

**ZALECENIA PROJEKTOWANIA, BUDOWY
I UTRZYMANIA ODWODNIENIA PARKINGÓW I MOP**

ISBN 83-911213-8-0

Warszawa, 2009r.

Praca została wykonana na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad

© Copyright by Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
Warszawa 2009

ISBN 83-911213-8-0

Koordinator serii Zaleceń

prof. dr hab. inż. Dariusz Sybilski

Autorzy opracowania

mgr inż. Andrzej Łęgosz, dr Wiktor Jasiński,

mgr inż. Arkadiusz Nowak, mgr inż. Anna Staszczuk

Konsultacja

dr inż. Roman Edel

mgr inż. Marian Ławniczak

Opiniodawcy

dr hab. inż. Stanisław Gaca, prof. PK – Politechnika Krakowska

dr inż. Lech Michalski – Politechnika Krakowska

Redakcja

mgr Ewa Misiewicz

mgr Justyna Szczepańska

Wydawca, redakcja techniczna i rozpowszechnianie

IBDiM – FILIA WROCLAW

Ośrodek Badań Mostów, Betonów i Kruszyw

55-140 Żmigród – Węglewo

tel. (0-71) 385 38 80 do 82, fax (0-71) 385 38 02

e-mail: ibdim-tw@wr.onet.pl.

Druk

WROCLAWSKA DRUKARNIA NAUKOWA PAN

im. Stanisława Kulczyńskiego

53-505 Wrocław, ul. Lelewela 4

tel. (0-71) 349 90 18, fax (0-71) 343 87 78

SPIS TREŚCI

1	Postanowienia ogólne	5
1.1	Przedmiot i cel Zaleceń	5
1.2	Zakres opracowania	5
1.3	Podstawowe określenia używane w Zaleceniach	6
1.4	Formalno-prawne aspekty odwodnienia parkingów i MOP-ów	8
2	Przeznaczenie użytkowe MOP-ów i parkingów	9
2.1	Lokalizacja i funkcje MOP-ów	15
3	Charakterystyka zanieczyszczeń powstających w wyniku odwodnienia parkingów i MOP-ów	17
3.1	Charakterystyka ilościowo-jakościowa zanieczyszczeń	17
3.1.1	Charakterystyka ilościowa	17
3.1.2	Charakterystyka jakościowa	18
3.2	Standardy emisji	19
3.3	Unieszkodliwianie odpadów	19
4	Elementy odwodnienia parkingów i MOP-ów. Ogólne zasady projektowania i wykonawstwa	21
4.1	Odwodnienie powierzchniowe	21
4.1.1	Ogólna charakterystyka odwodnienia powierzchniowego	21
4.1.2	Ogólne zasady projektowania odwodnienia powierzchniowego	22
4.1.3	Ogólne zasady wykonania odwodnienia powierzchniowego	34
4.2	Odwodnienie wglębne	36
4.2.1	Ogólna charakterystyka odwodnienia wglębnego	36
4.2.2	Ogólne zasady projektowania odwodnienia wglębnego	36
4.2.3	Ogólne zasady wykonania odwodnienia wglębnego	37
4.3	Kanalizacja deszczowa	37
4.3.1	Ogólna charakterystyka kanalizacji deszczowej	37
4.3.2	Ogólne zasady projektowania kanalizacji deszczowej	39
4.3.3	Ogólne zasady wykonania kanalizacji deszczowej	40
4.4	Urządzenia odbierające	41

4.4.1	Studnie chłonne	41
4.4.2	Zbiorniki infiltracyjne	42
4.4.3	Skrzynki rozsączające	43
4.4.4	Zbiorniki retencyjne	44
5	Sposoby ochrony środowiska gruntowo-wodnego w obrębie parkingów i MOP-ów	46
5.1	Ogólna charakterystyka instalacji oddzielaczy cieczy lekkich	46
5.2	Ogólne zasady projektowania instalacji oddzielaczy cieczy lekkich	46
5.3	Ogólne zasady wykonawstwa i eksploatacji instalacji oddzielaczy cieczy lekkich	47
6	Kryteria doboru materiałów i wyrobów	48
6.1	Wymagania dla materiałów i wyrobów stosowanych do odwodnienia powierzchniowego	48
6.2	Wymagania dla materiałów i wyrobów stosowanych do odwodnienia w głębnego	48
6.3	Wymagania dla materiałów i wyrobów stosowanych do kanalizacji deszczowej	48
6.4	Wymagania dla wyrobów – materiałów urządzeń ochrony środowiska gruntowo – wodnego w obrębie parkingów i MOP-ów	48
7	Warunki odbioru	51
7.1	Badania przed przystąpieniem do robót	51
7.2	Kontrola, pomiary i badania w czasie robót	51
7.3	Dopuszczalne tolerancje i wymagania	52
8	Utrzymanie	53
9	Zagadnienia ekologiczne	54
	Literatura	55
	Załącznik A Ogólne wzory do obliczania miarodajnego przepływu z danej zlewni	58
	Załącznik B Wymiarowanie odległości między wpustami deszczowymi	64
	Załącznik C Charakterystyka jakościowa spływów opadowych	66
	Załącznik D Charakterystyka jakościowa odpadów	69
	Spis tablic	71
	Spis rysunków	72

1. Postanowienia ogólne i określenia

1.1. Przedmiot i cel Zaleceń

Przedmiotem Zaleceń są wymagania i wytyczne dotyczące projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia Miejsc Obsługi Podróżnych, zwanych dalej MOP-ami i parkingów zlokalizowanych w ciągu dróg publicznych nie związanych z MOP.

Celem Zaleceń jest określenie i ujednoczenie zasad projektowania i realizacji odwodnienia MOP-ów i parkingów. Zalecenia są przeznaczone do stosowania przez administrację drogową, jednostki projektowe oraz jednostki wykonawcze w: planowaniu, projektowaniu, budowie, nadzorze i utrzymaniu odwodnienia MOP-ów i parkingów.

System odwodnienia ma na celu:

- ujęcie wód opadowych spływających z nawierzchni,
- odprowadzenie wód poza teren zagospodarowania MOP i parkingów,
- oczyszczenie ich ze szkodliwych zanieczyszczeń pochodzących od użytkowników,
- wprowadzenie ich do środowiska zgodnie z wymogami ochrony wód i prawa wodnego.

Zalecenia należy stosować łącznie z pozostałymi obowiązującymi przepisami i normami.

Niniejsze „Zalecenia...” powstały m.in. w oparciu o wiedzę, którą zawiera literatura zestawiona na końcu opracowania. Przy opracowywaniu tych Zaleceń korzystano również z doświadczeń przedstawicieli firm, których wyroby stosowane są na terenie Polski i pozostałych krajów UE. Wszystkim tym osobom autorzy składają serdeczne podziękowania za zaangażowanie i okazaną pomoc w tworzeniu tego opracowania.

Niniejsze „Zalecenia...” stanowią jeden z siedmiu tomów pracy naukowo-badawczej dotyczącej analizy metod poprawy stanu odwodnienia dróg i należących do nich drogowych obiektów inżynierskich. Treść i rozwiązania przedstawione w niniejszym zeszycie nie są sprzeczne z treścią i rozwiązaniami zawartymi w pozostałych zeszytach Zaleceń.

1.2. Zakres opracowania

W Zaleceniach omówiono kompleksowo proces projektowania i wykonania odwodnienia na parkingach i MOP-ach, w tym zawarto:

- klasyfikację MOP-ów,

- charakterystykę zanieczyszczeń powstających w wyniku użytkowania MOP-ów,
- charakterystykę elementów odwodnienia parkingów i MOP-ów, zasady ich projektowania i wykonawstwa,
- charakterystykę urządzeń do odprowadzania zanieczyszczeń z parkingów i MOP-ów, zasady ich projektowania i wykonawstwa,
- ogólne kryteria doboru elementów odwodnienia i urządzeń do odprowadzania zanieczyszczeń z parkingów i MOP-ów,
- kryteria doboru materiałów,
- kryteria odbioru, utrzymanie i diagnostykę,
- zagadnienia ekologiczne.

1.3. Podstawowe określenia używane w Zaleceniach

Bystrotok – odcinek rowu o zwiększonym pochyleniu dna, ukształtowany w sposób rozpraszający energię kinetyczną spływającej wody [9].

Dren – sącze podłużny z rurami drenarskimi ułożonymi na dnie, ułatwiającymi przepływ wody w kierunku wylotu drenu [9].

Drenaż – system drenów, który stosuje się dla obniżenia poziomu wód gruntowych lub (i) stabilizacji stosunków wodnych naruszonych budową [9].

Drenaż francuski – konstrukcja z kruszywa o odpowiednio dobranej frakcji (z rurą drenarską na dnie lub bez) z owinięciem geowłókniną separacyjną.

Kanalizacja deszczowa – zewnętrzna, podziemna sieć kanalizacyjna przeznaczona do odprowadzania ścieków opadowych [9].

Kanał deszczowy – podziemny, szczelny element odwodnienia o zamkniętym przekroju poprzecznym służący do odprowadzenia wód opadowych.

Kolektor – kanał zbierający wody opadowe i technologiczne z odprowadzeniem do odbiornika.

Kaskada – rodzaj sztucznego wodospadu wykonywanego w ciągu rowu [9].

MOP (Miejsce Obsługi Podróżnych) – wydzielony teren przeznaczony do zaspokajania potrzeb użytkowników drogi oraz potrzeb związanych z funkcjonowaniem drogi [1].

Parking – wydzielony teren poza koroną drogi, wyposażony w miejsca postojowe dla samochodów oraz w urządzenia dla zaspokajania potrzeb podróżnych [1].

Przepust – obiekt wybudowany w formie zamkniętej obudowy konstrukcyjnej służący do przepływu małych cieków wodnych pod nasypami dla ruchu kołowego lub pieszego [9].

Przykanalik – kanał łączący wpust deszczowy z siecią kanalizacji np. deszczowej.

Rów otwarty – otwarty wykop o głębokości powyżej 30 cm, który zbiera i odprowadza wodę [9].

Rów infiltracyjny – rów z warstwą filtracyjną w podłożu [9].

Rów kryty – oddzielony od powierzchni ziemi przykryciem na swej całej długości [9].

Rów odpływowy – rów odprowadzający wodę poza teren MOP-u (parkingu) [9].

Rów stokowy – rów zbierający wodę spływającą ze stoku [9].

Rów szczelny – rów z nieprzepuszczalną warstwą w podłożu [9].

Rów trawiasty – rów z warstwą próchniczą (humusową) o grubości co najmniej 20 cm w podłożu, tj. na powierzchni skarp i dna, oraz darniową pokrywą trawiastą [9].

Sączek – rowek wypełniony materiałem przepuszczalnym, służący do wglębnego odprowadzenia wody z warstw nawierzchni lub podłoża gruntowego [9].

Studnia chłonna - wykop jamisty lub studzienka z kręgów, przeznaczona do zbierania wody powierzchniowej i wchłaniania jej przez podłoże gruntowe [35].

Studzienka kanalizacyjna – studzienka przeznaczona do kontroli i prawidłowej eksploatacji kanałów [9].

Studzienka przelotowa – studzienka kanalizacyjna zlokalizowana na załamaniach osi kanału w planie, na załamaniach spadku kanału oraz na odcinkach prostych [9].

Studzienka połączeniowa – studzienka kanalizacyjna przeznaczona do łączenia co najmniej dwóch kanałów dopływowych w jeden kanał odpływowy [9].

Studzienka rewizyjna – studzienka wybudowana w celu umożliwienia czyszczenia i ewentualnej renowacji kanału, wspomagająca równocześnie jego naturalne przewietrzanie [9].

Studzienka ściekowa – studzienka wraz z wpustem deszczowym w formie przykrycia kratowego lub wlotu zlokalizowanego w krawężniku, służąca do przyjmowania i odprowadzania spływów powierzchniowych do kanału ściekowego.

Ściek – zagłębienie o głębokości do 30 cm włącznie z umocnionym dnem, zbierające i odprowadzające wodę [9].

Ściek przykrawężnikowy – ściek na skraju nawierzchni przy krawężniku [9].

Ściek nawierzchniowy – ściek w nawierzchni [9].

Ściek kryty – ściek przykryty płytą ażurową (kratą) lub płytą na całej swej długości, odwodnienie liniowe [9].

Wpust deszczowy – urządzenie do odbioru wód opadowych i ścieków, spływających do kanału z utwardzonych powierzchni terenu [9].

Wylot ścieków – element na końcu kanału odprowadzającego ścieki do odbiornika [9].

Zbiornik retencyjny (basen lub staw retencyjny) – urządzenie pozwalające na zatrzymanie części spływu w okresie największych opadów deszczu i stopniowe odprowadzanie wód opadowych do odbiornika lub systemu odwodnienia o mniejszej przepustowości [9].

