

„ Skuteczna ochrona wód w otoczeniu dróg – teoria i praktyka”

Autorzy: Małgorzata Helman Grubba, Marcin Marcinkowski,

Wojciech Falkowski

Autorzy są pracownikami firmy : „Ekol-Unicon Sp. z o.o.”, ul. Równa 2, Gdańsk

1.0. Identyfikacja zagrożeń środowiska wodnego w infrastrukturze autostrad i dróg szybkiego ruchu

Infrastruktura dróg i autostrad stanowi źródło różnego rodzaju szkodliwych emisji do środowiska, takich jak: hałas, spaliny, różnego rodzaju ścieki, itp.

W niniejszym artykule skoncentrujemy się na zanieczyszczeniach trafiających do wód, których nośnikami są:

- ścieki opadowe,
- ścieki sanitarne,
- ścieki technologiczne.

Miejscem powstawania ścieków będą zarówno same pasy drogowe i konstrukcje komunikacyjne (estakady, wiadukty, itp.), obiekty związane z utrzymaniem i eksploatacją dróg/autostrad (tzw. obwody utrzymania autostrad, miejsca poboru opłat), jak i obiekty związane z obsługą podróżnych (Miejsca obsługi Podróżnych).

1.1. Ścieki opadowe

Ścieki opadowe charakteryzuje niejednorodny przepływ objętościowy, zmieniający się z godziny na godzinę, z miesiąca na miesiąc, jak również z roku na rok. Na etapie projektowania systemów ochrony wód istotna jest wiedza na temat średnich wartości opadów atmosferycznych, a co za tym idzie, również średnich przepływów, a także ich chwilowych wahań.

Pomimo relatywnie krótkiego czasu trwania spływów ścieków opadowych z drogi w porównaniu z ciągłymi odpływami ścieków komunalnych czy przemysłowych, destrukcyjne oddziaływanie drogi na jakość wód może ujawnić się w przypadku wrażliwego środowiska wodnego (małe ciekły i zbiorniki wodne, wody gruntowe przykryte warstwą gruntu o dużej przepuszczalności) lub w sytuacji jego ważnego znaczenia gospodarczego (np.: źródło zaopatrzenia w wodę, rekreacja, hodowla ryb).

Trafne modelowanie jakości wód opadowych odprowadzanych z autostrad i obiektów towarzyszących i podejmowanie odpowiednich środków zaradczych jest możliwe tylko po sprecyzowaniu źródła zanieczyszczenia i określeniu zagrożeń z nim związanych (czy oczyszczanie jest potrzebne?).

Na wartość stężeń zanieczyszczeń w spływach opadowych z dróg wpływa przede wszystkim charakterystyka zjawiska opadowego (intensywność, czas trwania, długość okresu pogody bezopadowej), rodzaj drogi i natężenia ruchu samochodowego oraz otoczenie drogi. Wszystkie te czynniki wywołują znaczne wahania stężeń zanieczyszczeń w spływach opadowych, przy czym najwyższe zanieczyszczenia występują w pierwszym okresie spływu.

Jak widać z wyników badań (Tabela 1), najbardziej istotnym zanieczyszczeniem wód opadowych jest zawiesina ogólna, której stężenie przekracza często stukrotnie wartości dopuszczalne przez Ministra Środowiska. Zanotowano również wysokie stężenia ChZT oraz stężenia chlorków (pochodzących ze stosowania środków odladzających w okresie zimowym).

Tabela 1. Zestawienie parametrów statystycznych wskaźników zanieczyszczenia spływów opadowych i roztopowych w różnych rodzajach zlewni [5].

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

* b.d. - brak danych

Skład zanieczyszczeń wód opadowych spływających z autostrad jest mało zróżnicowany pod względem ilości parametrów, w porównaniu ze składem ścieków sanitarnych, w których znajdziemy dużo więcej najróżniejszych związków organicznych. Jednak zakres zmienności parametrów jest olbrzymi.

Należy również zwrócić uwagę na zanieczyszczenia bakteriologiczne. W czasie opadów skażenie sanitarne wód spowodowane spływem deszczowym może wzrosnąć kilkukrotnie, np.: według [15] miano E. Coli w wodach dwóch badanych potoków gdańskich wykazało tendencje wzrostowe o 3÷4 rzędy w wyniku spływów opadowych z dróg. **Przeciętnie miano E. Coli w wodach spływających z dróg w terenach zurbanizowanych kształtuje się na poziomie 10⁻⁵ [8].** Wody spływające z pasów ruchu autostrad i dróg szybkiego ruchu będą najprawdopodobniej dużo mniej zanieczyszczone bakteriologicznie, natomiast w przypadku spływów deszczowych z obiektów towarzyszących (MOP, MPO, OUA) – można wystąpić analogia do wód opadowych z terenów zurbanizowanych.

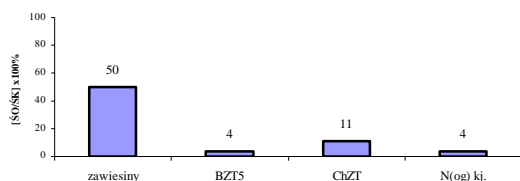
Pomimo opisanego wcześniej wysokiego stopnia skomplikowania zjawiska powstawania ścieków deszczowych, można wypracować kilka uogólnień dotyczących charakterystyki tych wód.

Pierwszą rzeczą o której należy wspomnieć jest fakt, iż nie można mówić o typowym składzie ścieków deszczowych po przejściu przez fazę spływu powierzchniowego. Jest to odmienna sytuacja niż w przypadku ścieków bytowo-gospodarczych, których skład jest zbliżony nawet w przekroju międzynarodowym.

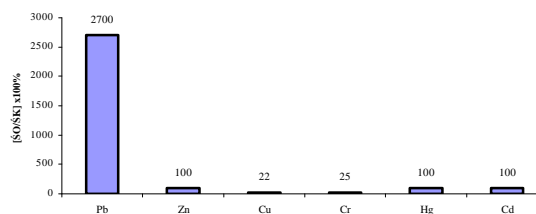
Drugą cechą ścieków deszczowych powstających w fazie spływu powierzchniowego jest nierównomierność zrzuć ładunków zanieczyszczeń w jednostce czasu, która w literaturze nazywana jest efektem kumulatywnym lub efektem szokowym [3].

Poniższe wykresy przedstawiają porównanie zanieczyszczeń wprowadzanych do odbiornika z oczyszczonymi ściekami komunalnymi (ŚK) i nie oczyszczonymi ściekami opadowymi (ŚO) [3].

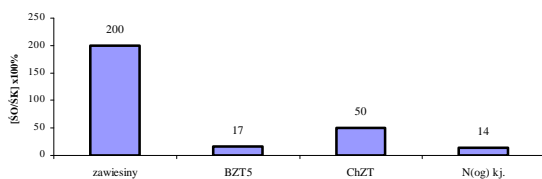
Relacje ładunków zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska ze ściekami opadowymi (ŚO) i oczyszczonymi ściekami komunalnymi (ŚK) w ciągu 1 roku.



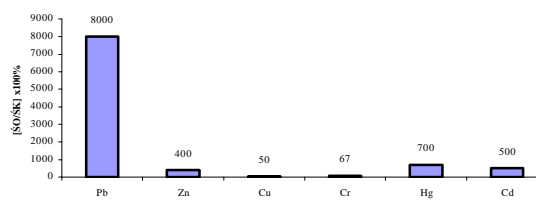
Relacje ładunków metali ciężkich wprowadzanych do środowiska ze ściekami opadowymi (ŚO) i oczyszczonymi ściekami komunalnymi (ŚK) w ciągu 1 roku.



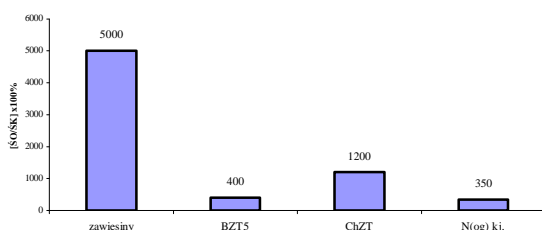
Relacje ładunków zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska ze ściekami opadowymi (ŚO) i oczyszczonymi ściekami komunalnymi (ŚK) w ciągu 1 dnia.



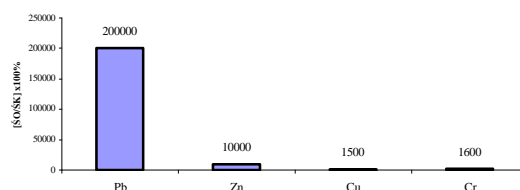
Relacje ładunków metali ciężkich wprowadzanych do środowiska ze ściekami opadowymi (ŚO) i oczyszczonymi ściekami komunalnymi (ŚK) w ciągu 1 dnia.



Relacje ładunków zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska ze ściekami opadowymi (ŚO) i oczyszczonymi ściekami komunalnymi (ŚK) w ciągu 1 godziny.



Relacje ładunków metali ciężkich wprowadzanych do środowiska ze ściekami opadowymi (ŚO) i oczyszczonymi ściekami komunalnymi (ŚK) w ciągu 1 godziny.



Na ich podstawie można stwierdzić, że roczne ładunki metali ciężkich i zawiesiny wprowadzane ze ściekami opadowymi są porównywalne do tych wprowadzanych z oczyszczonymi ściekami komunalnymi, ale w przypadku np.: ołowiu ścieki opadowe są głównym źródłem tego zanieczyszczenia. Po analizie danych dotyczących jednego dnia lub jednej godziny, można wysunąć wniosek, że **ładunek odprowadzany w krótkim czasie wraz ze ściekami opadowymi jest wielokrotnie większy, np.: w stosunku do zawiesiny może to być nawet 50 razy więcej.** Zawiesina ogólna nie bez powodu jest wymieniana jako główne zanieczyszczenie wód deszczowych spływających z dróg. Wynika to z faktu, że zanieczyszczenia powstające w fazie spływu powierzchniowego kumulują się właśnie w zawieszynie, a tylko niewielka ich część jest rozpuszczalna w wodzie.

Podsumowując można powiedzieć, że ścieki opadowe ze zlewni o charakterze komunikacyjnym (drogi, parkingi, itp.) cechują się:

- wysoką zmiennością parametrów zanieczyszczenia,
- nierównomiernością spływu w czasie - efektem szokowym,
- **kumulacją większości zanieczyszczeń w zawieszynie,**
- kompozycją zawiesiny zawartej w ściekach - przewaga zawiesiny ziarnistej (uziarnienie bardzo różne wg różnych źródeł),

Podwyższona zawartość SEEN i substancji ropopochodnych występuje praktycznie wyłącznie w spływach ze stacji paliw.

Podwyższona zawartość substancji ropopochodnych lub innych niebezpiecznych substancji w spływach opadowych poza stacjami paliw może być skutkiem jedynie wypadków i katastrof drogowych.

1.2. Ścieki sanitarne i technologiczne

Z uwagi na początkową fazę budowy autostrad w Polsce praktycznie nie ma krajowych źródeł i opublikowanych badań jakości ścieków sanitarnych pochodzących z urządzeń sąsiadujących z drogami (MOP-y, MPO, OUA, OUD, itp.)

Wytyczne dot. obliczania ilości i jakości ścieków sanitarnych pochodzących z obiektów towarzyszących trasom komunikacyjnym zawarte w **niemieckiej normie ATV A109 [10]** wskazują na znaczące różnice pomiędzy ściekami z infrastruktury drogowej a typowymi ściekami bytowo-gospodarczymi.

Ścieki z punktów gastronomicznych wykazują niższą niż średnia całkowitą zawartość fosforu. Obciążenie związkami tłuszczowymi może być bardzo wysokie, zwłaszcza przy nieodpowiednim sposobie oczyszczania tych ścieków, względnie przy niewystarczającym czasie ich przebywania w separatorze tłuszczu. Ponadto, ścieki sanitarne są obciążone większą niż przeciętna ilość papieru, celulozy i materiałów włóknistych.

Obliczenia przeprowadzone zgodnie z ww. normą wskazują z kolei na bardzo wysokie ładunki i stężenia BZT₅ (z punktów gastronomicznych nawet 1000 mgBZT₅/dm³).

Wytyczne projektowe [10] dla określenia wielkości urządzeń oczyszczających mówią, że dla sanitariatów przyjmować należy specyficzne ładunki organiczne 5 gBZT₅ /osobę×dzień, a dla wolno stojących obiektów WC - co najmniej 250 użytkowników dziennie. Stąd jasno wynika, iż w wolno stojących sanitariatach powstaje ładunek zanieczyszczeń odpowiadające co najmniej **1250 g BZT₅ /d**, co odpowiada **RLM ≈ 21**.

