, 200- lub 300-krotność przepustowości nominalnej separatora wyrażonej w litrach na sekundę. Dla separatorów o przepustowości nominalnej mniejszej lub równej 10 l·s⁻¹ należy przyjmować osadniki o pojemności 200 lub 300 razy większej niż przepustowość nominalna, ale nie mniejszej niż 600 l.

Obejścia hydrauliczne oczyszczalni wód opadowych

Przelewy burzowe – obejścia hydrauliczne (by-pass) urządzeń podczyszczających mogą być instalowane w wydzielonych komorach poprzedzających urządzenia oczyszczające lub są wbudowane w korpus zbiornika separatorów, najczęściej zintegrowanych z osadnikiem. Urządzenia te produkowane według projektów typowych danej firmy powinny posiadać aprobatę techniczną Instytutu Ochrony Środowiska (charakterystyka obejścia nie jest objęta normą PN-EN 858-1:2005+A1:2007 i PN-EN 858-2:2005).

W separatorach wyposażonych w przelew burzowy z obejściem hydraulicznym przepustowość nominalna (Q_n) stanowi określony w założeniach procent maksymalnego natężenia prze-

plywu ścieków (np. 10, 20% Q_{\max}). Dla dopływu do urządzenia nieprzekraczającego przepustowości nominalnej przepływu przez separator jest analogiczny jak dla separatorów bez przelewów. Po przekroczeniu przepustowości nominalnej ścieki w ilości Q_n odprowadzane są do komory separatora, a pozostała część, przekraczająca wartość nominalną Q_n , odprowadzana jest przez przelew do kanału obejściowego.

Przy doborze separatora substancji ropopochodnych z kanałem obejściowym należy przestrzegać następujących zasad:

- obliczone natężenie dopływu ścieków opadowych do urządzenia (Q) nie może przekroczyć podanej dla niego wartości Q_{\max} ,
- przepustowość nominalna separatora (Q_n) musi być równa lub większa od natężenia dopływu ścieków, odpowiadającego ilości, która powinna być oczyszczona.

W projektach kanału obejściowego separatora należy uwzględniać dwa warunki:

- odpływ przez przelew burzowy (do kanału obejściowego) może występować, gdy dopływ do urządzenia przekracza przepustowość nominalną separatora ($Q_{\text{dop}} > Q_n$),
- przepływ ścieków przez separator nie może przekraczać wartości $1,20Q_n$ (dopuszczalne 20-procentowe przekroczenie przepustowości nominalnej).

W separatorach zintegrowanych z osadnikiem przelew do kanału obejściowego może być zlokalizowany przed lub za osadnikiem, co ma istotne znaczenie

dla efektu sedymentacji przy dopływach przekraczających przepustowość nominalną. W każdej sytuacji w projekcie oczyszczalni (dobrze urządzenia z by-passem) konieczna jest ocena skuteczności działania osadnika zintegrowanego. Jeżeli osadnik nie gwarantuje wymaganej redukcji zawiesin, to należy się liczyć z koniecznością instalowania osadnika przed separatorem zintegrowanym z osadnikiem lub zaprojektowania innego układu technologicznego.

Wytyczne stosowania separatorów

W celu zapewnienia prawidłowej pracy urządzeń sedymentacyjno-flotacyjnych (separatorów zawiesin i separatorów substancji olejowych) należy:

1. Właściwie ocenić parametry ilości i jakości ścieków dopływających do oczyszczalni.

2. Dobrać odpowiedni typ i układ oczyszczalni, parametry techniczne i technologiczne poszczególnych elementów układu (pojemność i powierzchnię czynną osadników dobraną na podstawie obciążenia hydraulicznego, przepustowość nominalną separatorów grawitacyjnych, koalescencyjnych, przepustowość maksymalną w przypadku separatorów z obejściem burzowym).