1.4. Formalno–prawne aspekty odwodnienia parkingów i MOP–ów

Przy opracowywaniu niniejszych Zaleceń korzystano z następujących aktów prawnych i rozporządzeń:

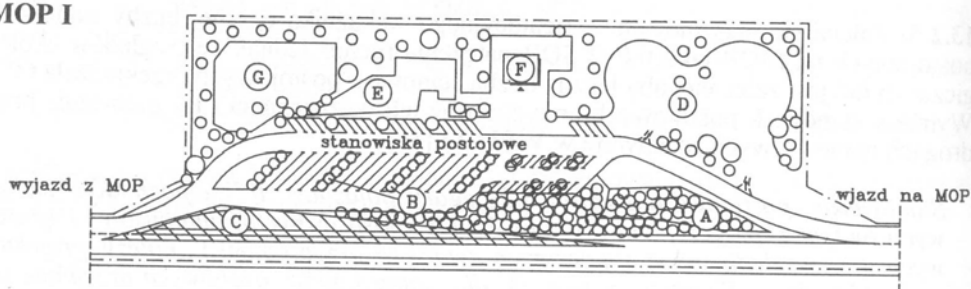
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo Ochrony Środowiska (*Dz. U. 2001, nr 62, poz. 627 z późniejszymi zmianami*),
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*Dz. U. 1994, nr 89, poz. 414 z późniejszymi zmianami*),
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (*Dz. U. 2001, nr 62, poz. 628 z późniejszymi zmianami*),
- Ustawa z 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (*Dz. U. 2001, nr 115, poz. 1229 z późniejszymi zmianami*),
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 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. 2006, nr 137, poz. 984*),
- Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (*Dz. U. 1999, nr 43, poz. 430*),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 16 stycznia 2002 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących autostrad płatnych (*Dz. U. 2002, nr 12, poz. 116*),
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (*Dz. U. 2001, nr 112, poz. 1206*),
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzania raportu o oddziaływaniu na środowisko (*Dz. U. 2004, nr 257, poz. 2573*).

2. Przeznaczenie użytkowe MOP-ów i parkingów

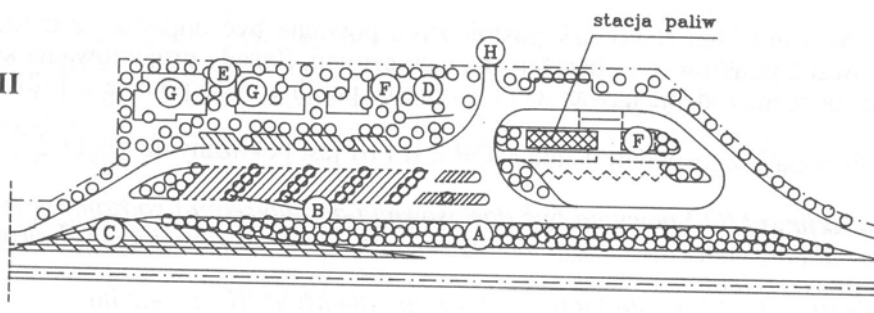
MOP-y lokalizowane są przy drogach klasy A i S. W celu określenia cech użytkowych MOP-ów, wyróżnia się następujące ich rodzaje [2]:

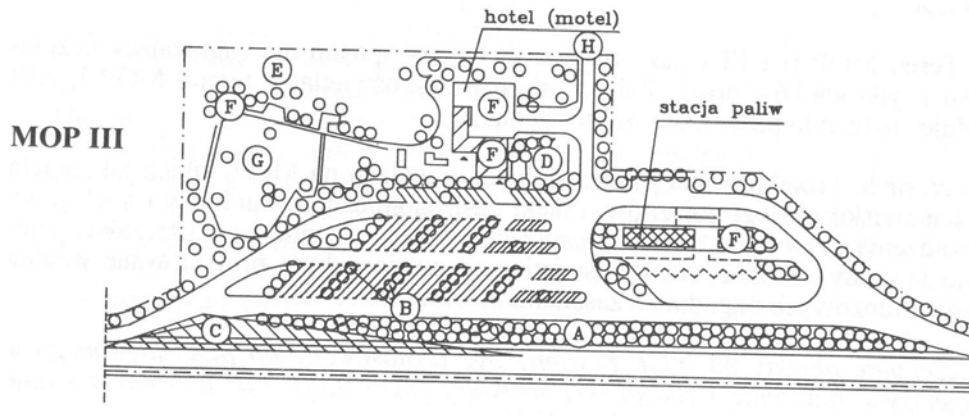
- 1) **MOP I** – o funkcji wypoczynkowej: wyposażony w stanowiska postojowe (parking), jezdnie manewrowe, urządzenia wypoczynkowe, sanitarne i oświetlenie; dopuszcza się wyposażenie w obiekty małej gastronomii,
- 2) **MOP II** – o funkcji wypoczynkowo-usługowej: wyposażony w obiekty, o których mowa w pkt 1, oraz w stację paliw, stanowiska obsługi pojazdów, obiekty gastronomiczno-handlowe, informacji turystycznej,
- 3) **MOP III** – o funkcji wypoczynkowej i usługowej: wyposażony w obiekty, o których mowa w pkt 2, obiekty noclegowe oraz w zależności od potrzeb w agendy poczty, banku, biur turystycznych, biur ubezpieczeniowych.

MOP I



MOP II





Rys. 2.1. Przykłady zagospodarowania MOP I, II i III
A – zielen izolacyjna, B – zielen zacięniająca stanowiska postojowe, C – pole widoczności, D – strefa spożywania posiłków, E – strefa ciszy i rekreacji, F – strefa usług i sanitariatów, G – strefa rekreacji czynnej, H – wyjazd z drogi zewnętrznej dla pojazdów zaopatrzenia i obsługi [1]



Rys. 2.2. Miejsca postojowe dla samochodów osobowych na MOP-ach



Rys. 2.3. Miejsca postojowe dla samochodów ciężarowych na MOP-ach



Rys. 2.4. Miejsca postojowe na terenie MOP-u przy hotelu



Rys. 2.5. Ściek z wpustem na krawędzi drogi manewrowej i miejsc postojowych



Rys. 2.6. Nawierzchnia szczelna stacji benzynowej na terenie MOP-u.
Odwodnienie liniowe na krawędzi



Rys. 2.7. Nawierzchnia szczelna stacji benzynowej na terenie MOP-u.
Szczegół wykonania odwodnienia liniowego



Rys. 2.8. Miejsca postoju na terenie MOP-u

W zależności od potrzeb i powierzchni terenu przeznaczanego na MOP, można projektować MOP-y typu kombinowanego [1].

Ze względu na specyficzny charakter funkcjonowania parkingów i MOP-ów, parkingi odwadniane są podobnie jak MOP-y klasy I.

Wody powierzchniowe, odprowadzone z obiektów i urządzeń obsługi uczestników ruchu, wymagają oczyszczenia przed odprowadzeniem ich do odbiorników lub do ziemi, zgodnie z przepisami o ochronie i kształtowaniu środowiska [5, 37].

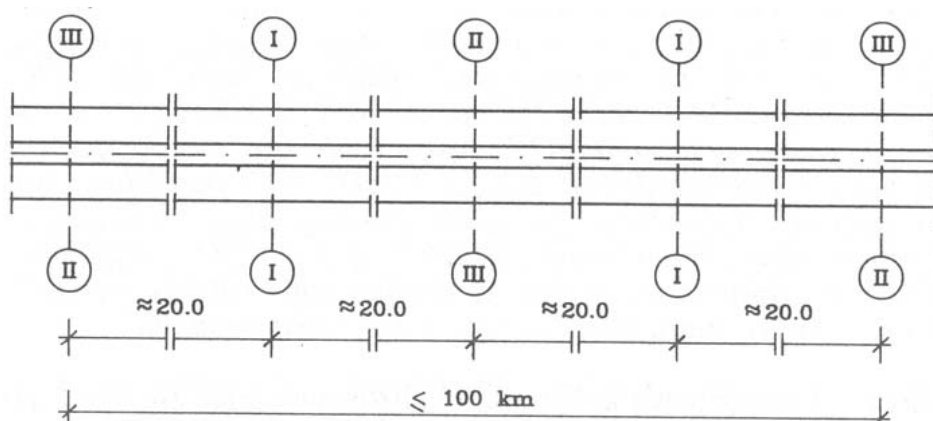
MOP-y powinny posiadać zaopatrzenie wodne dla celów ratowniczych w pasie drogowym dróg klasy A lub S.

Parkingi występują (poza MOP-ami) przy drogach klasy A i S oraz w ciągu pozostałych klas dróg publicznych, zabezpieczając potrzeby parkowania:

- parkingi bliskie przejść granicznych, na których są odprawiane samochody ciężarowe,
- parkingi dla samochodów ciężarowych w punktach ważenia pojazdów,
- przy obiektach komercyjnych (stacje paliw, gastronomia, hotele itp.),
- w miejscach atrakcyjnych turystycznie.

2.1. Lokalizacja i funkcje MOP-ów

Odległość między sąsiednimi MOP-ami na drodze klasy S powinna być nie mniejsza niż 10 km, a odległość MOP-u od przejścia granicznego – nie mniejsza niż 1,5 km. Przy przebudowie albo remoncie drogi klasy S, w wypadku istniejących obiektów i urządzeń obsługi uczestników ruchu, dopuszcza się zmniejszenie tych odległości do 50%.



Rys. 2.9. Schemat rozmieszczenia różnych typów MOP-ów wzdłuż drogi [1]

MOP I usytuowany naprzeciw MOP II lub MOP III, ze względu na bezpieczeństwo ruchu, należy połączyć bezkolizyjnym przejściem dla pieszych.

W zależności od potrzeb i powierzchni terenu przeznaczzonego na MOP, można zaprojektować MOP kombinowany, jak np.: MOP I z urządzeniami gastronomiczno – handlowymi, małą stacją paliw, stanowiskami samoobsługi pojazdów, czy MOP II z obiektami noclegowymi takimi jak: motel lub pole namiotowe. Asortyment usług na MOP-ie zależy od położenia i potrzeb użytkowników drogi.

Warunki projektowania poszczególnych urządzeń na MOP-ach, takich jak: stacja paliw, stanowisko obsługi pojazdów, obiekt gastronomiczno – handlowy i noclegowy oraz urządzenia uzbrojenia terenu (kanalizacja, odprowadzenie i oczyszczanie ścieków, ujęcia wody, źródła ciepła, oświetlenie), powinny być przyjęte zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami ochrony środowiska [4, 5, 32].

Ochrona środowiska w obrębie urządzeń obsługi ruchu i obsługi podróżnych obejmuje ochronę istniejącej zieleni, wód powierzchniowych i wód gruntowych o wysokiej kulturze rolnej. Należy również likwidować niekorzystny

wpływ na otoczenie działania takich czynników jak: ścieki, odpady stałe, zanieczyszczone wody opadowe i inne [3].

MOP-y II i III rodzaju na drodze klasy A lub S powinny mieć nie mniej niż dwa stanowiska postojowe dla pojazdów przewożących materiały niebezpieczne [2], usytuowane w odległości nie mniejszej niż 30 m od budynków i urządzeń przeznaczonych dla uczestników ruchu, a także od stanowisk postojowych dla innych pojazdów.

Stanowiska postojowe dla pojazdów przewożących materiały niebezpieczne nie powinny być usytuowane w odległości mniejszej niż 10 m od rowów, studzienek i urządzeń melioracyjnych. Stanowiska te powinny mieć odrębny, szczelny system odwodnienia, zaopatrzone w urządzenia do przejmowania i neutralizacji wycieków niebezpiecznych substancji.

Nawierzchnia stanowiska postojowego dla pojazdów przewożących materiały niebezpieczne powinna być utwardzona, nienasiąkliwa oraz zapobiegająca przenikaniu materiałów niebezpiecznych poza teren stanowisk [2].

Wszystkie rodzaje MOP-ów na drogach klasy A lub S powinny posiadać, zaopatrzenie wodne dla celów ratowniczych [1, 30].

3. Charakterystyka zanieczyszczeń powstających w wyniku odwodnienia parkingów i MOP-ów

Odwodnienie obiektów towarzyszących drogom, w tym parkingów i MOP-ów, związane jest między innymi, z powstawaniem:

- **ścieków opadowych**, będących produktem transformacji opadu w spływ powierzchniowy, których źródło powstawania stanowią spływy powierzchniowe wód opadowych i roztopowych z powierzchni szczelnych oraz,
- **odpadów**, których źródło powstawania stanowią urządzenia do odprowadzania i oczyszczania ścieków (odpady wytwarzane są podczas ich eksploatacji i stanowią wtórne zanieczyszczenie).

Aby podjąć właściwą decyzję w zakresie odprowadzania i oczyszczania ścieków opadowych, a także gospodarki odpadami należy przede wszystkim znać ich charakterystykę ilościową i jakościową oraz standardy emisji.

3.1. Charakterystyka ilościowo – jakościowa zanieczyszczeń

Szczegółową charakterystykę ilościową i jakościową ścieków opadowych oraz odpadów powstających w wyniku odwodnienia dróg i obiektów towarzyszących drogom przedstawiono szczegółowo w zeszycie zaleceń „Zagadnienia ekologiczne odwadniania pasa drogowego”[17].

3.1.1. Charakterystyka ilościowa

Objętość wody opadowej odprowadzanej z powierzchni odwadnianej zależy głównie od natężenia opadu, czasu jego trwania oraz wielkości i szczelności powierzchni odwadnianej. Sposób wyznaczania miarodajnego natężenia przepływu wód opadowych z danej zlewni przedstawiono w załączniku A.

Rozporządzenie [5] wymaga, aby wody opadowe i roztopowe ujęte w szczelne otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne pochodzące:

- z zanieczyszczonej powierzchni szczelnej baz transportowych, portów, lotnisk, miast, budowli kolejowych, dróg zaliczanych do kategorii dróg krajowych, wojewódzkich i powiatowych klasy G, a także **parkingów o powierzchni powyżej 0,1 ha**, w ilości, jaka powstaje z opadów o natężeniu co najmniej **15 l / s / ha**,
- z zanieczyszczonej powierzchni szczelnej obiektów magazynowania i dystrybucji paliw, w ilości jaka powstaje z opadów o częstotliwości występowania jeden raz w roku i czasie trwania 15 minut, lecz w ilości nie mniejszej niż powstająca z opadów o natężeniu **77 l / s / ha**,

- wprowadzane do wód lub do ziemi nie powinny zawierać substancji zanieczyszczających w ilościach przekraczających 100 mg/l zawiesin ogólnych oraz 15 mg/l węglowodorów ropopochodnych.