Wzrost wartości zanieczyszczeń może nastąpić przy np.: nagłym wzroście gości w restauracjach lub dużej ilości autokarów turystycznych danego dnia (natężenie ruchu).

Wytyczne zawarte w cytowanej normie podają również sposoby obliczania 'pików' w natężeniu ruchu.

Uśredniając skład ścieków z wszystkich obiektów scharakteryzowanych w normie ATV A109 (obiekty WC, punkty gastronomiczne, restauracje różnych typów, motele) – możemy się spodziewać stężeń BZT₅ = **630÷750 mg BZT₅/dm³**.

Oczywiście skład ścieków sanitarnych z obiektów infrastruktury drogowej w Polsce w początkowej fazie budowy autostrad może być inny. Jednak autostrady budujemy na lata, warto więc korzystać z doświadczeń naszych zachodnich sąsiadów.

Tabela 2 przedstawia charakterystykę ścieków surowych doprowadzanych do biologicznych oczyszczalni zainstalowanych przy obiektach infrastruktury budującej się autostrady A2 – w pierwszych miesiącach użytkowania odcinka autostrady. Są to głównie ścieki z sanitariatów.

Jak widać z podanych wartości zróżnicowanie stężeń jest znaczne. Stężenia BZT₅ nie są zbyt wysokie, ale występuje znacząca dysproporcja pomiędzy BZT₅ a ChZT – niespotykana w typowych ściekach sanitarnych. Prawdopodobnie związane jest to z częstym sprzątnięciem sanitariatów w stosunku do aktualnej ilości użytkowników (odcinek dopiero uruchomiony). Szczególną uwagę należy zwrócić na azot amonowy, którego stężenia wahają się w granicach **70÷266 mg N/dm³**. W praktyce oznacza to poważne trudności w wymiarowaniu i eksploatacji oczyszczalni biologicznych przyjmujących tak zróżnicowany ładunek azotu.

Tabela 2: Charakterystyka ścieków surowych sanitarnych doprowadzanych do biologicznych oczyszczalni zainstalowanych przy obiektach infrastruktury autostrady A2 [9].

badany parametr	jednostka	wartość
pH	–	7,4 – 8,6
BZT ₅	mg O ₂ /dm ³	33,9 – 50
ChZT (Cr)	mg O ₂ /dm ³	103 – 217
Azot amonowy	mg NH ₄ N/dm ³	70 – 266
Azot azotanowy	mg NO ₃ N/dm ³	0,4 – 5,5
Azot azotynowy	mg NO ₂ N/dm ³	0,005 – 1,15
Azot ogólny Kjeldahla	mg N/dm ³	74 – 290
Fosfor ogólny	mg P/dm ³	3,34 – 5,43
Zawiesiny	mg /dm ³	23,6 – 155

Poza ściekami typowo sanitarnymi, do kanalizacji sanitarnej obiektów OUA, OUD i MPO są odprowadzane ścieki nie będące ściekami sanitarnymi (Tabela 3), a których nie wolno odprowadzać do wód deszczowych, np.:

- ścieki spod nalewaków stacji paliw,
- ścieki z myjni pojazdów,
- ścieki ze stacji uzdatniania wody (jeżeli są lokalne ujęcia),
- odpływy z garaży i warsztatów.

Wszystkie powyższe rodzaje ścieków nazwano wspólnym mianem ścieków technologicznych.

1.3. Zbiorcza charakterystyka ścieków w infrastrukturze drogowej

Tabela 3. stanowi próbę zbiorczej charakterystyki ścieków z infrastruktury dróg i autostrad.

Tabela 3. Źródła zanieczyszczeń i ich rodzaj w ściekach odprowadzanych z dróg, autostrad i obiektów im towarzyszących [5], [6], [9].

Źródła ścieków w infrastrukturze dróg i autostrad	Rodzaj ścieków	Charakterystyka (główne zanieczyszczenia)
pasy jezdne i pobocza	opadowe	Zog, ChZT, m. ciężkie, chlorki
Mosty, wiadukty, estakady, węzły		Zog, ChZT, m. ciężkie, chlorki, A
Miejsca obsługi Podróżnych (MOP)		
Parkingi	opadowe	Zog., bakter.
WC	sanitarne	Nog., ChZT, bakter.
Punkty gastronomiczne		tłuszcze, ChZT, BZT ₅ , bakter.
Stacje paliw	opadowe + technologiczne	ropopochodne, ChZT, m. ciężkie
Stanowiska obsługi pojazdów		
Większe obiekty gastronomiczno – handlowe	sanitarne	tłuszcze, ChZT, BZT ₅ , bakter.
Biura turystyczne, ubezpieczeniowe, banki, itp. Obiekty noclegowe	sanitarne	BZT ₅ , bakter.
Miejsca poboru opłat (MPO)		
Parkingi	opadowe	Zog, bakter.
Stanowiska poboru opłat	sanitarne + technologiczne	Nog., ChZT, bakter., ropopochodne, Zog,
Obiekty sanitarne		
Pomieszczenia dla policji i służb medycznych Zaplecze socjalno – technologiczne		
Obwody utrzymania autostrad/dróg (OUA, OUD)		
Budynki biurowe		

Magazyny	sanitarne + technologiczne	Nog., ChZT, bakter., ropopochodne, Zog,
Garáže		
Warsztaty		
Place utwardzone	opadowe	Zog,
Stacje paliw	opadowe + technologiczne	ropopochodne, ChZT, m. ciężkie
Myjnie taboru drogowego	technologiczne	Zog, ropopochodne, ChZT,

Zog – zawiesina ogólna

bakter. – zanieczyszczenia bakteriologiczne

A – podwyższone zagrożenie rozlewami w wyniku kolizji

Obowiązujące standardy emisji zanieczyszczeń zawartych w wodach opadowych odprowadzanych z dróg krajowych i wojewódzkich, parkingów i obiektów dystrybucji paliw, wymuszają podczyszczanie ścieków w zakresie zawiesiny ogólnej (Zog < 100 mg/l) i substancji ropopochodnych (ropopoch. < 15mg/l). Brak obowiązku usuwania ChZT, metali ciężkich, chlorków, czy zanieczyszczeń bakteriologicznych. Jednak kiedy jedynym odbiornikiem ścieków opadowych jest np. odbiornik chroniony – parametry jakościowe odprowadzanych ścieków mogą być normowane zarządzeniami lokalnymi (np.: decyzją o ustanowieniu strefy ochronnej) i mogą stanowić istotną przeszkodę w uzyskaniu pozwolenia wodnoprawnego, a co ważniejsze – stanowią poważne zagrożenia dla wrażliwych odbiorników. Dlatego w powyższej klasyfikacji zamieszczono wszystkie zanieczyszczenia istotne dla dobrej charakterystyki danego rodzaju ścieków, nawet, jeśli teoretycznie usuwać ich nie trzeba.

2.0. Zasady minimalizowania zagrożeń w projektowaniu dróg - przepisy, normy, zalecenia sztuki inżynierskiej i zdrowy rozsądek

Podstawę formalną do rozwiązywania problematyki ochrony wód w infrastrukturze dróg i autostrad stanowią:

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z 8 lipca 2004 roku [1],
- Polska Norma PN-S-02204 Drogi Samochodowe: Odwodnienie dróg 1997 [2].

Wymienione powyżej dokumenty precyzują nam m.in.:

- kiedy wody opadowe uznaje się za ścieki,
- jakie ilości wód opadowych należy oczyszczać (w zależności od rodzaju zlewni),
- do jakich parametrów należy je oczyszczać.

Norma drogowa daje ponadto podstawy do obliczania ilości i składu frakcyjnego zawiesin w wodach opadowych z dróg.

Analizując złożoność problematyki ochrony wód w otoczeniu dróg należy jednoznacznie stwierdzić, że obydwie wymienione dokumenty, choć pomocne, nie są wystarczające do skutecznej ochrony tych wód. Nie wyczerpują bowiem problemu doboru odpowiednich środków i metod do skali zagrożeń.

Tymczasem jednym z podstawowych warunków skutecznej ochrony środowiska jest prawidłowa alokacja środków – zarówno finansowych, jak i technicznych. Stąd wszyscy uczestnicy procesu inwestycyjnego powinni – oprócz wymagań formalno-prawnych – kierować się zasadami wypracowanymi przez środowiska branżowe i naukowe, a także zdrowym rozsądkiem.

Poniżej podajemy najbardziej podstawowe zalecenia ochrony środowiska, których należy przestrzegać w projektowaniu, budowie i eksploatacji dróg [6]. Autorzy referatu pozwolili sobie na ujęcie ich w cztery główne zasady – ohrzczone roboczo zasadami A. B. C. D.

A. Dopasuj postępowanie do charakteru i stopnia zagrożenia zlewni

- odcinki dróg zlokalizowane w strefach ochrony pośredniej ujęć wód podziemnych i na terenach wewnętrznych strefy pośredniej ujęć wód powierzchniowych powinny posiadać szczelny korpus, zabezpieczenia uniemożliwiające zjechanie samochodów z jezdni oraz kanały odwadniające transportujące spływy poza strefę;
- spływy z dróg przed ich wprowadzeniem do gruntu o dużej przepuszczalności, do powierzchniowych wód stojących o ważnym znaczeniu gospodarczym i krajobrazowym oraz do wód płynących o I klasie czystości i $\dot{S}NQ < 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ powinny być oczyszczane w odpowiednich urządzeniach infiltracyjnych lub retencyjno – sedymentacyjnych;
- wody powierzchniowe płynące I klasy czystości niezależnie od wyników oceny ich chłonności powinny być zabezpieczone przed spływami substancji niebezpiecznych z dróg wskutek katastrof pojazdów. W tym celu należy stosować urządzenia przechwytyjące zanieczyszczenia przy wpustach odwadniających lub zbiorniki buforowe przy wylotach kanałów;

B. Wykorzystaj naturalne warunki przestrzenne i przyrodnicze zlewni,

- należy preferować odprowadzanie spływów z dróg poprzez odkryte rowy trawiaste i unikać tam, gdzie jest to możliwe podziemnych kanałów;
- wody stojące, które nie mają znaczenia gospodarczego i walorów krajobrazowych powinny być wykorzystane jako odbiorniki nie oczyszczonych spływów opadowych;
- należy preferować powierzchniowe, rozproszone odwodnienie drogi do otaczającego terenu, w celu wykorzystania oczyszczających właściwości gruntu wszędzie tam, gdzie nie istnieje niebezpieczeństwo zanieczyszczenia wód gruntowych;
- należy ograniczać stosowanie krawężników, dzięki czemu zmniejsza się akumulacja zanieczyszczeń na jezdniach, a w konsekwencji również zanieczyszczenie spływów opadowych;
- zaleca się stosowanie nieskomplikowanych urządzeń oczyszczających, a przede wszystkim takich, które pozwalają na wykorzystanie i intensyfikację naturalnych procesów redukcji zanieczyszczeń oraz zmniejszają natężenie odpływu do odbiornika;

C. Rozwiązuj kompleksowo problemy gospodarki ściekowej

- ścieki bytowo-gospodarcze (sanitarne) i technologiczne z obiektów towarzyszących drodze (MOP-y, stacje paliw, bazy utrzymania drogi, itp.) muszą być oczyszczane mechanicznie i biologicznie w celu dotrzymania warunków określonych w rozporządzeniu Ministra Środowiska.
- ścieki opadowe powstające na terenie tych obiektów i na parkingach powinny być oczyszczane w urządzeniach sedymentacyjno-flotacyjnych. Osady powstające w wyniku oczyszczania ścieków powinny być zagospodarowane zgodnie z zasadami ochrony środowiska.
- należy dążyć do rozwiązania gospodarki wodno-ściekowej obiektów towarzyszących drodze wspólnie z władzami lokalnymi w celu kompleksowej ochrony środowiska wodnego i poprawy warunków sanitarnych otoczenia.

D. Ograniczaj niebezpieczeństwa eksploatacyjne, używaj drogi z głową:

- trasy przewozu substancji niebezpiecznych należy planować poza strefami ujęć wód oraz innych zasobów wodnych szczególnie chronionych;

- ❑ należy opracować i wdrożyć sprawne systemy powiadamiania o zagrożeniu środowiska wodnego substancjami niebezpiecznymi w wyniku katastrof samochodowych;
- ❑ optymalizować używanie soli w okresach zimy, a w pobliżu szczególnie wrażliwego środowiska wodnego ograniczać ich stosowania;
- ❑ przestrzegać instrukcji eksploatacji zastosowanych urządzeń ochrony wód.