3. Oczyszczalnię instalować zgodnie z instrukcją montażu i projektem lub wytycznymi zawartymi w aprobacie technicznej.

4. Przestrzegać warunków eksploatacji i konserwacji urządzeń.

Przy projektowaniu oczyszczalni należy uwzględniać następujące zalecenia, wynikające z przepisów prawnych oraz z obserwacji funkcjonujących urządzeń:

1. Stosować oddzielne separatory dla ścieków opadowych i ścieków przemysłowych.

2. Przepustowość nominalna urządzenia (Q_n) nie może być przekraczana. Jeżeli dopływ ścieków wymagających oczyszczania jest większy od Q_n , to można stosować kilka urządzeń o tej samej przepustowości pracujących równolegle.

3. W razie konieczności pompowania ścieków pompownie lokalizować po separatorze.

4. Wskazane jest stosowanie przelewów burzowych przed separatorami.

5. Wskazane jest, a niekiedy wręcz wymagane stosowanie zamknięć na dopływie do oczyszczalni lub odpływie do odbiornika.

6. Separatory wymagają stałego nadzoru i systematycznego czyszczenia.

7. Separatory koalescencyjne są urządzeniami kosztownymi w budowie i eksploatacji, więc każdorazowo należy przeanalizować konieczność ich stosowania. Dotyczy to przede wszystkim dróg przebiegających przez tereny nieurbanizowane.

8. Lokalizacja i montaż urządzeń musi uwzględniać warunki wynikające z obliczeń statyczno-wytrzymałościowych. Warunki te określone są w treści aprobat technicznych wydawanych przez Instytut Ochrony Środowiska, a w przypadku wyrobów wytwarzanych zgodnie z normą obowiązuje punkt 6.4 normy PN-EN 858-1:2005+A1:2007.

9. Osadnik i separator powinny być tak zlokalizowane, aby zapewnić dogodny dojazd sprzętu potrzebnego do wykonania czynności eksploatacyjnych.

10. Dopuszcza się stosowanie separatorów i osadników, dla których dokonano oceny zgodności i wydano deklarację zgodności z aprobatą techniczną Instytutu Ochrony Środowiska lub PN-EN 858-1:2005+A1:2007 oraz PN-EN-2:2005.

11. W razie zastosowania separatora i osadnika wykonanego według indywidualnej dokumentacji technicznej dostawca zobowiązany jest wydać oświadczenie, wskazujące, że zapewniono zgodność wyrobu z tą dokumentacją.

W każdym przypadku stosowane urządzenia muszą spełniać podstawowe wymagania dotyczące: właściwości użytkowych, bezpieczeństwa konstrukcji, bezpieczeństwa pożarowego, bezpieczeństwa użytkowania, odpowiednich warunków higienicznych i zdrowotnych, ochrony środowiska (ustawa – Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r.).

Warunki eksploatacji urządzeń

Eksploatacja piaskowników, osadników i separatorów, stanowiąca istotny element spełnienia standardów jakości w odpływie ścieków opadowych do wód lub do ziemi, powinna być zgodna z zaleceniami zawartymi w instrukcji obsługi i konserwacji urządzeń. Instrukcję taką opracowuje projektant lub producent urządzeń w nawiązaniu do obowiązujących norm i przepisów prawnych, z uwzględnieniem warunków bhp i przeciwpożarowych (ppoż).

Literatura

BŁASZCZYK P. 2005: Aprobaty techniczne dla separatorów. *Przegląd Komunalny. Wodociągi – Kanalizacja* 3 (12): 23–23.