3.1.2. Charakterystyka jakościowa

Na jakość i właściwości wód opadowych odprowadzanych z utwardzonych powierzchni infrastruktury drogowej wpływa wiele czynników, przy czym do najważniejszych należą [4]:

- rodzaj nawierzchni dróg, placów,
- liczba parkingów, stacji paliw, MOP, itp.,
- rodzaj i natężenie ruchu,
- sposoby utrzymania i eksploatacji nawierzchni utwardzonych:
 - sposób i częstotliwość czyszczenia powierzchni utwardzonych,
 - sposoby zimowego utrzymania dróg i zwalczania gołoledzi,
 - sposób i częstotliwość prowadzenia robót budowlanych i remontowych,
- charakterystyka zjawisk meteorologicznych, a w szczególności opadów:
 - natężenie opadów,
 - czas trwania opadów,
 - częstotliwość ich występowania,
 - pora roku,
 - zanieczyszczenie opadu atmosferycznego.

Spływy opadowe powstające na terenach parkingów i MOP-ów charakteryzuje różny stopień zanieczyszczenia, determinowany sposobem zagospodarowania. Wody opadowe w tym przypadku zanieczyszczone są przede wszystkim zawiesinami i węglowodorami ropopochodnymi. W spływach opadowych ze szczelnych powierzchni miejsc obsługi podróżnych i stacji paliw mogą być zawarte zanieczyszczenia w znaczenie wyższych stężeniach niż w spływach z dróg. W szczególności dotyczy to zawartości substancji olejowych, zawiesin oraz metali ciężkich.

W załączniku C przedstawiono w tabelach stężenia zanieczyszczeń w spływach deszczowych i roztopowych (zawiesiny, węglowodory ropopochodne, SE-EN, ChZT, chlorki) w zależności od rodzaju zlewni (trasy szybkiego ruchu, ulice, stacje paliw, parkingi, dachy). Charakterystyka ta daje ogólny pogląd na jakość spływów deszczowych z terenów parkingów i stacji paliw. Wyniki podane w tej tabeli wykazują, że na stacjach paliw należy stosować separatory, natomiast na parkingach w przypadku przekroczenia granicznych wartości zanieczyszczeń podanych w punkcie 3.2.

Prognozowanie stężeń zanieczyszczeń w spływach z dróg zawarto w Zeszycie 7 „Zagadnienia ekologiczne odwadniania pasa drogowego”[17].

W przypadku MOP-ów i parkingów, w odróżnieniu od dróg, zaleca się (jak pokazują badania w załączniku C) stosowanie urządzeń do oczyszczania wód opadowych (separatorów).

3.2. Standardy emisji

Standardy emisji zanieczyszczeń zawartych w ściekach opadowych, odprowadzanych z dróg i obiektów towarzyszących drogom zostały, według aktualnie obowiązującego Rozporządzenia [5], określone dla zawiesin oraz węglowodorów ropopochodnych.

Zawartość zawiesiny ogólnej w ściekach oczyszczonych nie może być większa niż **100 mg/l**, a węglowodorów ropopochodnych – **15 mg/l**.

Podane wartości odnoszą się do takiej ilości oczyszczonych ścieków opadowych, jaka powstaje z opadu, o którym mowa w punkcie 3.1.1.

Odpływ wód opadowych i roztopowych w ilości nie przekraczającej powyższych wartości może być wprowadzany do odbiornika bez oczyszczania, a urządzenie oczyszczające powinno być zabezpieczone przed dopływem o natężeniu większym, niż jego przepustowość nominalna.

3.3. Unieszkodliwianie odpadów

Usuwanie zanieczyszczeń z wód opadowych powoduje ich koncentrację w urządzeniach oczyszczających. Produkty powstające z ich oczyszczania klasyfikuje się jako odpady. W urządzeniach służących do oczyszczania wód opadowych gromadzą się przede wszystkim zaolejone osady i substancje ropopochodne. Część substancji olejowych gromadzi się na powierzchni cieczy, natomiast cała jej objętość zawiera około 80-90% węglowodorów pochodzących ze spływów powierzchniowych. Odpady pochodzące z urządzeń do oczyszczania ścieków deszczowych cechuje wysokie stężenie zawiesin oraz związanych z nimi substancji ropopochodnych.

Zgodnie z Rozporządzeniem [29], odpady gromadzone w systemach oczyszczania wód opadowych klasyfikowane są w zależności od źródła powstania i dzielone na grupy, podgrupy i rodzaje. Z kolei zgodnie z Ustawą [28], wymienione odpady zaliczane są do **odpadów niebezpiecznych**.

W załączniku D przedstawiono klasyfikację odpadów powstających w trakcie eksploatacji urządzeń służących do odwodnienia pasa drogowego, w tym również obiektów towarzyszących. Przedstawiono ponadto wyniki badań jakości odpadów w postaci szlamów, udostępnione przez firmy zajmujące się unieszkodliwianiem odpadów, a także jakości osadów nagromadzonych w urządzeniach sedymentacyjno-flotacyjnych.

Konserwacją urządzeń, wybieraniem, transportem i unieszkodliwianiem odpadów mogą zajmować się wyłącznie zakłady specjalistyczne. Od firm prowadzących serwis urządzeń (czyszczenie i transport) oraz utylizację szlamów i olejów, wymaga się posiadania odpowiednich zezwoleń, przeszkolonej kadry oraz specjalistycznego sprzętu. Wszystkie czynności związane z wybieraniem, transportem i unieszkodliwianiem szlamów zaolejonych oraz emulsji wodno-olejowych muszą być zgodne z warunkami określonymi w odpowiednich przepisach dotyczących materiałów niebezpiecznych.

4. Elementy odwodnienia parkingów i MOP-ów. Ogólne zasady projektowania i wykonawstwa

Projekty odwodnień obiektów komunikacyjnych i komunalnych dotyczą bardzo małych zlewni, zazwyczaj poniżej 1 km². Dla tych zlewni przepływ miarodajny oblicza się metodą pośrednią na podstawie największego opadu deszczu nawalnego o określonym czasie trwania i częstotliwości występowania. Metoda ta jest powszechnie stosowana w projektowaniu sieci kanalizacyjnej: deszczowej i odwodnieniowej [6]. Ogólne wzory do obliczania miarodajnego przepływu z danej zlewni podano w Załączniku A.

Odwodnienie parkingów i MOP-ów dotyczy następujących obszarów:

- odwodnienia powierzchniowego,
- odwodnienia wglębnego (drenaż),
- kanalizacji deszczowej,
- przełożenie cieków zewnętrznych – tam, gdzie lokalizacja inwestycji zmienia bądź zakłóca istniejące stosunki wodne.

4.1. Odwodnienie powierzchniowe

W celu ustalenia wymiarów urządzeń odwadniających należy określić:

- jednostkowy spływ wody z powierzchni zlewni drogowej,
- natężenie deszczu miarodajnego,
- prawdopodobieństwo pojawienia się deszczu,
- charakterystykę obszaru, na którym znajduje się parking (MOP),
- charakterystykę wodno – gruntową rozpatrywanego obszaru,
- granice, rozmiary, ukształtowanie wysokościowe zlewni,
- możliwość odprowadzenia wody do istniejących odbiorników z uwzględnieniem wymagań ochrony środowiska [7].

4.1.1. Ogólna charakterystyka odwodnienia powierzchniowego

System odwodnienia powierzchniowego polega na:

- nadaniu powierzchni i poboczom odpowiednich spadków poprzecznych i podłużnych,
- wyniesieniu odwadnianego obiektu ponad teren przyległy i poziom wód gruntowych,
- rozplanowaniu – zwymiarowaniu i doborze urządzeń przyjmujących wody deszczowe lub roztopowe (wpusty, odwodnienia liniowe itd.).

Poprzez urządzenia odwodnienia powierzchniowego możliwe jest ograniczenie zasięgu skażenia substancjami ropopochodnymi i odprowadzenie ich do separatora substancji ropopochodnych.

4.1.2. Ogólne zasady projektowania odwodnienia powierzchniowego

Szczelność nawierzchni

Nawierzchnia parkingów i MOP-ów powinna być odporna na deformację spowodowaną obciążeniami statycznymi i dynamicznymi. Zasady projektowania konstrukcji i wymagania jakim powinna odpowiadać nawierzchnia na parkingach podane są w Rozporządzeniu [2].

Standard nawierzchni wyznacza (poza warunkiem nośności) jej szczelność. Pełna szczelność czyli odizolowanie warstw konstrukcji od podłoża gruntowego jest wymagana w następujących przypadkach:

- na stacjach paliw – w miejscach dokonywania przyjmowania i wydawania produktów ropopochodnych, zgodnie z Rozporządzeniem [38],
- w wyznaczonych na terenie MOP-ów miejscach postoju samochodów przewożących materiały niebezpieczne [2].

Odcięcie możliwości przenikania wody z warstwy jezdnej w grunt (podłoże nawierzchni) jest realizowane poprzez:

- szczelną warstwę jezdnią,
- wprowadzenie szczelnej warstwy separującej podłoże (membrana lub warstwa np. maty bentonitowej), w tym przypadku wodę sponad warstwy szczelnej należy skierować do systemu odwodnienia z separatorem produktów ropopochodnych.

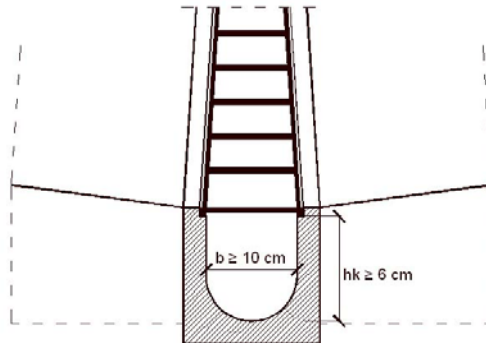
Rozporządzenie o warunkach technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [37], nakazuje wykonywać nawierzchnie miejsca postoju dla samochodów osobowych, jako co najmniej gruntowe stabilizowane.

Z powierzchni parkingu nie przekraczającej 0,1 ha (co przekłada się na około 20 stanowisk postoju dla samochodów osobowych) dopuszcza się wprowadzenie bez oczyszczania wód opadowych do odbiornika naturalnego (tj.: wód lub ziemi) [5]. Wielkość ta wyznacza możliwości projektowania dla tzw. „parkingów zielonych”.

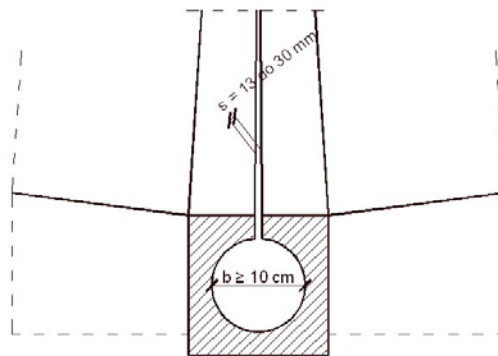
Powierzchniowe urządzenia odwadniające

Spływ wód deszczowych odbywa się spadkami i pochyleniami nawierzchni. Kierunki spływu wód z nawierzchni parkingów, wyznaczają:

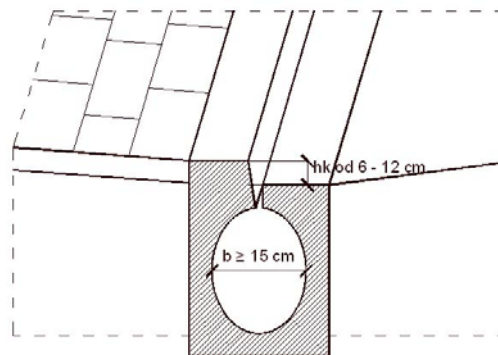
- ściek kryty [18],



Rys. 4.1. Korytko z rusztem [8]

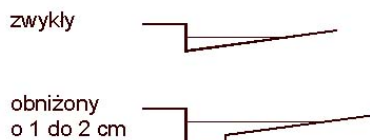


Rys. 4.2. Ściek szczelinowy [8]



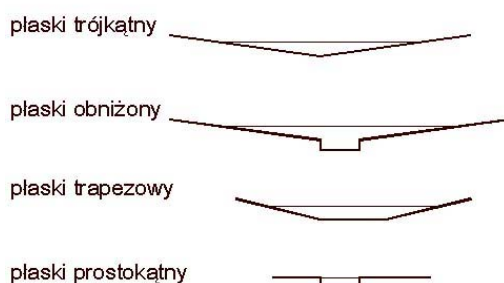
Rys. 4.3. Ściek szczelinowy z wyprofilowanym krawężnikiem [8]

- ściek otwarty przykrawężnikowy – krawężnik o wysokości min. 2 cm powyżej poziomu nawierzchni [18],



Rys. 4.4. Ścieki przykrawężnikowe

- ściek otwarty wydzielony w nawierzchni – krawędź przecięcia powierzchni o przeciwnych spadkach [18],



Rys. 4.5. Rodzaje ścieków w nawierzchni

Ściek otwarty może być wykonany z materiału nawierzchni lub prefabrykatu.

Spadki nawierzchni parkingów i MOP-ów powinny być zgodne z Rozporządzeniem [2]. Spadki nawierzchni powinny być skierowane w stronę przewidywanego kierunku spływu wód z nawierzchni.

Nawierzchnia parkingu powinna być podwyższona w stosunku do poziomu elementu odwodnienia maks. do 2 – 3 cm. Połączenie (spoina) pomiędzy nawierzchnią parkingu a elementem odwodnieniem powinno być szczelne.