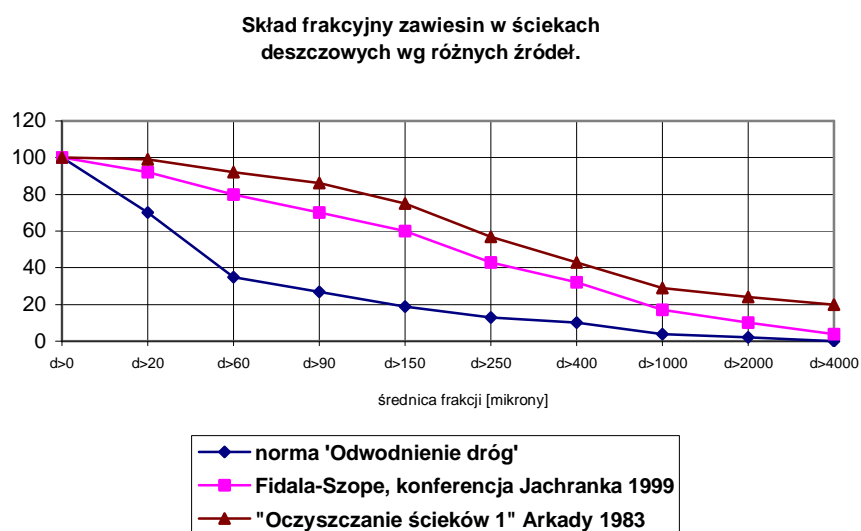
Wytyczne do wyboru systemu oczyszczania wód opadowych, które znalazły się w Rozporządzeniu Ministra Środowiska, nie znajdują uzasadnienia ekologicznego ani ekonomicznego, np.: zapis o stosowaniu przelewów przed urządzeniami oczyszczającymi wody opadowe.

Projektanci mają do dyspozycji szereg rozwiązań technicznych oczyszczania ścieków (urządzenia gotowe oraz obiekty naturalne). Ponadto mogą wspomagać te rozwiązania systemami retencji. Tak więc optymalizacja systemów oczyszczania wód opadowych w infrastrukturze drogowej pod względem ekologicznym i ekonomicznym jest całkowicie możliwa. Podstawowym warunkiem jest wysoki poziom odpowiedzialności uczestników etapu projektowania i wykonawstwa tego typu obiektów.

O ile wymagania Ministra Środowiska mogą okazać się niewystarczające do skutecznej ochrony środowiska w infrastrukturze drogowej, o tyle norma drogowa może z kolei prowadzić do przeinwestowania urządzeń ochronnych.

Zalecenia normy drogowej dotyczące składu frakcyjnego zawiesin – potraktowane poważnie – zmuszają projektantów do stosowania prawie wszędzie nie tylko osadników, ale urządzeń filtracyjnych! Według normy bowiem 50% ogólnej masy zawiesiny to cząsteczki o granulacji poniżej 30 μm . W praktyce oznacza to, iż wbrew ogólnemu pojmowaniu definicji zawiesiny, jest ona w ściekach opadowych nie w formie „piachu”, ale raczej „kisielu”.

Na szczęście ta sama norma drogowa – w § 4.4. – dopuszcza stosowanie (m.in. w obliczeniach ekologicznych) innych modeli i metod obliczeniowych, pod warunkiem ich empirycznej weryfikacji. Taką empiryczną weryfikację mogą stanowić publikacje Fidała – Szope [12] i Sawickiej – Siarkiewicz [13] oraz dane z publikacji [14] (patrz Rysunek 1).



Rysunek 1: Rozkład frakcyjny zawiesin w ściekach deszczowych wg różnych źródeł.

Autorzy nie dysponują prawdą objawioną dotyczącą rzeczywistego składu zawiesin w wodach opadowych. Pragną jednak zwrócić uwagę, iż norma drogowa nie jest jedynym źródłem, z którego można korzystać w projektowaniu, hołdując zasadzie, iż stopień optymizmu bądź pesymizmu założeń wyjściowych do projektowania powinien zawsze korespondować ze stopniem zagrożenia środowiska w przedmiotowej zlewni.

3.0. Urządzenia, obiekty, technologie stosowane do ograniczania zanieczyszczeń ścieków z dróg i obiektów infrastruktury drogowej -poradnik postępowania - co, gdzie, kiedy?

Skuteczność ochrony wód przed zanieczyszczeniami generowanymi w infrastrukturze drogowej w dużym stopniu zależy od konsekwencji działań prewencyjnych na każdym etapie powstawania zanieczyszczenia.

Inżynieria sanitarna daje projektantom ogromny wybór metod i technologii, m.in.:

1. metody i technologie ograniczające ilość zanieczyszczeń,
2. metody i technologie podczyszczania wód opadowych,
3. metody i technologie wspomagające procesy samooczyszczania;

W projektowaniu odwodnienia dróg należy umiejętnie wykorzystywać wszystkie z nich (szczegółowo przedstawione w Tabeli 4) - stosując jednocześnie zasady A.B.C.D. (szczegółowo przedstawione w rozdziale 2.).

Tabela 4: Metody i technologie używane do ochrony wód przed zanieczyszczeniami spłukiwanymi przez wody opadowe

<i>metody i technologie ograniczające ilość zanieczyszczeń</i>	<ul style="list-style-type: none"> - obsiew tymczasowy, przykrywanie ściółką, - geosyntytyki (geowłóknina na bazie PE, PP, PCV, nylon lub ich mieszanki), - stabilizacja chemiczna (natrysk powierzchniowy materiałami opartymi na winylu, asfalcie lub gumie), - trwałe obsiewanie, obsadzanie, darniowanie, - strefy buforowe (drzewa, krzewy – wierzba, olcha), - stabilizacja brzegów cieków (narzuty kamienne, kosze szańcowe, elementy żelbetowe, pale, ażurowe konstrukcje betonowe, asfaltowanie), - grobla ziemna (wał, wał + kanał), - rowy i wały kanalizacyjne, - stopnie filtracyjne (kamienne lub żwirowe), - przegrody przepuszczalne (stałe lub tymczasowe montowane w rowach / kanałach).
<i>metody i technologie podczyszczania wód opadowych</i>	<ul style="list-style-type: none"> - zbiorniki sedymentacyjno – retencyjne (tymczasowe i stałe), - stawy o rozszerzonej retencji („suche”), - stawy napowietrzane, - metody wykorzystujące zjawisko filtracji, <ul style="list-style-type: none"> o infiltracyjne systemy kanalizacji deszczowej, o studzienki osadowo – filtracyjne, o baseny infiltracyjne i filtracyjne, o filtry gruntowe poziome, o filtry roślinne z makrofitami / oczyszczalnie hydrofitowe, - separatory substancji ropopochodnych, - dezynfekcja wody (HClO⁻, Cl₂↑, O₃↑, H₂O₂, katodowanie Ag, UV 240 – 280 nm, ultradźwięki).
<i>metody i technologie wspomagające procesy samooczyszczania</i>	<ul style="list-style-type: none"> - sztuczne podłoża zawieszane w wodach powierzchniowych: <ul style="list-style-type: none"> o przegrody zawieszane w ciekach, o struktury BIO-HYDRO (kratownice wykonane z chropowatego tworzywa sztucznego), o bariery biologiczne (np.: sieć porośnięta małżami). - wapnowanie wód (odkwaszenie dna i umożliwienie/ułatwienie wymiany związków chemicznych między osadami dennymi i wodą), - biopreparaty (suche wyselekcjonowane kultury bakterii).

Ograniczenie zanieczyszczenia oraz ilości wód opadowych w zlewniach jest głównym celem w stosowanych technologiach ochrony wód.

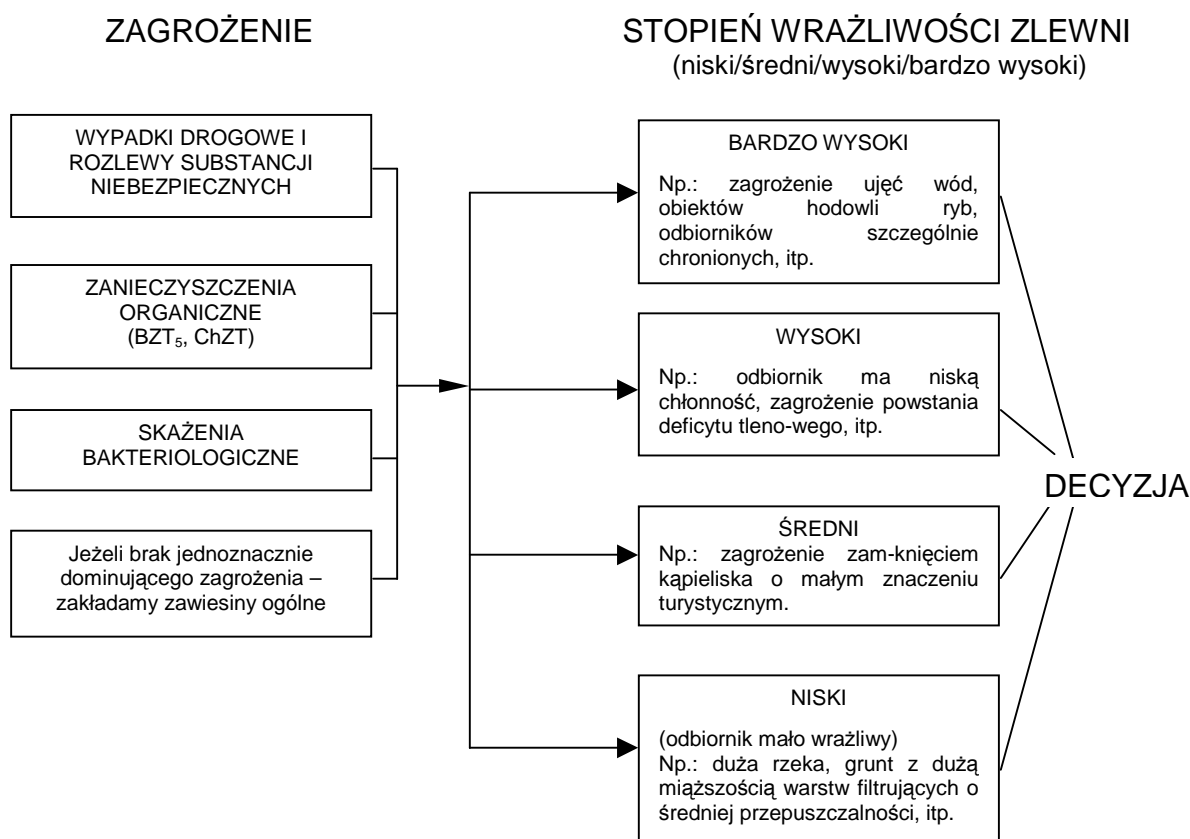
Analogiczne zasady należy stosować w rozwiązywaniu gospodarki ściekami sanitarnymi i technologicznymi.

Z uwagi na mnogość dostępnych rozwiązań i ilość kryteriów, które należy wziąć pod uwagę, aby dokonać optymalnego (dla danych warunków) doboru rozwiązania technicznego, autorzy proponują przyjęcie poniższego modelu postępowania.

Na żadnym etapie procesu inwestycyjnego nie wolno zapominać o zasadach A.B.C.D.

- I. W pierwszej kolejności – analizując warunki panujące w danej zlewni - należy określić dominujące zagrożenie środowiskowe i stopień wrażliwości zlewni.

Przykładowo:



Oczywiście powyższy diagram nie wyczerpuje wszystkich możliwych przypadków.

Wody podziemne (odprowadzanie ścieków do gruntu) - są chronione w sposób naturalny przed ujemnym wpływem dróg poprzez przykrywającą warstwę gruntu, który stanowi filtr przechwytyjący zawiesiny i inne zanieczyszczenia związane z nimi, a wśród metali ciężkich przede wszystkim ołów. Warstwa gruntu nie zabezpiecza jednak wód podziemnych przed chlorkami i węglowodorami oraz płynnymi substancjami toksycznymi rozlanymi w skutek np.: katastrofy drogowej. Przy czym należy zaznaczyć, że najbardziej niebezpiecznymi zanieczyszczeniami będą te, które mają wpływ na wody podziemne wykorzystywane do zaopatrzenia w wodę.

Wody powierzchniowe stojące - są najbardziej wrażliwie na zanieczyszczenia pochodzące z dróg ze względu na akumulację substancji rozpuszczonych i zawiesin osadzających się na dnie i w roślinach, gdyż proces sedymentacji przebiega w tych warunkach bardzo intensywnie. Wynika z tego, że zbiorniki wód powierzchniowych stojących o ważnym

znaczeniu gospodarczym (ujęcia wód, hodowla ryb i rekreacja) powinny być szczególnie chronione przed tym źródłem zanieczyszczenia. Natomiast wody stojące o nieistotnym znaczeniu gospodarczym i małych walorach estetycznych (np.: wyrobiska, stawy o niskiej jakości wody) mogą być efektywnie wykorzystane jako odbiorniki zanieczyszczeń z dróg. Można je traktować jako naturalne oczyszczalnie lub zbiorniki buforowe zatrzymujące np.: zanieczyszczenia awaryjne, a więc chroniące bardziej wrażliwe środowisko wodne.