- BŁASZCZYK W., BŁASZCZYK P., STAMATELLO H. 1983: *Kanalizacja. Sieci i przepompownie*. T. 1. Arkady, Warszawa.
- Dyrektywa 91/271/EWG z dnia 21 maja 1991 r. w sprawie oczyszczania ścieków miejskich.
- GEIGER W., DREISEITL H. 1999: *Nowe sposoby odprowadzania wód deszczowych*. Poradnik. Oficyna Wydawnicza Proj-przem-EKO, Bydgoszcz.
- IMHOFF K., IMHOFF K.D., 1996: *Kanalizacja miast i oczyszczanie ścieków*. Poradnik. Oficyna Wydawnicza Proj-przem-EKO, Bydgoszcz.
- OSMULSKA-MRÓZ B., BŁASZCZYK P. 1980: *Zasady ograniczania ujemnych skutków odprowadzania ścieków opadowych z terenów zurbanizowanych*. Biuletyn Techniczny Centrum Techniki Komunalnej, Warszawa.
- PN-S-02204:1997 *Drogi samochodowe. Odwodnienie dróg*.
- PN-EN 752-4:2001 *Zewnętrzne systemy kanalizacyjne. Obliczenia hydrauliczne i oddziaływanie na środowisko zastąpiono*
- PN-EN 752:2008 *Zewnętrzne systemy kanalizacyjne*.
- PN-EN 858-1:2005+A1:2007 *Instalacje oddzielnicy cieczy lekkich (np. olej i benzyna). Część 1: Zasady projektowania, właściwości użytkowe i badania, znakowanie i stertowanie jakością*.
- PN-EN 858-2:2005 *Instalacje oddzielnicy cieczy lekkich (np. olej i benzyna). Część 2: Dobór wielkości nominalnych, instalowanie, użytkowanie i eksploatacja*.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 października 2005 r. w sprawie rodzajów i warunków stosowania środków, jakie mogą być używane na drogach publicznych oraz ulicach i placach. Dz.U. nr 230, poz. 1960.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 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 z póź. zm.).
- SAWICKA-SIARKIEWICZ H. 2004: *Ograniczanie zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych z dróg. Ocena technologii i zasady* wyboru. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa.
- SAWICKA-SIARKIEWICZ H. 2005: *Separatory – charakterystyka, dobór, warunki stosowania*. *Przegląd Komunalny. Wodociągi – Kanalizacja* 3 (12): 24–27.
- SAWICKA-SIARKIEWICZ H., BŁASZCZYK P. 2007: *Urządzenia kanalizacyjne na terenach zurbanizowanych. Wymagania techniczne i ekologiczne*. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa.
- SAWICKA-SIARKIEWICZ H. i in. 1997–1999: *Jakość ścieków opadowych z terenów miast i zakładów przemysłowych*. Maszynopis. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane. Dz.U. z 2006 r., nr 156, poz. 1118 z późn. zm.
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska. Dz.U. z 2008 r., nr 25, poz. 150 z późn. zm.
- Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. – Prawo wodne. Dz.U. z 2008 r., nr 111, poz. 150 z póź. zm.
- Zasady planowania i projektowania systemów kanalizacyjnych w aglomeracjach miejsko-przemysłowych i dużych miastach 1983. Red. P. Błaszczyk. Instytut Kształtowania Środowiska, Warszawa.

Summary

Storm-water treatment in oil-separators and sedimentation tanks in the context of the legal acts and regulations. The article presents the basis of legal acts and regulations for storm-water treatment plants designing, the way of oil-separators nominal capacity determining, the size of sedimentation tank selection and the maintenance conditions. The storm-water runoffs from the tight surfaces which is passes through the tight drainage system, could be discharged to the surface water or to the ground if the law requirements are met. Oil separators and sedimentation tanks are the common used equipment for the storm-water treatment. The practical usage of the oil separators and sedimentation tanks is boiled down to their

proper matching on the basis of the catchment type and parameters, runoffs contamination, the effluent standards and receiver characteristic.

Author's address:

Halina Sawicka-Siarkiewicz
Instytut Ochrony Środowiska – PIB
Zakład Systemów Ochrony Wód
ul. Kolektorska 4, 01-692 Warszawa
Poland
e-mail: halina.siarkiewicz@ios.edu.pl