Pochylenie podłużne stanowisk postojowych nie powinno przekraczać 2,5 %. Najmniejsze pochylenie zależy od przyjętego sposobu odwodnienia. Pochylenie poprzeczne stanowisk postojowych należy dostosować do rodzaju materiału użytego na nawierzchnię. Zaleca się stosowanie pochylenia poprzecznego 1,5 – 2,5 %.

Urządzenia do odwadniania placów powinny zapewniać sprawne odprowadzenie wody. Wymagania i zasady odnośnie rozmieszczenia urządzeń odwadniających i warunków jakie muszą one spełniać sprecyzowano w Rozporządzeniu [2]. **Lokalizację wpustów powinno wyznaczać się w oparciu o rozwiązanie**

wysokościowe w formie planu warstwicowego [18]. Pochylenie powierzchni wzdłuż kierunku spływu wody nie powinno być mniejsze niż 0,4 %.

Ściek

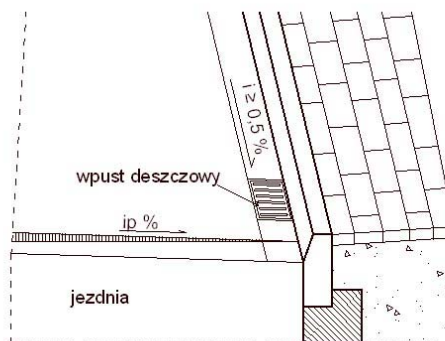
Spadek podłużny dna ścieków drogowych powinien wynosić co najmniej:

- **0,3 %** dla ścieków wykonanych w technologii monolitycznej z betonu, polimerobetonu, itp.,
- **0,4 %** dla ścieków wykonanych z prefabrykatów,
- **0,5 %** dla ścieków wykonanych z kostki brukowej.

W przypadku ścieku przykrawężnikowego lub wydzielonego w nawierzchni, spadek dna jest równy spadkowi krawędzi powierzchni odwadniającej, jednak $\geq 0,3$ %. Jeżeli spadek krawędzi jest mniejszy od minimalnego, to odpływ wód opadowych ściekiem można zwiększyć, stosując zmienny spadek poprzeczny nawierzchni, co prowadzi do uzyskania zmiennego spadku podłużnego pomiędzy wpustami deszczowymi.

Spadek krawędzi wpustowej ścieku krytego (skrzynkowego, szczelinowego itp.) jest taki sam, jak spadek krawędzi odwadniającej powierzchni. Spadek dna takiego ścieku może odbiegać od spadku krawędzi nawierzchni, dlatego ścieki te nadają się szczególnie do stosowania przy poziomym przebiegu krawędzi wpustowej.

Ściek przykrawężnikowy (jednoskrzydłowy) [18]:



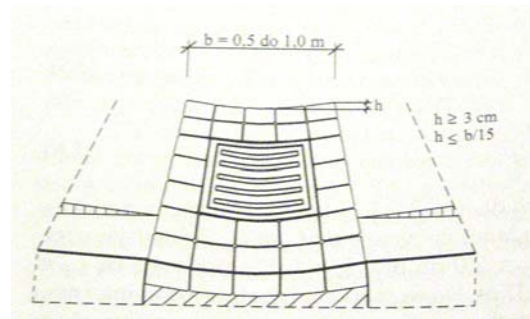
Rys. 4.6. Ściek przykrawężnikowy wykonany z kostki brukowej



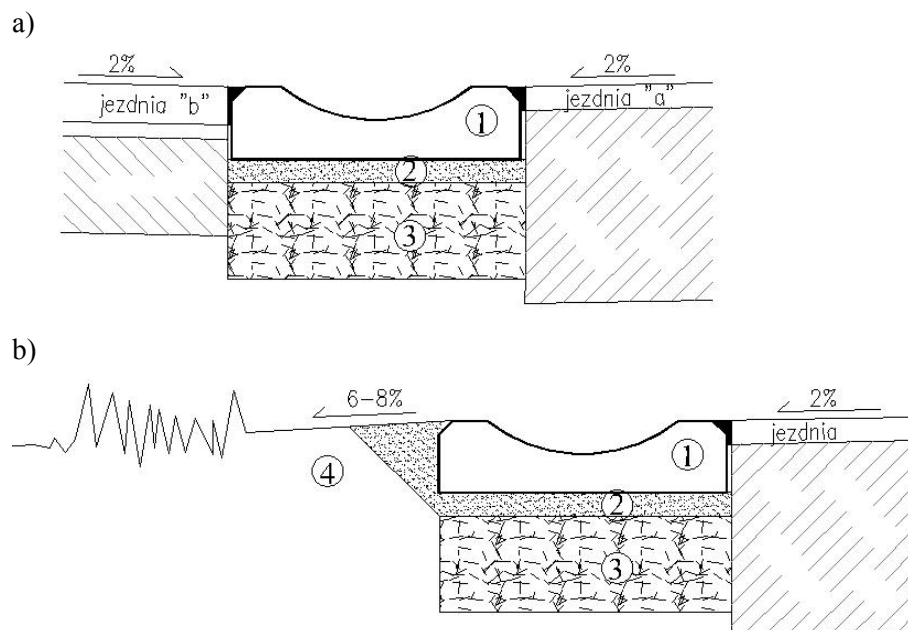
Rys. 4.7. Przykład wykonania ścieku przykrawężnikowego

Ściek nawierzchniowy

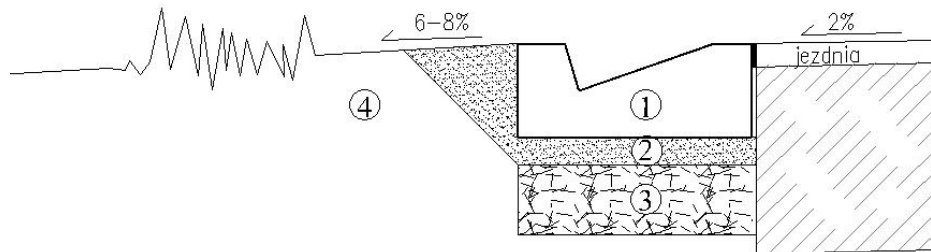
Aby zapewnić przejezdność ścieku nawierzchniowego otwartego, jego głębokość nie powinna przekraczać $1/15$ szerokości. Szerokość ścieku waha się w granicach 0,5 – 1,0 m. Aby parametry hydrauliczne ścieku były zachowane, jego głębokość nie może być mniejsza niż 3 cm [8].



Rys. 4.8. Ściek nawierzchniowy [8]



Rys. 4.9. Ściek drogowy korytkowy: a) ściek wbudowany w nawierzchnię; b) ściek wbudowany w krawędź nawierzchni; 1 – płyta ściekowa typ korytkowy; 2 – podsypka cementowo–piaskowa 3– podbudowa z pospółki; 4 – humus



Rys. 4.10. Ściek drogowy trójkątny wbudowany w krawędź nawierzchni: 1 – płyta ściekowa typ trójkątny; 2 – podsypka cementowo–piaskowa; 3 – podbudowa z pospółki; 4 – humus



Rys. 4.11. Przykład wykonania przejezdnego ścieku nawierzchniowego, prefabrykowanego typu korytkowego



Rys. 4.12. Przykład wykonania przejezdnego ścieku nawierzchniowego z betonowej kostki brukowej



Rys. 4.13. Stacja paliw na terenie MOP. Nawierzchnia szczelna i jej odwodnienie ściekiem prefabrykowanym

Wpusty deszczowe

Wpusty deszczowe są elementami pośrednimi pomiędzy odwodnieniem powierzchniowym i kanalizacją deszczową. Przejmują one wody opadowe z powierzchni i poprzez przykanaliki odprowadzają je do kanalizacji deszczowej (ogólnospławnej). Wyróżniamy wpusty deszczowe z osadnikiem i bez osadnika.

Wody opadowe mogą dostawać się do wpustu następującymi drogami:

- a) **od góry** – nasada jednospadowa lub muldowa,



Rys. 4.14. Wpust z nasadą muldową wykonany z betonu monolitycznego

b) **z boku** – nasada z wpustem bocznym,



Rys. 4.15. Wpust z nasadą boczną

c) **jednocześnie z góry i z boku** – nasada z wpustem kombinowanym,



Rys. 4.16. Przykład wpustu z nasadą kombinowaną

Nasady należy montować w taki sposób, aby pręty rusztu były ustawione prostopadle do krawędzi jezdni.

Odstęp pomiędzy wpustami deszczowymi zależy od wielkości dopływu wód opadowych, zdolności wpustowej nasady (jej przepustowości), warunków miejscowych (spadek podłużny i poprzeczny nawierzchni) oraz dopuszczalnej szerokości rynny ściekowej. Zaleca się przyjmować maksymalną wartość powierzchni odwadnianej przez jeden wpust jako 400 m². (Rozporządzenie [2] określa między innymi maksymalne pole zlewni, przypadające na jeden wpust deszczowy, wynoszące 800 m²). Przepustowość wpustu przyjmuje się w zakresie od 10 dm³/s do 20 dm³/s.

Przepustowość przykanalika o średnicy nominalnej DN 150 mm, ułożonego ze spadkiem 1,0 %, wynosi około 14 dm³/s (chropowatość kanału $k = 2,5$ mm) i powinna być przyjmowana jako dopuszczalne obciążenie wpustu deszczowego [8]. Analogicznie dla przykanalików o średnicy nominalnej DN 100 mm, przepustowość teoretyczna wynosi około 5 dm³/s.

Przy dużym napływie wód opadowych, przyjmuje się zwykle po dwa lub trzy wpusty deszczowe, bezpośrednio jeden za drugim. Zaleca się wykonanie dodatkowych wpustów deszczowych w odległości około 5 m do 10 m przed najniższym punktem niwelety, w celu odprowadzenia większej ilości wód opadowych z nawierzchni, pozostawiając tylko niewielką część napływającej wody do odprowadzenia przez najniżej usytuowany wpust deszczowy.

Na parkingach, do zabezpieczenia wpustów deszczowych, najczęściej stosuje się nasady muldowe.

Zasady wymiarowania odległości między wpustami deszczowymi podano w Załączniku B. Do wyznaczenia odległości pomiędzy wpustami deszczowymi możemy posłużyć się wzorem podanym w tym Załączniku bądź maksymalnymi odstępami między wpustami podanymi w Tabelicy 4.1.

Tabelica 4.1 Orientacyjny rozstaw wpustów deszczowych [8]

Spadek podłużny niwelety i [%]	Maksymalny odstęp między wpustami L [m]
$\geq 0,8$	≤ 30
$0,6 \div 0,8$	≤ 15
$\leq 0,6$	≤ 10
$\leq 0,4$	≤ 8

Zaleca się przy projektowaniu rozwiązań wysokościowych obiektów powierzchniowych jakimi są nawierzchnie parkingów i towarzyszących im dróg dojazdowych oraz manewrowych, opracowanie planów warstwicowych nawierzchni w celu wyznaczenia miejsc lokalizacji wpustów. Dotyczy to szczególnie miejsc o złożonej geometrii w planie i zróżnicowaniu wysokościowym jakimi są place postojowe, skrzyżowania dróg manewrowych i ronda. Zasady konstruowania planów warstwicowych opisano w Zeszyte 1

„Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg oraz przystanków komunikacyjnych” [18].

Wymiarowanie powierzchniowych urządzeń odwadniających wykonuje się zgodnie z wzorem Manninga-Stricklera [8]:

$$Q = k_{st} \cdot h^{\frac{3}{8}} \sqrt{I} \frac{0,315}{i_{pr}} \quad [1]$$

gdzie:

Q - przepływ [m^3/s]

k_{st} – współczynnik chropowatości* zależny od materiału ścieku:

- dla ścieków wykonanych z betonu k_{st} wynosi 50 [$m^{1/3}/s$]

- dla ścieków wykonanych z polimerobetonu k_{st} wynosi 30 [$m^{1/3}/s$]

I – spadek podłużny ścieku [-]

h – głębokość ścieku przy krawężniku [m]

i_{pr} – pochylenie poprzeczne ścieku [-]

*zaleca się przyjmować wartość współczynnika k_{st} po konsultacjach z danym producentem

Nawierzchnie przepuszczalne. Parkingi zielone

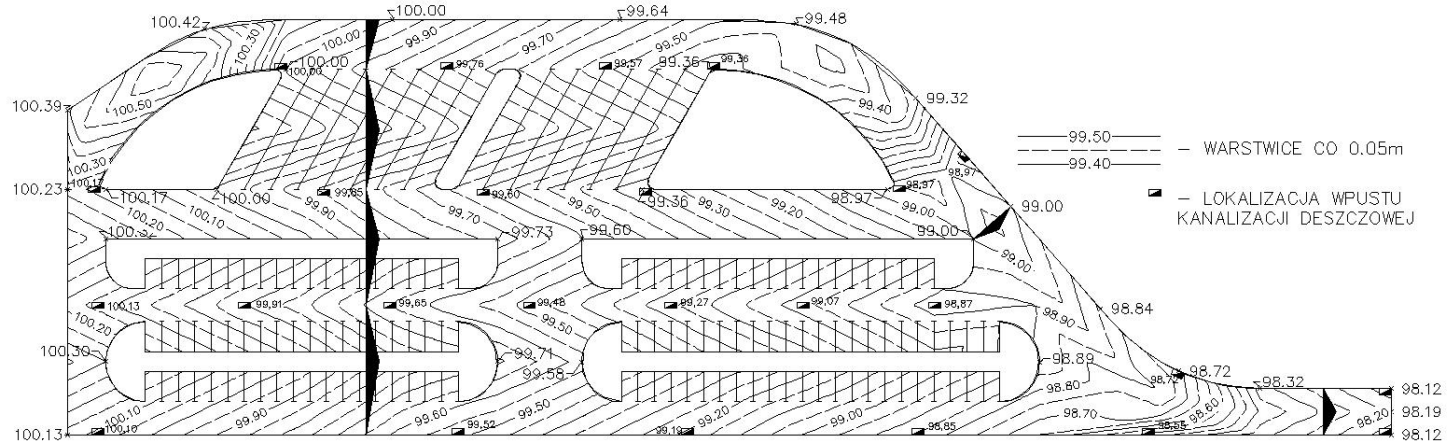
Na terenach o małych spadkach z gruntami o dobrej przepuszczalności i niskim poziomie wody gruntowej mogą być stosowane nawierzchnie przepuszczalne z docelową infiltracją wód opadowych do podłoża. Nawierzchnie parkingów mogą pełnić np.: asfalty porowate lub płyty perforowane – tzw. „parkingi zielone”. Ograniczeniem stosowanie nawierzchni przepuszczalnych jest powierzchnia parkingu i wynikająca z tego liczba miejsc postojowych.