Wody powierzchniowe płynące – zwłaszcza o dużych spadkach (rzeki o charakterze górskim) lub przepływie - są relatywnie najmniej wrażliwie na zanieczyszczenia, gdyż naturalne procesy samooczyszczania zachodzą w nich najszybciej. Szczególną ochroną powinny w tym wypadku być otoczone wody o szczególnych parametrach przyrodniczych (I klasy czystości, przepływające przez rezerваты, obszary tarliskowe ryb, itp.) dopływy do ujęć wody powierzchniowej, a także wody zasilające ujęcia infiltracyjne.

Przy ocenie stopnia wrażliwości zlewni na zagrożenia środowiskowe zawsze należy analizować skutki ekologiczne danego skażenia nie tylko dla bezpośredniego odbiornika, ale także dla wód mających z nim kontakt w dolnym biegu.

- II. Z kolei - należy określić odbiornik optymalny dla danej zlewni (danego odcinka drogi/autostrady).

Ostatecznymi naturalnymi odbiornikami ścieków są wody powierzchniowe lub grunt (w praktyce – wody podziemne).

Mogą też wystąpić sytuacje (bardzo rzadkie w naszym klimacie), w których odbiornikiem ścieków będzie atmosfera. W praktyce jednak nawet całkowite odparowanie ścieków nie likwiduje zagrożenia wód gruntowych, gdyż zanieczyszczenia pozostałe po odparowaniu pozostają na ziemi i kolejne opady mogą spowodować ich infiltrację.

W przypadku, gdy analiza w punkcie I wykazuje bardzo silną wrażliwość danej zlewni i zagrożenie odbiornika naturalnego – należy rozważyć zmianę odbiornika.

Zmiana odbiornika będzie polegała na poszukiwaniu mniej zagrożonego odbiornika w zlewni sąsiadującej.

Dlatego z punktu widzenia lokalnej zlewni (danego odcinka drogi/autostrady) odbiornikami ścieków będą zarówno odbiorniki naturalne:

- a) Wody powierzchniowe (rzeki lub jeziora przepływowe i ich dopływy),
- b) Grunt,

jak i sztuczne:

- c) Kanalizacja deszczowa,
- d) Kanalizacja sanitarna,
- e) Kanalizacja ogólnospławna.

W skrajnych przypadkach – kiedy docelowy odbiornik ścieków jest tak oddalony, że budowa systemu kanalizacyjnego staje się nieopłacalna – zastosowanie w charakterze **'lokalnego odbiornika'** mogą znaleźć również **zbiorniki bezodpływowe**.

Na tym etapie decyzyjnym szczególne zastosowanie znajdzie zasada C. Autostrady i drogi w naszym kraju rzadko przebiegają przez pustynie – istnieje więc realna szansa włączania niektórych obiektów infrastruktury drogowej do infrastruktury wodno-ściekowej wsi i gmin.

- III. W całym procesie projektowania stosujemy dostępne metody i technologie ograniczania ilości zanieczyszczeń – wykorzystując maksymalnie warunki przestrzenne zlewni (zasada B).
- IV. Ostateczny dobór rozwiązania technicznego oczyszczania ścieków (opadowych, sanitarnych, technologicznych) uzależniamy od rodzaju odbiornika oraz stopnia wrażliwości i warunków przestrzennych zlewni (zasada A i B).

Każde z zastosowanych urządzeń będzie pełniło określoną funkcję w procesie oczyszczania ścieków. Będą to :

- transport ścieków,
- zwiększenie retencji odpływu,
- podczyszczanie mechaniczne,
- oczyszczanie biologiczne,
- odcinanie odpływu substancji niebezpiecznych do odbiornika,
- magazynowanie ścieków,
- odparowanie ścieków (b. rzadkie w polskim klimacie).

Wiele z dostępnych (i stosunkowo prostych) rozwiązań technicznych łączy w sobie kilka funkcji na raz. Dlatego w zlewni kanalizacji deszczowej stosowanie prostych urządzeń oczyszczających i retencjonujących spływy, gdzie wykorzystywana jest naturalna biologiczna degradacja zanieczyszczeń, winno być rozwiązaniem preferowanym.

Godnym polecenia jest również stosowanie Infiltracji powierzchniowej. Jest to najczęściej stosowane rozwiązanie w odwodnieniu dróg. Wymaga jednak poprzedzenia starannymi analizami hydrogeologicznymi. Przydrożne rowy trawiaste stosowane są w rozwiązaniu standardowym, rowy z przewodem drenarskim, rowy z warstwą filtracyjną żwirowo-piaskową – w gruntach słabo przepuszczalnych. W rowach instalowane są progi, przegrody piętrzące, zastawki w celu intensyfikacji procesów sedymentacji i infiltracji.

W przypadku braku takich możliwości warto stosować rozwiązania powodujące intensyfikację procesów samooczyszczania się wody w odbiorniku.

W konkretnych sytuacjach nie należy rezygnować z rozwiązań technicznie bardziej skomplikowanych, droższych w eksploatacji ale mogących okazać się niezastąpionymi – szczególnie w przypadkach szczególnie chronionych odbiorników - ale powinno to być zawsze szczegółowo umotywowane wymaganiami ochrony środowiska.

Do takich rozwiązań należą min. separatory substancji ropopochodnych (szczególnie koalescencyjne). Bez wątpienia separatory powinny być zastosowane na stacjach paliw, w rejonie tankowania paliw, na terenie obiektów towarzyszących drogom. Separatory mogą również być stosowane przy dużych rozjazdach (węzłach), wiaduktach, mostach – przy odbiornikach wymagających szczególnej ochrony.

W każdym przypadku transportu lub magazynowania ścieków **podstawowym warunkiem skutecznej ochrony wód jest szczelność zastosowanych przewodów i zbiorników.**

Tabela 5 stanowi próbę zebrania wszystkich omawianych wyżej zasad i zaleceń postępowania w formę podręcznego poradnika.

Tabela 5: Optymalne zastosowanie urządzeń do ograniczania zanieczyszczeń i oczyszczania ścieków z dróg i obiektów infrastruktury drogowej.

Urządzenie/rozwiązanie techniczne	Zastosowanie: rodzaj ścieków / zlewnia /odbiornik)	Funkcja
- kolektory i studnie szczelne, - przepompownie,	ścieki opadowe / mosty, wiadukty, estakady; ścieki sanitarne / MOP, MPO, OUA (OUD); odbiornik dowolny - oddalony	o transport ścieków,
- rowy szczelne (studzienki z osadnikami - opcja), - rowy trawiaste (z przegrodami spowalniającymi spływ wód, studzienkami, itp. - opcja)	ścieki opadowe / pasy jezdne i pobocza/ /odbiorniki o niskiej lub średniej wrażliwości /odbiorniki chronione – jako elementy poprzedzające inne urządzenia	o transport ścieków, o zwiększanie retencji odpływu, o podczyszczanie mechaniczne
- zbiorniki retencyjne z regulatorami przepływu, - zbiorniki buforowe z barierami przeciw olejowymi (zamknięcia automatyczne - opcja), - zbiorniki retencyjno – sedymentacyjne	ścieki opadowe / wszystkie zlewnie / odbiorniki o ograniczonej przepustowości, odbiorniki o wysokiej wrażliwości, odbiorniki szczególnie chronione,	o zwiększanie retencji odpływu, o magazynowanie ścieków, o odcinanie odpływu substancji niebezpiecznych do odbiornika, o podczyszczanie mechaniczne,
- zbiorniki retencyjno – sedymentacyjne (z filtrami vegetacyjnymi)	ścieki opadowe / wszystkie zlewnie / /odbiorniki chronione, szczególnie wrażliwe na zanieczyszczenia: organiczne, biogenne lub bakteriologiczne	o zwiększanie retencji odpływu, o podczyszczanie mechaniczne, o oczyszczanie biologiczne
- zbiorniki retencyjno – infiltracyjne	ścieki opadowe / wszystkie zlewnie / brak odbiornika powierzchniowego, grunt o niskiej lub średniej wrażliwości	o magazynowanie wraz z odprowadzaniem, o podczyszczanie mechaniczne, o oczyszczanie biologiczne,
- zbiorniki odparowująco – infiltracyjne - zbiorniki odparowujące – infiltracyjne z roślinnością wodną	ścieki opadowe / wszystkie zlewnie / brak odbiornika powierzchniowego, grunt słabo przepuszczalny	j.w. + odparowanie
- vegetacyjne zbiorniki odparowujące	ścieki opadowe / wszystkie zlewnie / brak odbiornika powierzchniowego, grunt nieprzepuszczalny	o magazynowanie ścieków, o oczyszczanie 'totalne' – brak jakiegokolwiek odpływu
- studzienki osadnikowe	ścieki opadowe / wszystkie zlewnie	o podczyszczanie mechaniczne - z zawieszin
- piaskowniki - osadniki podłużne,	ścieki opadowe ujęte w kolektory / wszystkie zlewnie	o podczyszczanie mechaniczne – z zawieszin
- osadniki wirowe samodzielne	ścieki opadowe ujęte w kolektory / wszystkie duże zlewnie (duże przepływy) / odbiorniki o średniej wrażliwości na zanieczyszczenia olejowe	o wysokosprawne podczyszczanie mechaniczne – z zawieszin i części zanieczyszczeń olejowych
- separatory substancji ropopochodnych, klasy II (grawitacyjne, lamelowe) - separatory klasy II zintegrowane z osadnikami wirowymi projektowane na cały przepływ	ścieki opadowe ujęte w kolektory / parkingi, MOP, MPO, OUA (OUD), stacje paliw / odbiorniki o średniej wrażliwości na zanieczyszczenia olejowe	o podczyszczanie mechaniczne – z zanieczyszczeń olejowych, o wysokosprawne podczyszczanie – z zawieszin
- separatory substancji ropopochodnych, klasy I (koalescencyjne) - separatory klasy I (koalescencyjne) zintegrowane z osadnikami projektowane na cały przepływ	ścieki technologiczne / stacje paliw, warsztaty, stanowiska obsługi, myjnie, itp. / odbiornik – kanalizacja sanitarna; ścieki opadowe ujęte w kolektory / stacje paliw, inne zlewnie / odbiorniki o wysokiej wrażliwości na zanieczyszczenia olejowe, odbiorniki szczególnie chronione	o wysokosprawne podczyszczanie mechaniczne – z zanieczyszczeń olejowych, o odcinanie odpływu substancji niebezpiecznych do odbiornika, o podczyszczanie – z zawieszin
- systemy przelewowe dla podczyszczalni wód opadowych (z regulatorami przepływu) współpracujące z separatorami ropopochodnych i osadnikami	ścieki opadowe ujęte w kolektory / MOP, MPO, OUA (OUD) , inne zlewnie nie zagrożone rozlewami awaryjnymi / odbiorniki o niskiej wrażliwości	o j.w. lecz tylko dla strumienia przepływającego przez ciąg podczyszczający
- oczyszczalnie mechaniczno biologiczne	ścieki sanitarne / MOP, MPO, OUA (OUD), ścieki technologiczne / MPO, OUA (OUD), stacje paliw, itp. → po podczyszczeniu w osadniku i separatorze / / odbiorniki średnio wrażliwe	o podczyszczanie mechaniczne, o oczyszczanie biologiczne,
- oczyszczalnie hydrofitowe	ścieki sanitarne / j.w., w szczególności z wolnostojących obiektów WC / wszystkie	o podczyszczanie mechaniczne, o oczyszczanie biologiczne wraz z

	odbiorniki, w szczególności odbiorniki chronione o wysokiej wrażliwości na substancje biogenne i skażenia bakteriologiczne	wysoką redukcją zanieczyszczeń bakteriologicznych
- separatory tłuszczu	ścieki sanitarne / MOP - obiekty gastronomiczne / odbiornik – kanalizacja sanitarna	o podczyszczanie mechaniczne – z olejów spożywczych i tłuszczów zwierzęcych
- zbiorniki szczelne bezodpływowe	wszystkie rodzaje ścieków / wszystkie zlewnie / całkowity brak odbiornika lub odbiorniki o bardzo wysokiej wrażliwości na duże spektrum zanieczyszczeń	o magazynowanie ścieków, o odcinanie odpływu substancji niebezpiecznych do odbiornika

W przypadkach problemów ze znalezieniem naturalnego odbiornika (brak wód powierzchniowych, nieprzepuszczalny grunt, albo obszar ujęć wody) warto pamiętać, iż zastosowanie różnego rodzaju obiektów hydrofitowych pozwala na :

- tzw. **naturalizację ścieków** – czyli doprowadzenie ścieków oczyszczonych do jakości wód powierzchniowych (a wówczas w świetle prawa przestają być ściekami);
- zwiększenie średniej rocznej wysokości parowania z lustra wody o **ponad 33%**.

4.0. Co lepiej zabezpieczy odbiornik chroniony - dyskusja wybranych rozwiązań podczyszczania ścieków opadowych i sanitarnych

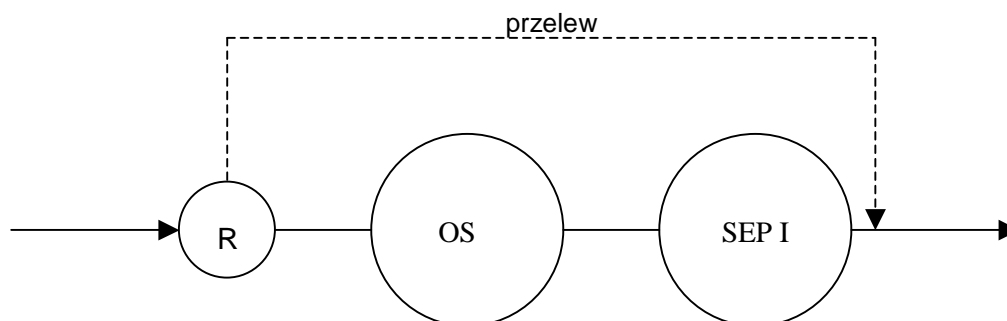
Rozważmy jedno z przykładowych zagadnień związanych z podczyszczaniem wód opadowych.

4.1. Charakterystyka zlewni opadowej i identyfikacja zagrożeń

Zlewnia o podłożu nieprzepuszczalnym, z lokalnymi zagłębieniami terenowymi. Odbiornik ścieków – jezioro o dużym znaczeniu turystyczno-rekreacyjnym z licznymi kąpieliskami. Wysoka wrażliwość na zanieczyszczenia, ale brak lokalnych aktów prawnych ustanawiających np. strefę ochronną. Spływ ścieków następuje z rozjazdu z estakadami. Trasą odbywa się wzmożony ruch cystern z paliwem. Jako dominujące zagrożenie zidentyfikowano rozlewy substancji niebezpiecznych – ropopochodnych - w wyniku kolizji drogowych.

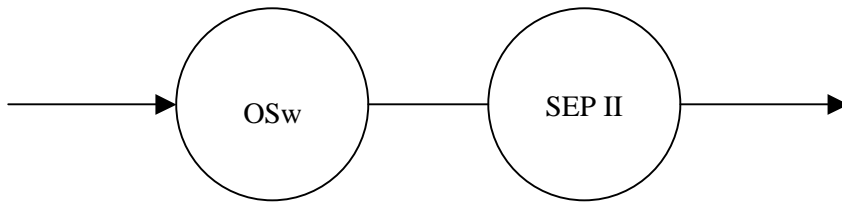
Które z niżej zaprezentowanych układów podczyszczających zapewni właściwą ochronę odbiornika?

Rys.2. Podczyszczalnia wód opadowych (osadnik + separator koalescencyjny z zamknięciem przeciwolejowym) zabezpieczona przed przeciążeniem hydraulicznym – z systemem przelewowym.



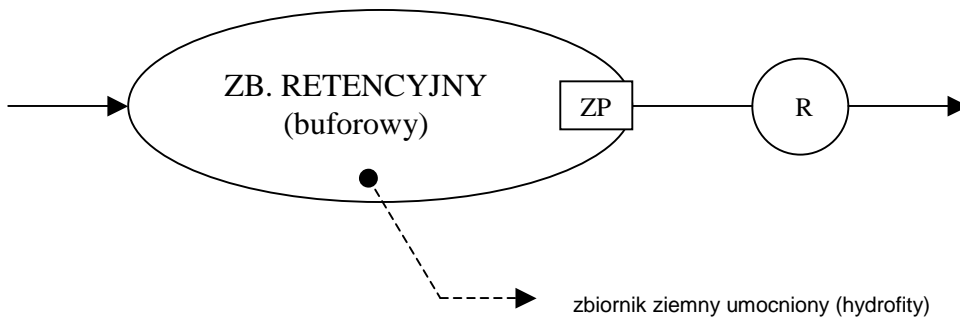
R – regulator przepływu
OS – osadnik
SEP I – separator koalescencyjny z zamknięciem przeciwolejowym – separator klasy I

Rys. 3. Podczyszczalnia wód opadowych w postaci osadnik wirowy + separator lamelowy – układ przystosowany do szerokiego spektrum przepływów.



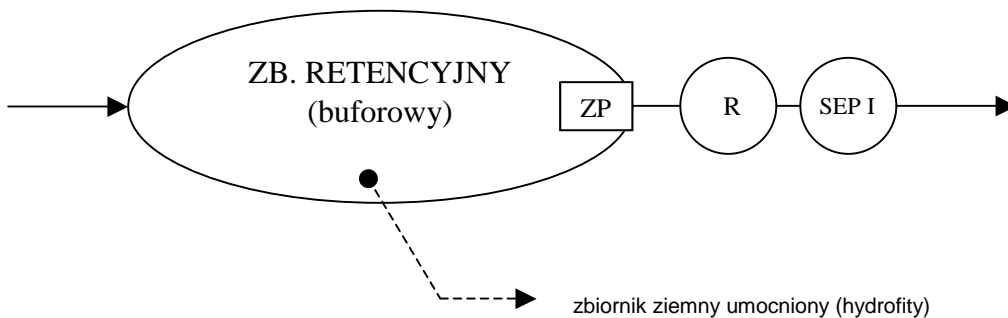
OSw – osadnik wirowy
SEP II – separator lamelowy – separator klasy II

Rys. 4. Podczyszczalnia wód opadowych w postaci zbiornika retencyjnego z zatopionym przelewem oraz regulatorem przepływu.



R – regulator przepływu
ZP – zatopiony przelew

Rys. 5. Układ oczyszczania wód opadowych w postaci zbiornika retencyjnego oraz regulatorem przepływu i separatorem klasy I.



ZP – zatopiony przelew
R – regulator przepływu
SEP I – separator koalescencyjny – separator klasy I

4.2. Dyskusja rozwiązań podczyszczania wód opadowych

Pierwsze rozwiązanie (Rys. 2) – zastosowanie układu: osadnik + separator koalescencyjny wraz z regulatorem przepływu zabezpieczającym system przed przeciążeniem - jest całkowicie zgodne z obowiązującym rozporządzeniem Ministra Środowiska, nie prowadzi jednak do uzyskania lepszych wyników oczyszczania w razie np.: dużego zrzutu zanieczyszczeń spowodowanego katastrofą drogową.

Stosując separatory klasy I podraża się koszty nie zwiększając bezpieczeństwa odbiornika nawet, gdy wzięta zostanie pod uwagę lepsza wydajność tych separatorów (klasa I >99,88%, klasa II >97,6% - wyniki uzyskane w warunkach laboratoryjnych). Układ przedstawiony na Rysunku 2 nie zatrzyma wystarczającej objętości oleju w przypadku rozlewu z cysterny. Nadmiar oleju spowoduje zamknięcie odpływu z separatora i dalszy przepływ będzie się odbywał poprzez przelew. **Tym samym rozlew wydostanie się do odbiornika.**

Rozwiązanie z zastosowaniem osadnika wirowego i separatora lamelowego (Rys. 3) jest z tego punktu widzenia dużo lepsze (choć może nie być wystarczające). Rozwiązanie to bowiem nie zawiera przelewu i cała struga ścieków przepływa zawsze przez podczyszczalnię. Nawet jeśli chwilowy efekt oczyszczania jest teoretycznie słabszy w zastosowanym tu separatorze klasy II, to efekt ekologiczny jest dużo większy. Pojemności magazynowe na olej osadnika wirowego i separatora łącznie są bowiem kilkukrotnie większe niż w rozwiązaniu 1. Jeżeli pojemność magazynowania oleju jest porównywalna z pojemnością cysterny – jest to dość bezpieczne i dobre rozwiązanie.

Proste rozwiązanie przedstawione na Rysunku 4 wykorzystujące naturalny zbiornik wodny stanowi, wbrew pozorom o wiele lepsze zabezpieczenie chronionego odbiornika w porównaniu z poprzednio omówionymi układami. W zbiorniku zostaną zatrzymane zawiesiny oraz – dzięki jego znaczącej powierzchni – również zanieczyszczenia olejowe. W przypadku rozlewu awaryjnego olej płynie zwartą strugą i proste rozwiązania odpływu ze zbiornika w postaci przelewu zatopionego skutecznie zatrzyma olej na powierzchni lustra wody. Połączenie zbiornika z oczyszczalnią hydrofitową pozwala na zwiększenie zdolności buforowych zbiornika w stosunku do innych substancji niebezpiecznych, a także umożliwia **zabezpieczenie odbiornika przed skażeniem bakteriologicznym.**

Rozwiązanie zaprezentowane na Rysunku 5 jest modyfikacją poprzedniego omawianego przykładu (Rys. 4). Dodatkowo zainstalowany separator koalescencyjny (klasa I) na wylocie ze zbiornika retencyjnego zmniejszy prawdopodobieństwo przedostania się zanieczyszczeń do chronionego odbiornika. W obu przypadkach zastosowanie zatopionego przelewu (lub pływaka „anty olejowego”) przy ujęciu ze zbiornika retencyjnego umożliwia lepszą kontrolę jakości ścieków podczyszczonych.

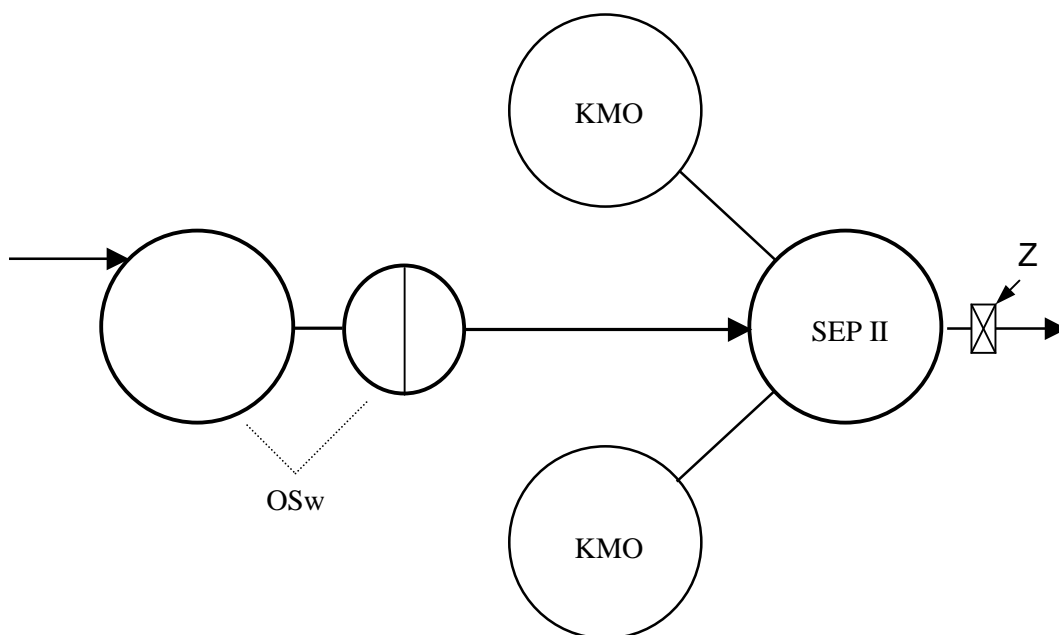
Jednym z warunków stosowania separatorów substancji ropopochodnych jest doprowadzenie do urządzenia ścieków o stężeniu zawiesiny nie przekraczającym 100 mg/l. Jeżeli stężenie zawiesiny przekracza podaną wartość należy zastosować przed separatorem osadnik. Dlatego też, stosując zbiornik retencyjny jako osadnik, uzyskuje się lepsze efekty podczyszczania ścieków. Zarówno powierzchnia czynna jak i czas zatrzymania w zbiorniku znacznie przewyższają wartości spotykane w typowych osadnikach dobieranych do układów osadnik+separator (Rys.2 i 3), co dodatkowo faworyzuje rozwiązania 4 i 5, zwłaszcza przy sprzyjających warunkach przestrzennych zlewni.

Zastosowanie zbiorników retencyjnych lub buforowych ma dodatkową zaletę w przypadku gdy ów groźny rozlew awaryjny, przed którym pragniemy zabezpieczyć odbiornik, wcale nie

jest związany z substancjami ropopochodnymi, lecz z innymi niebezpiecznymi substancjami (kwasami, zasadami, itp.). Kubatura zbiornika zawsze ułatwi zatrzymanie fali spływu. Wyposażając układ w zasuwę sterowaną odpowiednim czujnikiem – możemy skutecznie chronić odbiornik przed skutkami rozlewów awaryjnych – o zróżnicowanym składzie chemicznym.