Z powierzchni parkingu nie przekraczającej 0,1 ha (co przekłada się na około 20 stanowisk postoju dla samochodów osobowych) dopuszcza się wprowadzenie bez oczyszczania wód opadowych do odbiornika naturalnego (tj.: wód lub ziemi) [5].

4.1.3. Ogólne zasady wykonania odwodnienia powierzchniowego

Zasady wykonania odwodnienia powierzchniowego zostały przedstawione w Zeszycie 1 „Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg oraz przystanków komunikacyjnych” [18] oraz Ogólnych Specyfikacjach Technicznych: D-03.00.00 „Odwodnienie korpusu drogowego” [19] i D-10.06.01 „Parkingi i zatoki” [20].

Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia parkingów i MOP-ów



Rys. 4.17. Przykładowe rozwiązanie wysokościowe parkingu w formie planu warstwicowego

4.2. Odwodnienie wgłębne

4.2.1. Ogólna charakterystyka odwodnienia wgłębnego

System odwodnienia wgłębnego polega na:

- a) **obniżeniu poziomu wód gruntowych** poprzez ujęcie wód znajdujących się poniżej powierzchni terenu na szerokości odwadnianego obiektu, szczególnie w strefie przemarzania gruntu,
- b) **odprowadzeniu wód podziemnych** poza obręb obiektu,
- c) **stabilizacji stosunków wodnych** naruszonych lokalizacją obiektu.

Zabiegi te powodują skuteczne obniżenie zwierciadła wody i dzięki temu zwiększenie nośności gruntu jako podłoża nawierzchni MOP-u lub parkingu. Odwodnienie wgłębne prowadzi się za pośrednictwem rowów otwartych lub drenażu.

Drenaż głęboki zakłada się w gruncie poniżej głębokości przemarzania. Drenaż płytki wykonuje się w budownictwie drogowym w postaci warstwy filtracyjnej, układanej na naturalnym podłożu gruntowym. Warstwa ta może spełniać różne funkcje; między innymi [6]:

- odprowadza ewentualną wodę przesiąkającą przez konstrukcję nawierzchni parkingu,
- powoduje przerwanie podciągu kapilarnego,
- zwiększa nośność naturalnego podłoża gruntowego.

Z drenażu płytkiego wodę można odprowadzić sączkami poprzecznymi bezpośrednio do rowów drogowych, drenażu głębokiego lub do kanalizacji.

4.2.2. Ogólne zasady projektowania odwodnienia wgłębnego

Do projektowania większości rozwiązań konstrukcyjnych odwodnienia wgłębnego podchodzi się indywidualnie, ze względu na zmienność warunków terenowych, różne rodzaje ujęcia wód, a także możliwość użycia różnych rodzajów materiałów. Ogólne zasady projektowania odwodnienia wgłębnego opisano w Zeszycie 1 „Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg oraz przystanków komunikacyjnych” [18].

Zasady wymiarowania zamieszczono w Załącznikach A do C.

Drenaże

Przebieg ważnych dla stabilności skarp drenaży należy tak zaplanować, aby możliwa była kontrola ich działania, a także w miarę potrzeby naprawa.

Głębokość ułożenia drenaży dobiera się w taki sposób, aby również w okresie mrozów utrzymywały one swoją funkcjonalność, o ile z innych względów nie wymaga się większej głębokości ich wbudowania.

Spadek podłużny drenu powinien być nie mniejszy niż 0,2 % [2].

Drenaż poniżej warstwy odsączającej konstrukcji parkingu układa się tak, aby sklepienie rury drenarskiej znajdowało się około 20 cm poniżej odwadniającej warstwy [12].

Rury drenarskie zbierające wodę z gruntu (sączki podstawowe) powinny mieć średnicę wewnętrzną nie mniejszą niż 50 mm. Rury drenarskie zbierające wodę z sączków podstawowych (zbieracze) powinny mieć średnicę wewnętrzną nie mniejszą niż 100 mm [9]. Średnica wewnętrzna rury drenarskiej oraz jej spadek powinny zapewnić bezciśnieniowy odpływ tych wód.

Drenaż francuski

Drenaż francuski stanowi rozwiązanie „mieszane” i pełni również funkcje odwodnienia powierzchniowego. Wymiarowany jest on na spływ powierzchniowy (deszcz ze zlewni) jak i jako sączek ponieważ może równocześnie odbierać wodę z warstw nawierzchni (jeśli jest tak zlokalizowany). Ujście z drenu francuskiego (jak i z sączków) wykonuje się odcinkiem rury drenarskiej [8].

4.2.3. Ogólne zasady wykonania odwodnienia wglębnego

Trwałość i niezawodność działania drenaży zależna jest od staranności ich wykonania. Należy starać się zachowywać liniowy przebieg drenażu. Poszczególne jego elementy należy starannie łączyć ze sobą. Bardzo ważny jest dobór materiału filtracyjnego [12].

Zasady wbudowywania systemów odwodnienia wglębnego zostały zamieszczone w Zeszycie 1 „Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg i przystanków komunikacyjnych” [18] oraz Ogólnych Specyfikacjach Technicznych: D-03.00.00 „Odwodnienie korpusu drogowego” [19] i D-03.03.01 „Sączki podłużne”.

4.3. Kanalizacja deszczowa

4.3.1. Ogólna charakterystyka kanalizacji deszczowej

Kanalizacja deszczowa służy do podziemnego odprowadzenia wód pochodzących z opadów deszczu, roztopionego śniegu lub gradu, zebranych z powierzchni zlewni. Zagadnienia te opisano szczegółowo w Zeszycie 1 „Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg oraz przystanków komunikacyjnych” [18].

Studnie wpustowe

Studnie wpustowe spełniają te same funkcje co studnie rewizyjne i jednocześnie pełnią rolę wpustu deszczowego. Studnie wpustowe nie posiadają żeliwnego wjazdu w formie pokrywy, lecz wjazd z rusztami, co pozwala na bezpośredni

odbiór wód opadowych przez studnię. Studnie wpustowe można stosować w muldach drogowych jak wpusty.

Odległość pomiędzy studniami wpustowymi dobiera się według tych samych zasad, co w przypadku wpustów ulicznych (deszczowych).

Konstrukcja studni wpustowej odbywa się na tych samych zasadach co konstrukcja studni rewizyjnej. Dla poprawy chłonności studni wpustowej w obrębie ścieku montuje się nasadę wpustową od 3 do 5 cm poniżej poziomu dna ścieku. Ścieki w sąsiedztwie wpustu należy wzmocnić poprzez wybrukowanie dna kostką naturalną (kamienną) lub betonową. Studnie wpustowe mają, z reguły, wmontowane wkładki lub kosze przechwytyjące zanieczyszczenia stałe. W przypadku stosowania wkładek należy je montować minimum 0,5 m poniżej dna ścieku, aby umożliwić oczyszczanie wkładek w dłuższych odstępach czasowych [10].

Studzienki rewizyjne i połączeniowe

Studzienki rewizyjne umożliwiają czyszczenie lub renowację kanału. Dodatkowo studzienki rewizyjne pełnią funkcję naturalnego przewietrzania.

Studzienki połączeniowe lokalizuje się na każdym załamaniu lub skrzyżowaniu trasy kanalizacji deszczowej oraz w odległości co 50 – 70 m na kanałach nieprzelazowych (kanały o średnicy wewnętrznej do 800 mm). Każda studzienka połączeniowa jest jednocześnie studzienką rewizyjną [11].

Tablica 4.2 Orientacyjny rozstaw studzienek połączeniowych [6]

Pochylenie podłużne kanału [%]	Rozstaw studzienek połączeniowych [m]
< 0,3	40 ÷ 50
0,3 ÷ 0,5	50 ÷ 70
0,5 ÷ 1,0	70 ÷ 100
> 1,0	do 100

Tablica 4.3 Orientacyjne odległości pomiędzy studzienkami rewizyjnymi [6]

Średnica kolektora [m]	Odległość pomiędzy studzienkami rewizyjnymi [m]
0,40 ÷ 0,60	40 ÷ 50
0,60 ÷ 0,80	50 ÷ 60
0,80 ÷ 1,00	60 ÷ 70
1,00 ÷ 1,50	do 100

Kanały deszczowe

Kanały deszczowe stosuje się w celu podziemnego odprowadzenia wód z wpustów deszczowych do kanalizacji deszczowej.

Zaleca się układanie kanałów w linii prostej. Zmiana kierunku przebiegu kanału nieprzełazowego odbywa się w studzience połączeniowej, a kanału przełazowego łukami o średnicy 7,5 – 15 m wraz z komorą połączeniową.

Minimalny spadek kanału deszczowego jest zależny od jego średnicy i wstępnie może być oszacowany tak, aby naprężenie ścinające na granicy kanał – woda deszczowa, w czasie przepływu obliczeniowego, wynosiło co najmniej 2,5 N/m². Spadek dna kanału deszczowego nie powinien być mniejszy niż:

- **0,5 %** – przy średnicy wewnętrznej kanału 200 mm,
- **0,4 %** – przy średnicy wewnętrznej kanału 250 mm,
- **0,3 %** – przy średnicy wewnętrznej kanału 300 mm.

Maksymalny spadek kanału deszczowego powinien być dobrany tak, aby największa wartość prędkości przepływu nie przekraczały 7 m/s, co sprawdza się obliczeniowo.

Średnica wewnętrzna kanału nie powinna być mniejsza niż:

- **150 mm** – dla odprowadzeń wody z wpustów deszczowych,
- **200 mm** – dla pozostałych kanałów deszczowych na terenach zamieszkałych,
- **250 mm** – dla pozostałych kanałów deszczowych na terenach miejskich.

Kanały deszczowe powinny mieć nośność wystarczającą do przeniesienia obciążenia od ruchu pojazdów ciężkich. Powinno być to sprawdzone obliczeniowo. Kanały deszczowe wymiaruje się jako napełnione przy obliczeniowym natężeniu przepływu [11].

4.3.2. Ogólne zasady projektowania kanalizacji deszczowej

Średnice kanalizacji deszczowej wymiaruje się według spływów deszczów obliczeniowych, pochodzących z obszarów przyporządkowanej zlewni. Ze względów eksploatacyjnych zaleca się przyjmować średnicę kanału w granicach $D = 250 - 300$ mm.

Zalecane spadki podłużne kanału to: $I_{max} = 3 \%$ $I_{min} = 0,3 \%$.

Prędkość przepływu wody w zaprojektowanym przewodzie nie powinna być mniejsza niż 0,6 m/s i większa niż 6 m/s.

Na odcinkach pomiędzy studzienkami rewizyjnymi, przewody kanalizacji deszczowej układa się w linii prostej [6].

Wybór systemu odprowadzenia wód zarówno opadowych, jak i podziemnych zależy przede wszystkim od:

- obliczonych ich ilości (przewidywanej wielkości wód opadowych), które projektowana kanalizacja musi przyjąć,
- wielkości i rodzaju odbiornika oraz sposobu jego zabudowy.

Przewody kanalizacyjne i drenarskie, których trasa przebiega w pobliżu fundamentów budowli, należy sytuować w sposób zapewniający stateczność obiektów przy uwzględnieniu kąta stoku naturalnego. W razie konieczności przejścia przewodu kanalizacyjnego w zasięgu stoku naturalnego, odległość krawędzi wykopu od lica budowli nie powinna być mniejsza od wartości określonej nierównością:

$$L \geq \frac{H - h + 0,3 + 0,5 \cdot \operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \varphi} \quad (4.2)$$

gdzie:

H – głębokość wykopu pod przewód rurowy [m],

h – głębokość posadowienia fundamentu budowli [m],

φ – kąt tarcia wewnętrznego gruntu [$^{\circ}$].

Średnice kanalizacji deszczowych i drenarskich oblicza się dla poszczególnych odcinków sieci między dwiema sąsiednimi studzienkami rewizyjnymi. Przyjmuje się przy tym, że zarówno natężenie przepływu Q , jak i spadek dna kanału I oraz jego przekrój nie ulegają zmianie. Przy takich założeniach, swobodne zwierciadło wody w kanale, przy pracy bezciśnieniowej, kształtuje się równolegle do jego dna [6].

Zgodnie z Rozporządzeniem [2] strop kolektora lub przykanalika powinien być umieszczony poniżej głębokości przemarzania gruntu. Jeżeli nie jest to możliwe (np. ze względu na zapewnienie wymaganego spadku), należy zaprojektować odpowiednią izolację. Strefy głębokości przemarzania gruntu zamieszczono na mapie w PN-B-03020:1981 [26].

4.3.3. Ogólne zasady wykonania kanalizacji deszczowej

Wykonawca musi posiadać sprzęt, który zapewni należyłą jakość prowadzonych robót. Zasady wykonania i odbioru kanalizacji deszczowej przedstawiono w Ogólnych Specyfikacjach Technicznych D-03.02.01 „Kanalizacja deszczowa” [13].

4.4. Urządzenia odbierające

4.4.1. Studnie chłonne

Odprowadzenie ścieków do ziemi musi spełniać warunki opisane w punkcie 3.1.1.

Studnie chłonne wykonuje się jako gruntowe (wykop jamisty ze skarpmi), z kręgów betonowych lub żelbetowych a także z muru klinkierowego, wiercone, wiercono-kopane i inne [35] oraz ze skrzynek rozsączających (rys. 4.18).



Rys. 4.18. Studnia chłonna wykonana ze skrzynek rozsączających [39]

Wymiary studni należy określić obliczeniowo lub doświadczalnie, przy uwzględnieniu jej zdolności chłonnej, w założeniu przejścia przez nią określonej objętości dopływającej wody. Zwykle studnie gruntowe mają przekrój kwadratowy lub prostokątny o wymiarach dna np. 1,0 x 1,0 m; 1,0 x 2,0 m lub 2,0 x 2,0 m, a studnie z kręgów betonowych średnicę od 0,8 m do 2,5 m.

Studnię chłonną wypełnia się filtrem z przepuszczalnych warstw kruszyw od gruboziarnistych (z tłuczni i żwirów) położonych u spodu do drobnoziarnistych (z piasku) położonych u góry. Górną warstwę piasku okresowo wymienia się, po jej zamuleniu, ręcznie lub mechanicznie.

Studnię chłonną należy wykonać, gdy:

- zaistnieją trudności uzyskania odpowiedniego pochylenia podłużnego rowów drogowych lub drenów, względnie odprowadzenie wód opadowych z lokalnych zagłębień terenu w inny sposób byłoby nieuzasadnione technicznie lub ekonomicznie,
- warstwa gruntu przepuszczalnego, o dostatecznej chłonności, znajduje się na głębokości od 1 do 5 m poniżej terenu,

- poziom wody gruntowej, w warunkach niekorzystnych, znajduje się na głębokości zapewniającej możliwość wchłonięcia wody ze studni,
- nie występuje ruch wody gruntowej w kierunku do drogi,
- studnię można zlokalizować w odległości nie mniejszej niż 10 m od podstawy nasypu drogowego lub zewnętrznej krawędzi skarpy rowu drogowego,
- nie ma przeciwwskazań sanitarnych do wprowadzenia spływów z drogi do gruntu.

Jeśli w dokumentacji projektowej nie określono inaczej, wykop pod studnię chłonną powinien być wykonany w sposób dostosowany do głębokości, danych geotechnicznych i posiadanego sprzętu. Zaleca się wykonanie wykopu ręcznie do głębokości nie większej niż 2 m. Studnia powinna być zagłębiona co najmniej 0,5 m w warstwie gruntu przepuszczalnego.

Wykonanie wykopu poniżej poziomu wód gruntowych bez odwodnienia wgłębnego jest dopuszczalne tylko do głębokości 1 m poniżej poziomu piezometrycznego wód gruntowych.

Nadmiar gruntu z wykopu należy odwieźć na miejsce odkładu lub rozplanować przy studni oraz przy rowach dopływowych.

Wydobyty grunt powinien być składowany przy studni, z pozostawieniem wolnego pasa terenu o szerokości co najmniej 1 m, licząc od krawędzi wykopu - dla komunikacji; kąt nachylenia skarpy wydobytego gruntu nie powinien być większy od kąta jego stoku naturalnego.

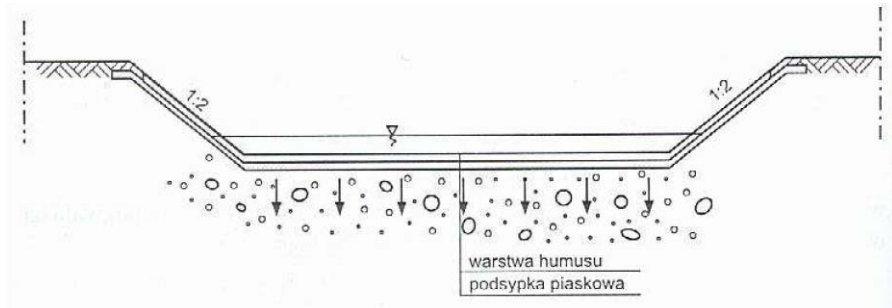
W celu zabezpieczenia wykopu przed zalaniem wodą z opadów atmosferycznych, należy powierzchnię terenu wyprofilować ze spadkiem umożliwiającym łatwy odpływ wody poza teren przylegający do wykopu.

Studnię należy zabezpieczyć przed dopływem wód z otaczającego terenu przez nadanie odpowiednich spadków lub obwałowanie studni [35].

4.4.2. Zbiorniki infiltracyjne

Odprowadzenie ścieków do wód lub ziemi musi spełniać warunki opisane w punkcie 3.1.1.

Zbiornik infiltracyjny stosuje się gdy odwadniana powierzchnia ma od 2 ha do 8 ha, a grunt do głębokości 1,5 m poniżej dna zbiornika zapewnia szybkość filtracji co najmniej 1,25 cm/h i znajduje się powyżej poziomu wody gruntowej.



4.19. Schemat zbiornika infiltracyjnego [40]

4.4.3. Skrzynki rozsączające

Odprowadzenie ścieków do wód lub ziemi musi spełniać warunki opisane w punkcie 3.1.1.

Skrzynki rozsączające przeznaczone są do zagospodarowania-retencjonowania oraz beztłoczeniowego rozprowadzania i rozsączania wody deszczowej zebranej z utwardzonych powierzchni terenu parkingów i MOP-ów.

Skrzynki rozsączające wykonane są w postaci ażurowych bloków komorowych z poliolefin. Pojedynczy blok o przykładowych wymiarach (800 x 800 x 663 mm) może magazynować do 0,406 m³ wody deszczowej. Skrzynki rozsączające mogą być łączone w zespoły/moduły (w pionie i w poziomie), o wielkościach w zależności od wielkości odwadnianej powierzchni. Bloki powinny być łączone w taki sposób, aby tunele inspekcyjne były ułożone w jednej linii, zapewniając dostęp przez cały system. Pojedyncze skrzynki lub moduły powinny być owinięte odpowiednim materiałem (membraną) geosyntetycznym.



Rys. 4.20. Skrzynka rozsączająca [39]

Skrzynki rozsączające przydatne są dla gruntów o niskim poziomie wód gruntowych, dla gruntów przepuszczalnych oraz dla gruntów spoistych (słabo-przepuszczalnych) przy zastosowaniu obsypki żwirowej w celu zwiększenia retencji. Skrzynki rozsączające powinny być ułożone na podłożu płaskim i równym z piasku i żwiru o wysokości minimum 100 mm. Głębokość posadowienia nie powinna przekraczać 6 m.

Grubość zasypki nie powinna być mniejsza niż 0,5 m (na terenach nie obciążonych ruchem pojazdów) i nie powinna przekroczyć 4 m.

4.4.4. Zbiorniki retencyjne

Odprowadzenie ścieków do wód lub ziemi musi spełniać warunki opisane w punkcie 3.1.1.

Zbiorniki retencyjne należy stosować:

- gdy występuje potrzeba wytrącenia nadmiaru szkodliwych substancji z wód odprowadzanych z drogi,
- gdy do istniejącej, prawie całkowicie dociążonej kanalizacji przyłącza się nowe zlewnie powstałe na skutek rozbudowy,
- w celu zmniejszenia (i sterowania) ilości wód odpływających,
- w celu nawodnienia okolicznych gruntów,
- ze względów krajobrazowo-estetycznych.

W przypadku, gdy istnieje niebezpieczeństwo zanieczyszczenia wód opadowych substancjami wydzielającymi nieprzyjemne zapachy (gdy występuje kanalizacja ogólnospławna odprowadzająca również ścieki gospodarcze) ze względów higienicznych i estetycznych należy projektować zbiorniki retencyjne zamknięte.

Zbiorniki zamknięte zaleca się również stosować, gdy:

- brak dostatecznie dużej powierzchni terenu do wykonania zbiornika otwartego,
- występuje odpowiednio duża różnica poziomów odpływu i dopływu.



Rys. 4.21. Zbiornik retencyjny zamknięty [41]

5. Sposoby ochrony środowiska gruntowo – wodnego w obrębie parkingów i MOP-ów

5.1. Ogólna charakterystyka instalacji oddzielaczy cieczy lekkich

Do podstawowych sposobów ochrony środowiska gruntowo – wodnego w obrębie parkingów i MOP-ów należy stosowanie urządzeń sedymentacyjno – flotacyjnych. Urządzenia te zostały zdefiniowane w normach [14], [15] i [16] pod nazwą „instalacje oddzielaczy cieczy lekkich” (np.: olej lub benzyna). Instalacje te mają za zadanie wydzielenie ze ścieków węglowodorów pochodzenia nieorganicznego.

W skład instalacji, o których mowa powyżej wchodzi:

- **osadnik** – element instalacji oddzielacza, w którym osadza się szlam, muł lub żwir, stanowiący oddzielne urządzenie lub budowany razem z oddzielaczem, jako spójny zespół,
- **separator** – element instalacji oddzielacza, który wydziela ciecz lekką ze ścieków i zatrzymuje ją,
- **studzienka do poboru próbek** – montowana na odpływie z separatora, służąca do monitorowania jakości wód odprowadzanych do odbiornika.

Szczegółowej charakterystyki urządzeń jw. dokonano w Zeszycie 7 „Zagadnienia ekologiczne odwadniania pasa drogowego” [17].

Konieczność oczyszczania ścieków opadowych pochodzących z obiektów permanentnie zagrożonych skażeniem substancjami ropopochodnymi, a więc tych, o których mowa w niniejszych Zaleceniach, potwierdzają między innymi badania Instytutu Ochrony Środowiska w Warszawie [4].

5.2. Ogólne zasady projektowania instalacji oddzielaczy cieczy lekkich

Zasady projektowania urządzeń sedymentacyjno – flotacyjnych zostały przedstawione w normie PN-EN 858-1:2005 Instalacje oddzielaczy cieczy lekkich (np. olej i benzyna), części 1: Zasady projektowania, właściwości użytkowe i badania, znakowanie i sterowanie jakością [14] i [15] oraz opisane w Zeszycie 7 „Zagadnienia ekologiczne odwadniania pasa drogowego” [17].

5.3. Ogólne zasady wykonawstwa i eksploatacji instalacji oddzielaczy cieczy lekkich

Zasady wykonania i eksploatacji urządzeń sedymentacyjno – flotacyjnych zostały przedstawione w normie PN-EN 858-2:2005 Instalacje oddzielaczy cieczy lekkich (np. olej i benzyna). Część 2: Dobór wielkości nominalnych, instalowanie, użytkowanie i eksploatacja [16] oraz opisane w Zeszycie 7 „Zagadnienia ekologiczne odwadniania pasa drogowego” [17].

6. Kryteria doboru materiałów i wyrobów

6.1. Wymagania dla materiałów i wyrobów stosowanych do odwodnienia powierzchniowego

Szczegółowe wymagania dotyczące kryteriów doboru materiałów i wyrobów przeznaczonych do odwodnienia powierzchniowego zostały zamieszczone w Zeszyście 1 „Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg i przystanków komunikacyjnych” [18] oraz w Ogólnych Specyfikacjach Technicznych: D-03.00.00 „Odwodnienie korpusu drogowego” [19] i D-10.06.01 „Parkingi i zatoki” [20].

6.2. Wymagania dla materiałów i wyrobów stosowanych do odwodnienia wglębnego

Szczegółowe wymagania dotyczące kryteriów doboru materiałów i wyrobów przeznaczonych do odwodnienia wglębnego zostały zamieszczone w Zeszyście 1 „Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg i przystanków komunikacyjnych” [18] oraz w Ogólnych Specyfikacjach Technicznych: D-03.00.00 „Odwodnienie korpusu drogowego” [19] i D-10.06.01 „Parkingi i zatoki” [20].

6.3. Wymagania dla materiałów i wyrobów stosowanych do kanalizacji deszczowej

Szczegółowe wymagania dotyczące kryteriów doboru materiałów i wyrobów przeznaczonych do wykonania kanalizacji deszczowej zostały zamieszczone w Zeszyście 1 „Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg i przystanków komunikacyjnych” [18] oraz w Ogólnej Specyfikacji Technicznej D-03.00.00 „Odwodnienie korpusu drogowego” [19].

6.4. Wymagania dla wyrobów – materiałów urządzeń ochrony środowiska gruntowo – wodnego w obrębie parkingów i MOP-ów

Instalacje oddzielaczy cieczy lekkich i ich elementy oddzielające powinny być zgodne z wymaganiami materiałowymi wyszczególnionymi w punkcie 6.2 normy PN-EN 858-1:2005 [14].

Beton

Minimalna klasa wytrzymałości na ściskanie betonu wynosi C35/45 zgodnie z pkt. 4.3.1 normy PN-EN 206-1:2003 „Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność” [21].