W przypadku, gdyby stopień wrażliwości zlewni na zanieczyszczenia był jeszcze wyższy – np.: gdyby w zlewni znajdowały się ujęcia wody pitnej – wówczas istnieją przesłanki dla rozważenia szczególnych środków zabezpieczających (np.: Rys. 6, 7).

Rysunek 6: Schemat podczyszczania ścieków opadowych (osadnik wirowy + separator koalescencyjny z komorami magazynowania oleju) o podwyższonym stopniu zabezpieczenia odbiornika.



OSw – osadnik wirowy

KMO – komora magazynowania oleju

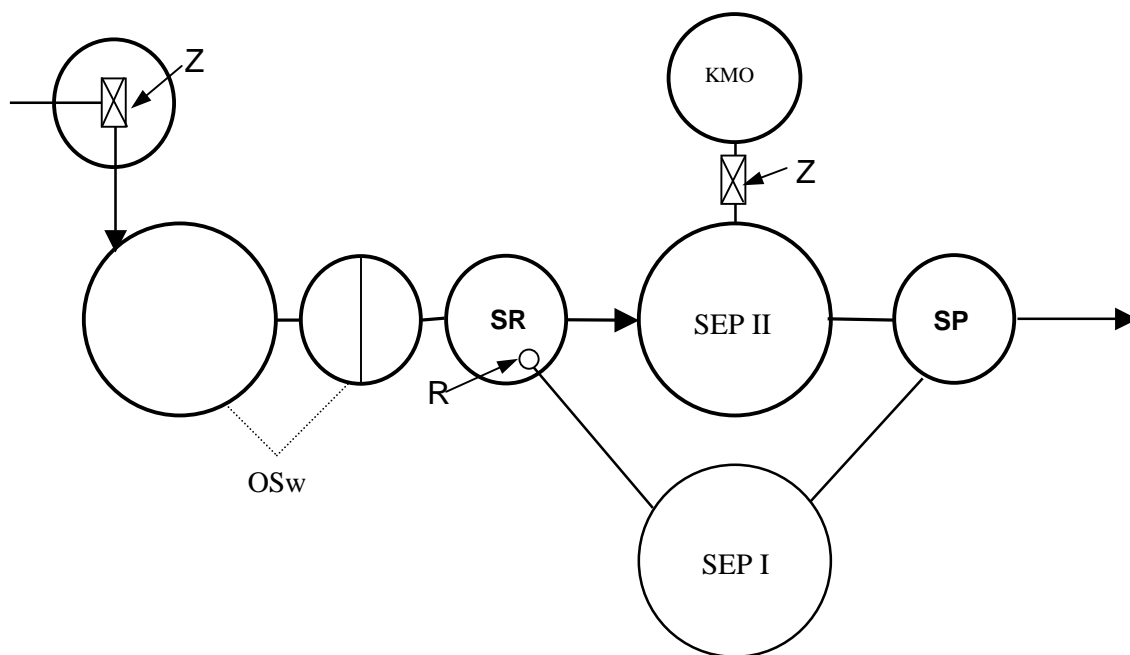
SEP II – separator lamelowy – separator klasy II

Z – zasuwę sterowaną automatycznie czujnikiem oleju

Zaproponowane rozwiązanie technologiczne na rysunku 6 i 7 opiera się na zastosowaniu osadników wirowych, separatorów koalescencyjnych z dopływem regulowanym (regulatorami przepływu) oraz separatorów lamelowych – dla nadmiaru wód. Wszystkie separatory lamelowe współpracują ze zbiornikami magazynowania substancji ropopochodnych. Każdy układ podczyszczający będzie wyposażony ponadto w 2 przepustnice: przepustnicę główną (na dopływie) zabezpieczającą przed rozlewami awaryjnymi i przepustnicę boczną (na połączeniu komory centralnej separatora lamelowego ze zbiornikiem magazynowym) regulującą napełnianie zbiornika zanieczyszczeniami olejowymi. Ponadto każdy obiekt podczyszczalni wyposażony będzie w układ sond sygnalizująco – alarmowych.

Obydwa rozwiązania zapewniają bardzo wysoki stopień zabezpieczenia odbiornika oraz automatyczne powiadomianie drogą GSM o zaistniałej awarii. Ponadto mogą być zastosowane również w trudnych warunkach przestrzennych. Koszty rozwiązania są jednak najwyższe w porównaniu z przykładami 2 – 5. Wymagają także zasilania energetycznego.

Rysunek 7: Schemat podczyszczania ścieków opadowych o szczególnym stopniu zabezpieczenia odbiornika.



OSw – osadnik wirowy

SEP I – separator koalescencyjny – separator klasy I

SEP II – separator lamelowy – separator klasy II

SP – studnia połączeniowa

KMO – komora magazynowania oleju

Z – zasawa sterowana automatycznie czujnikiem oleju

R – regulator

SR – studnia rozdzielająca

4.3. Charakterystyka zlewni sanitarnej i identyfikacja zagrożeń

Jak widać z Tab.3, część ścieków odprowadzanych z infrastruktury drogowej jest ściekami sanitarnymi (i technologicznymi). Co za tym idzie, infrastruktura drogowa generuje duże ilości substancji organicznych oraz biogennych mogących zagrażać jakości odbiorników.

Usuwanie zanieczyszczeń organicznych i biogennych w niektórych przypadkach może okazać się kłopotliwe – np. przy oczyszczaniu ścieków o składzie jak w tabeli 2.

Przyjrzyjmy się zlewni o walorach przyrodniczych i odbiorniku jak w poprzednim przykładzie, ale tym razem obciążonej dopływem ścieków sanitarnych z wolno stojących punktów WC. Dominującym zagrożeniem jest duży zrzut ładunków azotu i fosforu - grożący eutrofizacją wód odbiornika (jezioro) oraz zanieczyszczenia bakteriologiczne (kąpielisko).

4.4. Dyskusja rozwiązań oczyszczania ścieków sanitarnych

W przypadku gdy odprowadzenie takich ścieków do oczyszczalni zbiorczej (przyjmującej ścieki z innych źródeł) jest technicznie niemożliwe, projektant musi rozwiązać taki problem indywidualnie.

Ze względu na nieregularność obciążenia, pod uwagę mogą być brane tylko takie oczyszczalnie, które dzięki swojemu wyposażeniu i trybie pracy mogą wyrównać wahania dopływu i są odporne na okresowe przeciążenia. Również możliwości eksploatacyjne przy długich okresach niedociążenia muszą być brane pod uwagę przy wyborze metody [10].

Przeanalizujmy pod tym kątem trzy przykładowe rozwiązania technologiczne oczyszczalni: oczyszczalnię z osadem czynnym (rys. 8.), złożem biologicznym przedmuchiwany sprężonym powietrzem (rys. 9.) i oczyszczalnię hydrofitową (rys. 10.)

Rozwiązanie oparte na technologii osadu czynnego (Rys. 8), biorąc pod uwagę efektywność i popularność tej technologii - wydawałoby się rozwiązaniem skutecznie chroniącym odbiornik. Czy jednak osad czynny ma szansę dobrze pracować na ściekach z tak specyficznej zlewni?

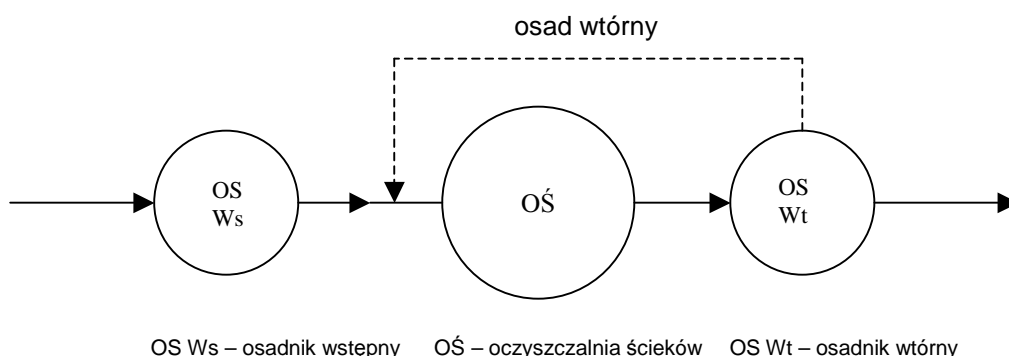
Problemy związane z przystosowaniem małych oczyszczalni pracujących w technologii osadu czynnego (fluidalnego) do nierównomiernego zrzutu ścieków (dobowej, tygodniowej, miesięcznej lub sezonowej) są opisywane w literaturze nawet przez samych producentów oczyszczalni [11]. Złagodzenie **nierównomierności dobowej** zrzutu ścieków można uzyskać stosując zbiorniki retencyjne, które dodatkowo zabezpieczają komorę osadu przed tzw. przebicim hydraulicznym mogącym wyplukiwać osad. Natomiast **nierównomierność miesięczna może już mieć zgubny wpływ na kondycję osadu. Brak dopływu ścieków w okresie dłuższym niż trzy dni powoduje degradację, a ostatecznie obumieranie osadu czynnego.**

Tymczasem wolno stojący punkt WC jest chyba najmniej przewidywalnym obiektem 'produkcji ścieków sanitarnych' z całej infrastruktury drogowej. Będziemy tu mieli do czynienia z nierównomiernościami we wszystkich możliwych do wyobrażenia profilach (godzinowym, dobowym, miesięcznym, sezonowym, rocznym, itp.).

Częściowym rozwiązaniem problemu może być obniżenie do minimum poziomu tlenu w komorze osadu i zwiększenie do maksimum recyrkulacji osadu do osadnika wstępnego. Jeśli przerwa trwa tydzień można spróbować reaktywować pracę oczyszczalni „doszczepiając” osad czynny oraz przywracając pierwotne ustawienia automatyki. Teoretycznie dowożony ściek (np.: co drugi dzień) też umożliwia przedłużenie życia biologicznego mikroorganizmów w oczyszczalni.

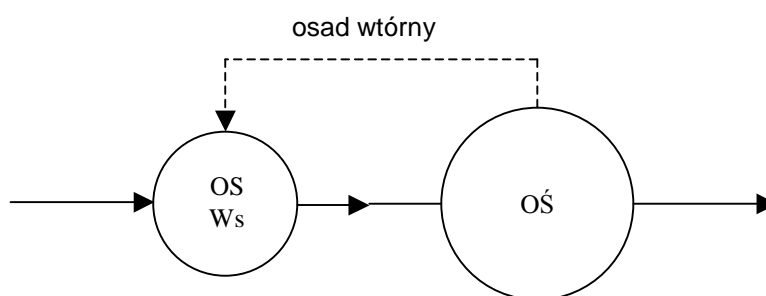
Jak widać oczyszczalnia z osadem czynnym pracująca w powyższych warunkach będzie wymagała niemal ciągłego wspomaganie. Zarówno przywrócenie pełnej przepustowości oczyszczalni pozbawionej dopływu świeżych ścieków dłużej niż tydzień, jak też podtrzymywanie pracy oczyszczalni poprzez wykonywanie ww. zabiegów czyni technologię osadu czynnego mało opłacalną z punktu widzenia kosztów eksploatacyjnych.

Rysunek 8: Oczyszczalnia ścieków (osad czynny) z osadnikiem wstępnym i wtórnym.



Innym stosowanym rozwiązaniem jest oczyszczalnia biologiczna oparta na technologii zatopionych złóż biologicznych przedmuchiwanych sprężonym powietrzem (w literaturze przedmiotu: reaktor z utwierdzoną biomasą). Rysunek 9 przedstawia przykładowy schemat oczyszczalni ze złożem zatopionym. Zaletami tej technologii są m.in. odporność na chwilowe przeciążenia hydrauliczne i na okresowy brak ścieków, rozruch już przy 25% docelowej ilości ścieków, wysokie efekty usuwania zanieczyszczeń organicznych (BZT₅, ChZT) oraz pełna nityfikacja, mała ilość osadów wtórnych i niewielkie zapotrzebowanie terenu.

Rysunek 9: Oczyszczalnia ścieków z zatopionym, przedmuchiwanyym złożem biologicznym.



OS Ws – osadnik wstępny
OŚ – reaktor biologiczny ze złożami zatopionymi
i filtrem odpływowym.

Dodatkowym atutem tego rozwiązania jest brak stałej obsługi, wysoka trwałość i odporność mechaniczna (w przypadku zabudowy reaktorów w wysokiej jakości prefabrykacjach betonowych), odporność na kilkugodzinne przerwy w zasilaniu energetycznym oraz instalacja wszystkich standardowych elementów oczyszczalni w gruncie, co dodatkowo redukuje koszty inwestycyjne związane z budową obiektu technologicznego w terenie.