Materiały metalowe

Produkcja, jakość i badania materiałów metalowych stosowanych w instalacji oddzielaczy cieczy lekkich powinna być zgodna z wymaganiami zawartymi w punkcie 6.2.3 normy PN-EN 858-1:2005 „Instalacje oddzielaczy cieczy lekkich (np. olej i benzyna). Część 1: Zasady projektowania, właściwości użytkowe i badania, znakowanie i sterowanie jakością” [14].

W przypadku użycia stali nierdzewnej powinny być stosowane wyłącznie stale austenityczne odpowiadające minimum jakości stali X6CrNi1810 [14].

Tworzywa sztuczne

a) tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem szklanym

Materiał powinien odpowiadać wymaganiom zawartym w normie PN-EN 976-1:2002, rozdział 3 [22].

b) polietylen

Wymagania dotyczące formowania i wytwarzania polietylenu, własności mechanicznych przy rozciąganiu i odporności na promieniowanie UV zostały zamieszczone w punkcie 6.2.4 b normy PN-EN 858-1:2005 [14].

Materiały uszczelniające

W instalacjach oddzielaczy powinno się stosować wyłącznie elastomery lub materiały uszczelniające o trwałej elastyczności. Nie powinno stosować się zapraw cementowych i podobnych cementów lub mieszanek uszczelniających. Uszczelnienia gumowe powinny spełniać wymagania normy PN-EN 681-1:2002/A3:2006 [23].

Uszczelki elastomerowe w ciągłym kontakcie ze ściekami i/lub cieczą lekką powinny odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 682:2004 [24].

Powłoki i wykładziny

Na powierzchnię instalacji oddzielacza niekiedy nakładane są powłoki/wykładziny w celu zabezpieczenia przed skutkami działania ścieków (powierzchnia wewnętrzna) i warunkami gruntowymi (powierzchnia zewnętrzna). Dokumentacja techniczna zgodnie z normą PN-EN 858-1:2005 [14], dostarczona przez dostawcę materiałów powłokowych, powinna posiadać pełną i prawidłową identyfikację materiału oraz jego zastosowanie, a także możliwości i ograniczenia dotyczące naprawy powłoki.

Powierzchnie stali walcowanej powinny być oczyszczone metodą strumieniowo – ścierną opisaną w [14] w celu uzyskania wymaganego stopnia czystości.

Powierzchnie betonowe przed powlekaniami powinny być szorstkie, czyste i bez pokrycia cementowego.

Instalacje oddzielaczy cieczy lekkich i ich elementy oddzielające powinny charakteryzować się odpornością chemiczną zgodnie z punktem 6.2.7 [14].

Instalacje oddzielaczy cieczy lekkich i ich elementy oddzielające powinny spełniać wymagania przy kontakcie z ogniem zgodnie z pkt. 6.2.8 i 8.4 normy PN-EN 858-1:2005/A1:2005 (U) [15].

Wymagania konstrukcyjne dla instalacji oddzielaczy cieczy lekkich zamieszczone zostały w pkt. 6.3, stabilność konstrukcyjna w pkt. 6.4, wymagania funkcjonalne w pkt. 6.5, a znakowanie wyrobów w pkt. 6.6 [14] i [15].

7. Warunki odbioru

Kryteria odbioru elementów odwodnienia parkingów i MOP-ów powinny być zgodne z punktem nr 6 Ogólnych Specyfikacji Technicznych (OST) [13], [19], [20] oraz specyfikacjami wykonania i odbioru robót opracowanymi przez producentów.

Przy odbiorze elementów odwodnienia parkingów i MOP-ów należy stosować się do następujących warunków:

7.1. Badania przed przystąpieniem do robót

Badania elementów odwodnienia parkingów i MOP-ów przed przystąpieniem do robót powinny być zgodne z pkt. 6 „Kryteria doboru materiałów i wyrobów” niniejszych Zaleceń.

7.2. Kontrola, pomiary i badania w czasie robót

Zgodnie z [19] i [20] Wykonawca jest zobowiązany do stałej i systematycznej kontroli prowadzonych robót w zakresie i z częstotliwością określoną w Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych i zaakceptowaną przez Inspektora.

W szczególności kontrola powinna obejmować:

- sprawdzenie rzędnych założonych spadków nawierzchni zgodnie z dokumentacją projektową,
- sprawdzenie zabezpieczenia wykopów przed zalaniem wodą,
- sprawdzenie prawidłowości ułożenia elementów odwodnienia i urządzeń ochrony środowiska,
- sprawdzenie odchylenia osi kolektora,
- sprawdzenie zgodności z dokumentacją projektową ułożenia przewodów, studzienek i urządzeń ochrony środowiska,
- sprawdzenie odchylenia spadku kanału deszczowego,
- sprawdzenie zgodności lokalizacji drenów, pochylenia podłużnego dna wykopu, wymiarów warstw filtracyjnych, spadku podłużnego dna rur drenarskich, prawidłowości zabezpieczenia i zasypiania oraz prawidłowości wykonania wykopu,
- sprawdzenie prawidłowości uszczelniania przewodów,
- sprawdzenie rzędnych posadowienia studzienek ściekowych, pokryw włazowych,
- sprawdzenie prawidłowości wykonania spoin.

7.3. Dopuszczalne tolerancje i wymagania

Zgodnie z [19] i [20] dopuszczalne tolerancje i wymagania w stosunku do powyższych robót przedstawiono poniżej:

- pochylenie podłużne ścieku – dopuszczalne odchyłki wynoszą $\pm 0,05$ % spadku; na dnie ścieku nie powinny występować zastoiska wody,
- szerokość i głębokość ścieku – dopuszczalne odchyłki wynoszą $\pm 2,0$ cm,
- odchylenie odległości krawędzi wykopu w dnie od ustalonej w planie osi wykopu nie powinno wynosić więcej niż ± 5 cm,
- odchylenie wymiarów w planie nie powinno być większe niż 10 cm,
- szerokość wykonanej warstwy powinna być zgodna z dokumentacją projektową z tolerancją + 5 cm,
- nierówności podłużne warstwy mierzone nie powinny być większe niż 4 mm,
- nierówności poprzeczne nawierzchni nie mogą przekraczać 5 mm,
- spadki poprzeczne nawierzchni powinny być zgodne z dokumentacją projektową z tolerancją $\pm 0,5$ %,
- rzędne wysokościowe powinny być zgodne z dokumentacją projektową z tolerancją ± 1 cm,
- grubość warstwy powinna być zgodna z grubością projektową z tolerancją $\pm 10\%$. Nie dotyczy to warstwy o grubości projektowej od 2,5 do 3,5 cm, dla której tolerancja wynosi ± 5 mm,
- spadek podłużny rury drenarskiej – dopuszczalne odchyłki wynoszą $\pm 0,05$ % spadku,
- wymiary warstwy filtracyjnej – dopuszczalne odchyłki wynoszą $\pm 5,0$ cm (szerokość), $\pm 2,0$ cm (głębokość),
- odchylenie kolektora rurowego w planie, odchylenie odległości osi ułożonego kolektora od osi przewodu nie powinna przekraczać ± 5 mm,
- odchylenie spadku ułożonego kolektora od przewidzianego w projekcie nie powinno przekraczać -5% projektowanego spadku (przy zmniejszonym spadku) i +10% projektowanego spadku (przy zwiększonym spadku),
- rzędne kraterów ściekowych i pokryw studzienek powinny być wykonane z dokładnością do $\pm 5,0$ mm.

8. Utrzymanie

Konserwacji i czyszczeniu elementów odwodnienia parkingów i MOP-ów podlegają:

- nawierzchnie,
- elementy odwodnienia powierzchniowego (wpusty ściekowe, odwodnienia liniowe),
- przewody kanalizacyjne,
- urządzenia ochrony środowiska (separatory, odstojniki).

Utrzymanie nawierzchni polega na usuwaniu zanieczyszczeń w miarę potrzeb oraz kontroli pod kątem utrzymania czystości, które są przeprowadzane dwa razy do roku (wiosna i jesień). Sprawdzeniu podlegają również spoiny elementów nawierzchni [8].

Czyszczenie i konserwację wpustów deszczowych oraz pozostałych elementów odwodnienia liniowego należy wykonywać w miarę potrzeb, minimum raz do roku, po okresie zimowym lub zgodnie z zaleceniami producenta. Podczas przeglądu przeprowadza się:

- czyszczenie szczelin kraty,
- czyszczenie osadnika zanieczyszczeń,
- czyszczenie i ewentualne odtworzenie nawierzchni w okolicy wpustu.

Należy utrzymywać drożność połączenia wpustu i elementów odwodnienia liniowego z przewodami kanalizacyjnymi. Przewody kanalizacyjne powinny być oczyszczane i udrażniane w miarę konieczności w sposób mechaniczny lub hydrauliczny.

W urządzeniach ochrony środowiska należy wymieniać elementy czyszczące (filtry, lamele) zgodnie z zaleceniami producenta.

System oceny stanu technicznego elementów odwodnienia parkingów i MOP-ów, zgodnie z Prawem Budowlanym [25] realizowany jest w ramach przeglądów rocznych i pięcioletnich, które wykonywane są przez służby utrzymania drogowego.

Wykonuje się również dwa razy do roku (wiosna – jesień) przeglądy parkingów i MOP-ów pod kątem sprawności działania systemu odwodnienia. Stwierdzone usterki należy usuwać na bieżąco.

9. Zagadnienia ekologiczne

Autostrady i drogi ekspresowe są wymienione w §1 punkt 29 Rozporządzenia Rady Ministrów z 24 września 2002 w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko Dziennik Ustaw nr 179 poz. 1490 [31], jako inwestycja mogąca znacząco oddziaływać na środowisko i wymagająca sporządzenia raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko. Inne drogi są wymienione w § 3.1 pkt 56 jako mogące wymagać raportu.

Przy projektowaniu i wykonaniu odwodnienia parkingów i MOP-ów zgodnie z Rozporządzeniem [5] należy dążyć do tego, aby odwodnienie nie stanowiło zagrożenia dla okolicznych wód powierzchniowych i gleby oraz nie pogarszało stanu istniejącego odbiornika, do którego odprowadzane są wody powierzchniowe z parkingów i MOP-ów.

W przypadku lokalizacji MOP-u w strefie ochronnej wód gruntowych i zbiorników wody pitnej należy odprowadzać wody opadowe i ścieki poza obszar strefy ochronnej.

Przy projektowaniu i wykonaniu odwodnienia parkingów i MOP-ów nie powinno dopuszczać się do:

- niekontrolowanego przenikania wód zanieczyszczonych odprowadzanych systemem odwodnienia z parkingów i MOP-ów do wód powierzchniowych,
- niekontrolowanego spływu wód z nawierzchni parkingów i MOP-ów, które mogą uruchomić procesy erozyjne skarp oraz zanieczyścić okresowo okoliczne wody powierzchniowe,
- zmian i zakłóceń w stosunkach wodnych w strefie wpływu parkingów i MOP-ów, określonej w ocenie oddziaływania na środowisko uzyskanej na etapie przygotowania inwestycji z uwzględnieniem przepisów Prawa wodnego [27].

Szczegółowe informacje na temat ochrony środowiska przed szkodliwym działaniem zanieczyszczeń powstałych w wyniku odwodnienia dróg, jak również drogowych obiektów inżynierskich i obiektów towarzyszących drogom zawarte są w Zeszycie Zaleceń PG-7 „Zagadnienia ekologiczne odwodnienia pasa drogowego”, wchodzącym w skład serii Zaleceń Projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg i obiektów inżynierskich [17]. W Zeszycie tym przedstawiono m.in. ekologiczne kryteria wyboru systemu oczyszczania wód opadowych uwzględniające stopień wrażliwości poszczególnych elementów środowiska na zanieczyszczenia (obszary bardzo wrażliwe, średnio wrażliwe i mało wrażliwe).

Literatura

- [1] Wytyczne Projektowania Dróg I i II klasy technicznej (Autostrady i drogi ekspresowe) WPD-1, Warszawa 1995
- [2] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U. nr 43 rok 1999 poz. 430).
- [3] Instrukcja Zagospodarowania Dróg, załącznik do zarządzenia nr 4/97 Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych z dnia 12 marca 1997 r., Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 1997
- [4] Sawicka-Siarkiewicz H., 2004. Ograniczanie zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych z dróg. Ocena technologii i zasady wyboru. Dział Wyd. IOŚ, Warszawa 2004.
- [5] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006r. 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. 2006, nr 137, poz. 984)
- [6] Szling Z., Pacześniak E.: Odwodnienia budowli komunikacyjnych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004
- [7] Wytyczne Projektowania Dróg III, IV i V klasy technicznej WPD-2, Warszawa 1995
- [8] Edel R.: Odwodnienie dróg. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności Sp. z o.o., Warszawa 2002
- [9] PN-S-02204:1997 Drogi samochodowe. Odwodnienie dróg.
- [10] Edel R. Odwodnienia powierzchni dróg, placów i parkingów. Ogólne zasady – cz. I, Magazyn Autostrady 8-9/2005
- [11] Wójcicki T.: Nowoczesne urządzenia odwodnienia dróg i oczyszczania ścieków opadowych, Drogownictwo 8/98
- [12] Edel R. Odwodnienia powierzchni dróg, placów i parkingów. Ogólne zasady – cz. II, Magazyn Autostrady 10/2005
- [13] Ogólne Specyfikacje Techniczne, D-03.02.01 Kanalizacja Deszczowa, Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 1998
- [14] PN-EN 858-1:2005 Instalacje oddzielaczy cieczy lekkich (np. olej i benzyna). Część 1: Zasady projektowania, właściwości użytkowe i badania, znakowanie i sterowanie jakością.
- [15] PN-EN 858-1:2005/A1:2005 (U) Instalacje oddzielaczy cieczy lekkich (np. olej i benzyna). Część 1: Zasady projektowania, właściwości użytkowe i badania, znakowanie i sterowanie jakością.
- [16] PN-EN 858-2:2005 Instalacje oddzielaczy cieczy lekkich (np. olej i benzyna). Część 2: Dobór wielkości nominalnych, instalowanie, użytkowanie i eksploatacja.