Stosując zatopione złoża biologiczne na pewno unikniemy opisywanych wyżej zabiegów podtrzymujących pracę oczyszczalni, gdyż utwardzona błona biologiczna poradzi sobie z nierównomiernościami dopływu i zapewni stabilność parametrów na odpływie pod względem BZT₅, Z_{og} i ChZT a także nityfikację związków azotowych. Byłoby to zatem całkiem dobre rozwiązanie w przypadku odprowadzania ścieków oczyszczonych do rzeki lub do ziemi.

W dyskutowanym przypadku jednak odprowadzamy ścieki oczyszczone do zlewni jeziora i to na dodatek z licznymi kąpieliskami, a więc musimy zapewnić oczyszczanie ścieków ze związków biogennych; fosforu i azotu ogólnego, a także musimy zredukować zanieczyszczenia bakteriologiczne.

W obydwu przypadkach (osad czynny i złoża) uzyskanie stabilnego odpływu pod względem zawartości fosforu – jest technicznie proste – wymaga jednak zastosowania stopnia chemicznego i regularnego uzupełniania koagulantu. Jeżeli jednak skład ścieków będzie przypominał tabelę 2. – **kilkukrotnie większa zawartość azotu niż BZT₅ – to ani oczyszczalnia z osadem czynnym, ani oczyszczalnia ze złożem biologicznym nie zapewnią wymaganego usuwania azotu ogólnego z powodu braku węgla organicznego niezbędnego do denitryfikacji!**

Uzyskanie w takich warunkach wymaganych parametrów azotu ogólnego będzie wymagało (w obydwu przypadkach) sztucznego pożywkowania ścieków związkami organicznymi (alkohol, cukier, krew).

Rysunek 10: Oczyszczalnia ścieków ze złożem hydrofitowym.



OS Ws – osadnik wstępny

Przeanalizujmy teraz rozwiązanie techniczne oparte na metodach wykorzystujących 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 (bakterie, grzyby, pierwotniaki, hydrofity).

Na Rysunku 10 przedstawiono rozwiązanie z użyciem złoża hydrofitowego. Strefa korzeniowa roślin stwarza dogodne warunki do rozwoju mikroorganizmów (min. zaopatruje w tlen) i podtrzymuje cząstki gleby zmniejszając zjawisko erozji. Efektywność oczyszczania ścieków na złożach hydrofitowych jest bardzo wysoka, np.: usuwanie BZT₅ i ChZT sięga 95%.

Oczyszczalnie **hydrofitowe dysponują wewnętrznym źródłem węgla organicznego, co umożliwia denitryfikację azotu nawet przy niekorzystnych relacjach BZT₅ do azotu w ściekach surowych.** W takim wypadku należy po prostu zwymiarować złożo na usuwanie azotu.

Wysoką efektywność oczyszczania ścieków **dotatkowo wspomaga zjawisko filtracji, które zapewnia podczyszczanie bakteriologiczne – poprawa miana E. Coli o 3+4 rzędy – jest tutaj standardem.**

Oczyszczalnia ścieków wykorzystująca technologię złoż hydrofitowych jest o wiele bardziej odporna na wszelkie wahania i nieregularność obciążenia. Nie wymaga żadnego źródła energii elektrycznej chyba, że warunki terenowe wymagają instalacji przepompowni (względny wysokościowe).

W dyskutowanym przypadku oczyszczalnia hydrofitowa jest najlepszym rozwiązaniem ochrony wód odbiornika i w porównaniu z poprzednio omówionymi rozwiązaniami jest dużo tańsza w eksploatacji. Gwarantuje ponadto dużo lepsze parametry bakteriologiczne odpływu.

5.0. Praktyka – Doświadczenia zawodowe autorów zebrane w toku pracy w podmiocie gospodarczym świadczącym usługi projektowe, doradcze i realizacyjne – z zakresu ochrony wód i gospodarki ściekowej.

W praktyce realizacja zaleceń szeroko prezentowanych w poprzednich rozdziałach napotyka na szereg trudności – na każdym etapie procesu inwestycyjnego.

W toku swojej działalności zawodowej zespół autorski zebrał szereg doświadczeń, które przedstawiamy w postaci pytań i odpowiedzi:

1. Co zlecają najchętniej Inwestorzy?
2. O co pytają i czym najczęściej interesują się projektanci?
3. Co najczęściej słyszą projektanci w odpowiedzi od przedstawicieli handlowych?
4. Co dzieje się po zaprojektowaniu obiektów – rozgrywka wykonawców?
5. Co dzieje się po zrealizowaniu obiektów – eksploatacja?

I co z tego wszystkiego wynika dla skuteczności ochrony wód w infrastrukturze drogowej?

Ad.1. - Co zlecają najchętniej Inwestorzy?

Niestety praktyka przetargów i konkursów ofert w zdecydowanej większości preferuje niską cenę. Wysoka punktacja za cenę, przy relatywnie niskiej punktacji za takie elementy oferty jak koncepcja merytoryczna, ilość badań i analiz niezbędnych dla prawidłowego wykonania dokumentacji, prowadzi z reguły do wygranej rozwiązania technicznego / koncepcji / - **najtańszej w projektowaniu, a więc najmniej pracochłonnej na etapie projektowym.**

W takim przypadku prawdopodobieństwo realizacji w procesie projektowania zasad A.B.C. jest bardzo niskie. Z reguły brak bowiem środków na projektowanie obiektów nietypowych – wpisujących się indywidualne warunki przestrzenne – takich jak zbiorniki i stawy, oczyszczalnie hydrofitowe; przegrody, progi spowalniające – dla lokalnego zatrzymania zanieczyszczeń, budowle odpływowe z zatopionym przelewem, itp. **Te proste w wykonaniu, eksploatacji, i co najważniejsze bardzo skuteczne w ochronie wód, obiekty są bowiem dość pracochłonne w projektowaniu.** Często więc podczas konkursu ofert przegrywają konkurencję z koncepcjami projektowymi przewidującymi np. skanalizowanie całego odcinka drogi i instalację co kilka kilometrów podczyszczalni typu osadnik+sparator, czyli rozwiązania nie dającego się zakwestionować z powodów prawnych (wszystko jest zgodne z rozporządzeniem), prostego w projektowaniu (projekt=kółko+kreska).

W kontekście dyskusji przeprowadzonej w rozdziale 4. – widać, iż często rozwiązania te wcale nie zabezpieczają wystarczająco odbiornika. Prowadzą też często do nadmiernych kosztów budowy infrastruktury drogowej.

Ad. 2. - O co pytają i czym najczęściej interesują się projektanci?

- a) Bardzo często pojawiają się pytania od usuwanie zawiesin z wód deszczowych, dobór osadników, a szczególnie o to jak oszacować efekt ekologiczny usuwania zawiesin i jak prawidłowo napisać operat na odprowadzanie wód opadowych.
- b) Wielu projektantów interesuje się zastosowaniem rozwiązań gotowych, tzn. zaprojektowaniem urządzenia produkowanego przez firmę X, o takich, a takich parametrach - potwierdzonych przez tę firmę, podczyszczonego odpływu z danej zlewni, bez względu na warunki dopływu, a projekt zamykał się w formule 'kółko+kreska'.

Zdarzyły się również przypadki domagania się przez projektanta, żeby producent nie tylko podpisał się pod parametrami technicznymi urządzenia, ale żeby wystawił gwarancję na jakość odpływu bez względu na warunki dopływu, dając do zrozumienia, że w przeciwnym wypadku zaprojektują urządzenia konkurencji. W ten sposób część projektantów unika odpowiedzialności za poprawność technologiczną zaprojektowanego rozwiązania.

Ad. 3. - Jakie najczęściej odpowiedzi otrzymują projektanci od przedstawicieli firm produkujących urządzenia?

- a) W miarę upowszechnienia się na rynku separatorów substancji ropopochodnych stosowanych do podczyszczania wód deszczowych zanika sztuka inżynierska projektowania osadników. Literatura fachowa zawiera bardzo dużo danych na ten temat. Na wszelkich konferencjach poświęconych wodom opadowym podkreślana jest waga prawidłowego podczyszczania ścieków opadowych zawiesin. Do projektów bardzo często trafiają jednak osadniki będące nieporozumieniem z punktu widzenia sztuki inżynierskiej.

Podstawowym powodem jest powszechne **mylenie dwóch różnych funkcji osadników do wód deszczowych:**

- 1) oczyszczanie wód w celu uzyskania końcowego odpływu w wymaganym standardzie jakości umożliwiającym ich zrzut do odbiornika;
- 2) wstępne podczyszczenie w celu ochrony i zagwarantowania poprawnej pracy obiektów i urządzeń zastosowanych kolejno w ciągu technologicznym.

W pierwszym wypadku podstawą projektowania (lub doboru) osadników jest sztuka inżynierska, wiedza na temat (lub założenia) jakości i ilości podczyszczanych

wód i wymagania przepisów normujących odprowadzanie wód deszczowych do odbiorników.

W drugim przypadku podstawą projektowania są wytyczne producentów (lub odpowiednie normy produkcyjne) urządzeń, które osadnik ma chronić.

Prawidłowo zaprojektowany osadnik wód deszczowych powinien przede wszystkim posiadać odpowiednią powierzchnię w planie i gwarantować odpowiedni efekt oczyszczania.

Fidala-Szope [12] Sawicka-Siarkiewicz [5] zalecają przyjmowanie poniższych parametrów technologicznych (dla osadników poziomych).

Tabela 6: Orientacyjne stopień redukcji zawiesiny wód deszczowych w osadnikach [5].

Maksymalne obciążenie hydrauliczne [(m ³ /h)/m ²]	7	14	36
Minimalna średnica zatrzymanych ziaren [μm]	60	90	150
Przewidywany stopień redukcji zawiesin ogólnych [%]	80	70	60

Na rynku spotykane są również osadniki oparte na formule wirowej, które pozwalają uzyskiwać porównywalne efekty redukcji zawiesin przy 2÷5 -krotnie większych obciążeniach hydraulicznych.

W obydwu przypadkach **podstawowym parametrem decydującym o sprawności osadnika jest obciążenie hydrauliczne** (wynikające z przepływu i powierzchni osadnika), **a nie jego objętość.**

Tymczasem według normy PN-EN 858-2: 2002 (U) osadniki współpracujące z separatorami substancji ropopochodnych powinny spełniać warunek minimalnej objętości, która jest funkcją wielkości nominalnej separatora i rodzaju zlewni (ilości osadów).

Mylenie tych dwóch funkcji osadników zdarza się zarówno projektantom, jak i bardzo dużej części doradców technicznych w firmach produkujących separatory.

- b) Odpowiedzialny producent nie może ręczyć za to, że odpływ z wyprodukowanych przez niego urządzeń – zainstalowanych na terenie MOP-u w Pcimiu Dolnym będzie miał taką, a taką zawiesinę, BZT₅, czy SEEN. Można gwarantować, że separator, osadnik lub oczyszczalnia X zasilane ściekami w ilościach Y i o ładunku zanieczyszczeń Z, dadzą odpływ o takiej, a takiej jakości. Odpowiedzialność za prawidłowy bilans ścieków i ładunków zanieczyszczeń – warunkujący poprawne zastosowanie danego urządzenia – spoczywa i będzie spoczywać na projektantach i Inwestorach formułujących dane wyjściowe do projektowania.

Sporządzenie prawidłowego bilansu jest szczególnie trudne w przypadku ścieków opadowych, których zarówno jakość, jak i ilość słabo poddaje się modelowaniu matematycznemu pomimo prowadzonych badań i analiz (obserwowane ostatnio deszcze sygnalizują postępującą zmianę klimatu) – cytowanych w niniejszym artykule.

Stąd częste poszukiwanie pomocy u producentów, które miewa bardzo różny finał. Odpowiedzialne firmy inwestuje w kwalifikacje technologiczne swoich przedstawicieli, a Ci dokładają wszelkich starań, aby pomóc projektantom również na etapie opracowywania bilansu. Bywa jednak, iż powstający w efekcie takiej współpracy bilans jest świadomie zaniżany lub zawyżany – zależnie od aktualnej koniunktury – byle tylko sankcjonował zastosowanie urządzeń danego producenta.

Trafiają się również przedstawiciele gotowi poświadczyć dowolny parametr i efekt ekologiczny – w analogicznym celu.

Sygnalizowane wyżej zjawiska są ubocznym efektem działania rynku na którym panują patologiczne relacje – **ceni się urządzenia, mało ceni się usługi projektowe. Relacje te rodzą skłonność do uzależnienia się środowiska projektantów od środowiska producentów urządzeń, a także mogą prowadzić do obniżenia rangi zawodowej i kwalifikacji projektantów.** Tymczasem projektanci powinni reprezentować interesy Inwestorów w zgodzie ze sztuką inżynierską, którą posiadli w trakcie studiów i uzyskiwania uprawnień.

Ad. 4. - Co dzieje się po zaprojektowaniu obiektów (rozgrywka wykonawców)?

Jeżeli już uda się inwestycji pomyślnie – z ekologicznego punktu widzenia - przejść przez fazę projektowania i uzgodnień. Przyjęte w projekcie i zatwierdzone w pozwoleniu na budowę rozwiązania są wiernym odbiciem zasad A.B.C. i wszelkich innych fachowych zaleceń, to wcale nie znaczy, że zostaną zrealizowane.

Praktyka realizacyjna – zwłaszcza w przypadku podczyszczania wód opadowych – często ma niewiele wspólnego z pierwotnym projektem. Powodów jest wiele, najważniejszymi z nich są:

- a) bardzo silna presja rynku i konkurencja zarówno wśród producentów urządzeń podczyszczających wody deszczowe, jak i wśród firm budowlanych świadczących usługi wykonawcze;
- b) podziemna zabudowa i podobieństwa konstrukcji większości stosowanych urządzeń, która pozwala na traktowanie podmianki urządzenia jako tzw. nieistotnego odstępstwa od pozwolenia na budowę.

Wykonawcy dążąc do obniżenia swoich kosztów często dokonują zamiany urządzeń, czasami nawet bez wiedzy Inwestora.

Dopóki zamiany te odbywają się bez szkody dla efektów ekologicznych i są weryfikowane przez autorów całości koncepcji projektowej (bo tylko oni dysponują wiedzą pozwalającą na potwierdzenie, że dana zmiana nie psuje całości) – są one korzystne, gdyż pozwalają na osiągnięcie tego samego efektu oszczędniejszymi środkami.

Zdarza się jednak, iż presja zewnętrzna jest tak silna, że pomija się projektantów w procesie weryfikacyjnym, albo nakłania się ich do odstąpienia od zatwierdzonej koncepcji używając argumentów poza merytorycznych.

Niebezpieczną z punktu widzenia ochrony środowiska są praktyki stosowane przez niektórych producentów polegające na dezinformacji w nazwie urządzenia, a wykorzystywane do walki konkurencyjnej już na etapie budowy. Organy nadzoru budowlanego analizując dopuszczalność danego odstępstwa od projektu zwracają głównie uwagę na powstałe w wyniku zamiany urządzenia zmiany w zagospodarowaniu przestrzennym i na **nazwę technologii oczyszczania.**

Tak więc zamiana np. separatora koalescencyjnego producenta X na separator koalescencyjny producenta Y nie budzi na ogół zastrzeżeń nadzoru. Rzadko kiedy jednak sposób działania podmienionego urządzenia jest poddawany głębszej analizie. Zdarzają się nieuczciwi producenci, którzy wykorzystują ten fakt nazywając określeniem 'koalescencyjny' separatory, które praktycznie nie wykorzystują zjawiska koalescencji, lecz tylko separację grawitacyjną.

Podobne ‘patologiczne’ sytuacja zdarzają się i zdarzać się będą dopóki nie wzrośnie świadomość ekologiczna Inwestorów. To oni bowiem są szafarzami projektów i pozwoleń na budowę i to oni dysponują instrumentami zarówno finansowymi, jak i prawnymi, aby:

- **odpowiednio opłacać dobre projekty,**
- **nie odbierać inwestycji zrealizowanych z naruszeniem ww. projektów.**

Warto zaznaczyć, iż najbardziej odporne na podmiarki na etapie wykonawstwa są wszelkie rozwiązania indywidualne, w tym wykorzystywanie naturalnych warunków terenu i procesów oczyszczania i samooczyszczania.

Tak więc pomyślnie zrealizowanie na etapie projektowania zasad A.B.C., ze szczególnym naciskiem na B. może być gwarantem dotrzymania wszystkich trzech zasad w całym procesie inwestycyjnym.

Ad.5. - Co dzieje się po zrealizowaniu obiektów – eksploatacja?

Kilkunastoletnie doświadczenia zawodowe autorów jednoznacznie potwierdzają, iż eksploatacja jest jednym z najsłabszych ogniw w łańcuchu decydującym o skuteczności ochrony środowiska wodnego.

O ile rośnie systematycznie świadomość konieczności budowy różnych obiektów oczyszczających, czy zabezpieczających środowisko, o tyle ciągle jeszcze dość powszechne jest złudzenie, że po zakopaniu do ziemi wszystko już dalej będzie się działo samo.

Problem dotyczy nie tylko infrastruktury typowo drogowej, ale całej gospodarki ściekowej.

Przykładem może być akcja podjęta niedawno przez jednego z autorów. Na kilkanaście obiektów podczyszczalni ścieków opadowych zrealizowanych przy udziale firmy – po 12÷18 miesiącach od zejścia z budowy, tylko w jednej podczyszczalni dokonano wywozu osadu i to tylko dlatego, że w zlewni nastąpił wyciek niebezpiecznej substancji i czyszczono całą kanalizację deszczową.

Niewiele lepiej wygląda eksploatacja oczyszczalni ścieków – zwłaszcza położonych na uboczu.

Urządzenia zlokalizowane na terenach dróg i obiektów im towarzyszących, w szczególności w pobliżu miejsc przebywania ludzi - są częściej w zadawalającym stanie technicznym. Inaczej natomiast przedstawia się sytuacja urządzeń zlokalizowanych w przysłowiowym ‘polu’. Stan techniczny tych urządzeń świadczy często o całkowitym braku dozoru technicznego (zniszczone ogrodzenie, zarośnięte zbiorniki piaskowników, zdewastowane studzienki osadnikowe, uszkodzone urządzenia elektryczne, oczyszczalnie zamienione w szamba). Często obserwuje się brak dojazdu do urządzeń oczyszczających, co uniemożliwia ich konserwację ([6], [7]).

Koszty eksploatacyjne, na które składają się koszty kontroli, czyszczenia, konserwacji urządzeń oraz unieszkodliwiania usuwanych z nich odpadów są znaczne i chcąc skutecznie chronić środowisko – musimy być na nie przygotowani. Również my - wszyscy użytkownicy dróg.

Nie istnieją urządzenia, ani obiekty bezobsługowe i wielkim błędem jest budowanie na określeniu ‘bezobsługowe’ kampanii promocyjnych jakichkolwiek urządzeń technicznych.

Jednak z uwagi na niską świadomość problemów eksploatacyjnych wśród użytkowników obiektów infrastruktury drogowej wszędzie, gdzie to tylko możliwe należy już na etapie

koncepcji planować rozwiązania techniczne cechujące się prostotą i niskimi kosztami eksploatacji.

Tu po raz kolejny warto docenić cechy najprostszych rozwiązań ograniczających rozprzestrzenianie zanieczyszczeń (patrz tabela 4) i wykorzystujących naturalne warunki terenu i procesy oczyszczania, w tym obiektów hydrofitowych.

Nie wolno też zapominać o zapewnieniu dostępności urządzeń do przyszłych napraw i konserwacji. Nie psuje się bowiem tylko to, co nie pracuje (a i to nie zawsze).

Światelkiem w tunelu, które miejmy nadzieję z czasem oświetli również ‘zwykłe drogi’ są budujące się autostrady.

Nieliczne jeszcze, ale oddawane do użytku kolejne odcinki autostrady A-2 wydają się przełamywać ten czarny obraz. Wygląda na to, iż w tym przypadku ma miejsce realizacja zasady D. Obiekty infrastruktury sanitarnej są dość regularnie kontrolowane, a do ich eksploatacji i konserwacji poszukuje się (i znajduje) kompetentnych i kompleksowych usługodawców.

Autorzy żywią nadzieję, iż nie jest to jedynie efekt nowości zjawiska jakim w Polsce są autostrady.

6.0. Podsumowanie

Posiadamy bogatą literaturę, w której można znaleźć różne rozwiązania stosowane w przy odwadnianiu dróg i obiektów im towarzyszących oraz oczyszczaniu ścieków sanitarnych z infrastruktury drogowej. Bogata jest również oferta rynkowa urządzeń.

Nie zawsze jednak wybór metody odwadniania i oczyszczania wód deszczowych i ścieków spływających z infrastruktury dróg i autostrad, jest właściwy.

Błędne założenia parametrów spływów powierzchniowych (Ilość, jakość), niedostateczna analiza aspektów ekologicznych (zagrożeń środowiska w danej zlewni), brak kompleksowej analizy czynników determinujących wybór systemu, czy też nie przeanalizowanie kosztów eksploatacji planowanych urządzeń, a także przedstawione w rozdziale 5. sytuacje patologiczne, to tylko niektóre czynniki które utrudniają (a czasem uniemożliwiają) skuteczną ochronę środowiska wodnego w infrastrukturze dróg i tras szybkiego ruchu w Polsce.

Przeciwdziałać tym niekorzystnym zjawiskom może i powinna wiedza fachowa i odpowiedzialność zawodowa środowiska Projektantów oraz wzrost świadomości Inwestorów i Użytkowników, czemu mamy nadzieję, niniejszy artykuł się przysłuży.

Piśmiennictwo:

1. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 lipca 2004r., w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego;
2. Polska Norma PN-S-02204 (grudzień 1997) Drogi samochodowe: Odwodnienie dróg; Polski Komitet Normalizacyjny.
3. Borysewicz, R., „Charakterystyka ścieków deszczowych”; Gospodarka Wodami Opadowymi na Terenach Zurbanizowanych, Gdańska Fundacja Wody – materiały seminaryjne; Gdańsk – Sobieszewo, Marzec 2004r.;
4. Zwara, W., „Oczyszczanie Wód Opadowych w Infrastrukturze Drogowej”; Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej Oddział w Krakowie – materiały konferencyjne; Nr 62 (Zeszyt 112); Kraków 2004r.;
5. Sawicka – Siarkiewicz, H., „Charakterystyka systemów odwodnienia dróg i obiektów im towarzyszących”; Gospodarka Wodami Opadowymi na Terenach Zurbanizowanych, Gdańska Fundacja Wody – materiały seminaryjne; Gdańsk – Sobieszewo, Marzec 2004r.;
6. Osmulka – Mróz, B., Sadowski, K., „Zasady Ochrony Środowiska w Projektowaniu, Budowie, i Utrzymanie Dróg: Dział 07 Ochrona Wód w Otoczeniu Dróg”; Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 1993.
7. Helman – Grubba, M., „Stosowane technologie ochrony wód w infrastrukturze autostrad na wybranych przykładach Skandynawskich i Polskich;
8. Osmólska-Mróz, B., Błaszczak, P., „Zasady Ograniczania Ujemnych Skutków Odprowadzania Ścieków Opadowych z Terenów Zurbanizowanych”; Biuletyn Centrum Techniki Komunalnej, Warszawa 1980;
9. Ekol – Unicon Sp. Z o.o., Gdańsk ul. Równa 2, publikacje i doświadczenia własne;
10. ATV A109 „Wytyczne dotyczące przyłączania urządzeń serwisowych przy trasach komunikacyjnych do oczyszczalni ścieków”; styczeń 1983r.
11. Chruszczyński, A., „Mała oczyszczalnia ścieków TURBOJET EP – rozwiązanie problemu zmiennego dopływu ścieków”; Międzynarodowe Targi Instalacyjne – Instalacje 2004; Poznań, marzec 2004;
12. Fidała – Szope, M., „Najlepsze, dostępne, ekonomicznie uzasadnione techniki oczyszczania ścieków opadowych”; IOŚ Zakład Systemów Ochrony Wód: Odprowadzanie wód opadowych z terenów zurbanizowanych – problemy prawne, techniczne i ekologiczne (materiały seminaryjne), Jachranka, maj – czerwiec 1999;
13. Sawicka – Siarkiewicz, H., „Zanieczyszczenia ścieków opadowych odprowadzanych z tras szybkiego ruchu i terenów obiektów towarzyszących oraz metody ograniczania ich wpływu na odbiorniki”; IOŚ Zakład Systemów Ochrony Wód: Odprowadzanie wód opadowych z terenów zurbanizowanych – problemy prawne, techniczne i ekologiczne (materiały seminaryjne), Jachranka, maj – czerwiec 1999;
14. Cywiński, B., Gdula, S., Kempa, E., Kurbiel, J., Płoszański, H., „Oczyszczanie ścieków 1: oczyszczanie mechaniczne i chemiczne”; Arkady, Warszawa 1983;
15. Kasterka, B., Kasterka B., „Badania zanieczyszczeń wód odpływających z wybranych zlewni gdańskiego systemu odwodnieniowego (GSO)”, seminarium: Podczyszczanie wód opadowych, wymagania formalnoprawne i możliwości techniczne, Gdańska Fundacja Wody, Gdańsk, Październik 1998.