- [17] Zeszyt 7 „Ekologiczne zagadnienia odwodnienia pasa drogowego”.
- [18] Zeszyt 1 „Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg i przystanków komunikacyjnych”
- [19] Ogólne Specyfikacje Techniczne, D-03.00.00 „Odwodnienie korpusu drogowego”, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa
- [20] Ogólne Specyfikacje Techniczne, D-10.06.01 „Parkingi i zatoki”, ”, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa
- [21] PN-EN 206-1:2003 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [22] PN-EN 976-1:2002 Podziemne zbiorniki z tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknem szklanym (GRP). Bezciśnieniowe poziome zbiorniki cylindryczne do magazynowania paliw ciekłych pochodzących z przetwórstwa ropy naftowej. Część 1: Wymagania i metody badań zbiorników z pojedynczą ścianką.
- [23] PN-EN 681-1:2002/A3:2006 Uszczelnienia z elastomerów. Wymagania materiałowe dotyczące uszczelek złączy rur wodociągowych i odwadniających. Część 1: Guma
- [24] PN-EN 682:2004 Uszczelnienia z elastomerów. Wymagania materiałowe dotyczące uszczelek do rur i kształtek stosowanych do przesyłania gazu i węglowodorów płynnych.
- [25] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 roku – Prawo budowlane (Dz.U.03.207.2016 z późniejszymi zmianami, ostatnia zmiana Dz.U. 05.163.1364)
- [26] PN-B-03020:1981 Grunty budowlane. Posadowienia budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie
- [27] Ustawa z 18 lipca 2001r. Prawo wodne (Dz.U. 2001, nr 115, poz. 1229 z późniejszymi zmianami)
- [28] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001r. o odpadach (Dz.U. 2001, nr 62, poz. 628 z późniejszymi zmianami)
- [29] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. 2001, nr 112, poz. 1206)
- [30] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 16 stycznia 2002r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących autostrad płatnych (Dz.U. 2002, nr 12, poz.116)
- [31] Rozporządzenia Rady Ministrów z 24 września 2002 w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko. Dziennik Ustaw nr 179 poz 1490
- [32] Katalog Drogowych Urządzeń Ochrony Środowiska IBDiM Warszawa 2002
- [33] Katalog powtarzalnych elementów drogowych. CBPBDIM Transprojekt Warszawa 1982

- [34] PN-EN 1433 Kanały odwadniające nawierzchnię dla ruchu pieszego i kołowego. Klasyfikacja, wymagania konstrukcyjne, badanie i ocena zgodności.
- [35] Ogólne Specyfikacje Techniczne, D-03.04.01 „Studnie chłonne”, Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 1998
- [36] Geiger W, Dreiseitl H., Nowe sposoby odprowadzania wód deszczowych. Poradnik retencjonowania i infiltracji wód deszczowych do gruntu na terenach zabudowanych, Oficyna Wydawnicza Projprzem-EKO, Bydgoszcz 1999
- [37] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. z dnia 15 czerwca 2002 r.)
- [38] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 20 września 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych, rurociągi dalekosiężne do transportu ropy naftowej i produktów naftowych i ich usytuowanie. (Dz. U. z dnia 17 listopada 2000 r.)
- [39] Aprobata Techniczna IBDiM Nr AT/2007-03-2238 Elementy systemu RIGO FILL do zagospodarowania wody deszczowej
- [40] Zwara W., Oczyszczanie wód opadowych w infrastrukturze drogowej, Ekol-Unicon Sp. z o.o.
- [41] Katalog wyrobów firmy ViaCon Polska Sp. z o.o.

Załącznik A [6]

Ogólne wzory do obliczania miarodajnego przepływu z danej zlewni

$$Q = q_{t,c} \cdot A \cdot \psi \quad [\text{dm}^3/\text{s}] \quad [\text{A.1}]$$

lub

$$Q = 0,278 \cdot i_p \cdot \varphi \cdot A \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad [\text{A.2}]$$

gdzie:

$q_{t,c}$ – natężenie deszczu obliczeniowego o określonym czasie trwania t i częstotliwości c ,

c – częstotliwość występowania deszczu nawalnego (powtarzalność w latach),

t – czas trwania deszczu miarodajnego [min.],

A – powierzchnia zlewni [ha],

ψ – współczynnik spływu powierzchniowego, dobrany z Tablicy A.1

φ – współczynnik odpływu powierzchniowego, dobrany z Tablicy A.2

Tablica A.1. Współczynniki spływu powierzchniowego ψ z parkingów zależne od rodzaju zabudowy i rodzaju powierzchni

Rodzaj zabudowy lub powierzchni	ψ
Rodzaj zabudowy	
Zabudowa bardzo gęsta, nawierzchnia z bruku	0,70 ÷ 0,80
Zabudowa zwarta	0,50 ÷ 0,70
Zabudowa luźna	0,30 ÷ 0,50
Tereny niezabudowane	0,10 ÷ 0,25
Parki i tereny zielone	< 0,15
Rodzaj powierzchni	
Dachy (blacha, papa)	0,90 ÷ 0,95
Nawierzchnie asfaltowe	0,85 ÷ 0,90
Nawierzchnie kamienne, klinkierowe szczelne	0,75 ÷ 0,85
Nawierzchnie jak wyżej, lecz bez zalanych spoin	0,40 ÷ 0,50
Nawierzchnie tłuczniowe	0,25 ÷ 0,60
Nawierzchnie żwirowe	0,15 ÷ 0,30
Powierzchnie nieumocnione	0,10 ÷ 0,20

i obliczany wzorem (A.3),

$$\psi = \frac{\psi_1 A_1 + \psi_2 A_2 + \dots + \psi_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \psi_i A_i}{\sum_{i=1}^{i=n} A_i} \quad (\text{A.3})$$

(powyższy wzór służy do wyznaczenia ogólnego współczynnika zastępczego spływu dla całej zlewni w przypadku, gdy mamy do czynienia z odwadnianiem terenu o różnorodnym pokryciu i zróżnicowanej zabudowie)

Tablica A.2. Współczynniki odpływu φ na podstawie Iszkowskiego

Topograficzne określenie terenu	φ
Tereny nizinne	0,25
Tereny podgórskie	0,40
Tereny górskie	0,60

i_p – natężenie deszczu nawalnego [mm/h]; maksymalne średnie natężenie dla danego czasu trwania deszczu o prawdopodobieństwie pojawienia się p %, obliczane ze wzoru (A.8) lub dobierane z Tabeli A.3.

Tablica A.3. Natężenie deszczu nawalnego i_p wg Lambora [mm/h]

Prawdopodobieństwo p [%]	Czas trwania deszczu nawalnego [h]							
	1/3	1/2	3/4	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
Opad normalny roczny $H = 400$ mm								
0,1	84,4	63,3	47,5	38,7	29,0	23,6	17,7	14,4
0,5	69,9	52,5	39,4	32,1	24,1	19,7	14,7	12,0
1,0*	63,6	47,8	35,9	29,3	22,0	17,9	13,5	11,0
2,0	57,3	43,2	32,5	26,5	19,9	16,2	12,2	9,0
5,0	49,0	37,0	27,9	22,8	17,1	14,0	10,5	8,6
10,0	42,8	32,3	24,4	20,0	15,0	12,5	9,2	7,5
Opad normalny roczny $H = 500$ mm								
0,1	88,1	66,6	50,2	41,1	31,1	25,4	19,2	15,7
0,5	72,8	55,1	41,7	34,2	25,8	21,1	16,0	13,1
1,0*	66,2	50,2	38,0	31,2	23,5	19,3	14,6	11,9
2,0	59,6	45,3	34,3	28,2	21,3	17,5	13,2	10,8
5,0	50,9	38,8	29,4	24,2	18,3	15,0	11,3	9,3
10,0	44,3	33,8	25,7	21,2	16,0	13,2	10,0	8,2
Opad normalny roczny $H = 600$ mm								
0,1	90,9	69,2	52,6	43,3	32,9	27,1	20,5	16,9
0,5	75,0	57,2	43,6	35,9	27,3	22,5	17,1	14,1
1,0*	68,2	52,1	39,7	32,8	24,9	20,5	15,6	12,8
2,0	61,3	47,0	35,9	29,6	22,5	18,6	14,1	11,6

Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia parkingów i MOP-ów

5,0	52,2	40,1	30,7	25,4	19,4	16,0	12,1	10,0
10,0	45,4	35,0	26,9	22,2	17,0	14,0	10,7	8,8
Opad normalny roczny H = 700 mm								
0,1	93,1	71,3	54,6	45,2	34,5	28,6	21,8	18,1
0,5	76,7	59,0	44,7	37,5	28,7	23,7	18,2	15,0
1,0*	69,7	53,7	41,2	34,2	26,2	21,7	16,6	13,7
2,0	62,6	48,3	37,2	30,8	23,6	19,6	15,0	12,4
5,0	53,3	41,3	31,8	26,4	20,3	16,8	12,9	10,7
10,0	46,2	36,0	27,8	23,1	17,8	14,8	11,3	9,4
Opad normalny roczny H = 800 mm								
0,1	94,7	73,1	56,4	46,9	36,1	30,0	23,1	19,2
0,5	78,0	60,4	46,7	38,9	30,0	24,9	19,2	15,9
1,0*	70,8	54,9	42,5	35,4	27,3	22,7	17,5	14,6
2,0	63,4	49,3	38,2	31,9	24,6	20,5	15,8	13,1
5,0	54,0	42,2	32,8	27,4	21,2	17,7	13,6	11,3
10,0	46,8	36,7	28,7	24,0	18,6	15,5	11,9	9,9
Opad normalny roczny H = 1000 mm								
0,1	97,0	75,9	59,4	49,8	38,9	32,6	25,5	21,3
0,5	79,4	62,7	49,1	41,3	32,3	27,1	21,2	17,7
1,0*	72,3	56,9	44,7	37,6	29,4	24,7	19,3	16,2
2,0	64,8	51,2	40,3	33,9	26,6	22,3	17,5	14,7
5,0	54,9	43,6	34,4	29,1	22,8	19,2	15,0	12,6
10,0	47,5	37,9	30,0	25,4	20,0	16,8	13,2	11,1
Opad normalny roczny H = 1200 mm								
0,1	98,2	78,0	61,8	52,4	41,5	35,1	27,8	23,5
0,5	80,6	64,3	51,1	43,4	34,4	29,1	23,1	19,5
1,0*	73,0	58,4	46,5	39,5	31,4	26,6	21,0	17,8
2,0	65,3	52,4	41,9	35,6	28,3	24,0	19,0	16,1
5,0	55,3	44,6	35,8	30,5	24,4	20,6	16,4	13,9
10,0	47,7	38,7	31,2	26,6	21,2	18,1	14,3	12,2
Opad normalny roczny H = 1500 mm								
0,1	98,7	80,1	64,8	55,7	45,0	38,6	31,2	26,8
0,5	90,9	65,9	53,5	46,1	37,3	32,1	25,9	22,2
1,0*	73,2	59,8	48,7	42,0	34,0	29,2	23,6	20,3
2,0	65,4	53,7	43,8	37,8	30,7	26,4	21,4	18,4
5,0	55,2	45,6	37,4	32,3	26,3	22,7	18,3	15,8
10,0	47,6	39,5	32,5	28,2	23,0	19,8	16,1	13,8
*zalecane przy wymiarowaniu prawdopodobieństwo deszczu nawalnego 100 letniego								

Dla zlewni o polu powierzchni $A < 0,5 \text{ km}^2$ do wyznaczenia natężenia deszczu obliczeniowego o określonym czasie trwania t i częstotliwości występowania c , możemy stosować:

- wzór Błaszczyka:

$$q_{t,c} = \frac{6,63 \cdot \sqrt{H_n^2 \cdot c}}{t^{0,67}} \quad [\text{dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}] \quad (\text{A.4})$$

lub wzór Reinholda:

$$q_{t,c} = q_{15,1} \frac{38}{t+9} (\sqrt[4]{c} - 0,369) \quad [\text{dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}] \quad (\text{A.5})$$

Po wprowadzeniu do wzoru (A.5) oznaczenia:

$$\psi_{t,c} = \frac{q_{t,c}}{q_{15,1}} = \frac{38}{t+9} (\sqrt[4]{c} - 0,369) \quad (\text{A.6})$$

otrzymujemy wzór określający natężenie deszczu obliczeniowego o czasie trwania $t = 15$ min i częstotliwości c , w postaci:

$$q_{t,c} = q_{15,1} \cdot \psi_{t,c} \quad (\text{A.7})$$

Wartości współczynnika $\psi_{t,c}$, wynikającego ze stosunku $\frac{q_{t,c}}{q_{15,1}}$, w zależności od częstotliwości c podano w Tablicy A.4.

Tablica A.4. Wartości współczynnika $\psi_{15,c}$

c	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0	20,0
$\psi_{15,c}$	0,75	1,00	1,30	1,78	2,23	2,76

Dla miast znajdujących się w częściach północno-zachodnich, centralnych i południowo-zachodnich Polski wartości natężenia opadu 15-minutowego przekraczanego raz w roku ($q_{15,1}$) ustalone przez Reinholda zestawiono w Tablicy A.5.

Tablica A.5. Natężenie opadu 15-minutowego przekraczanego raz w roku dla różnych miast Polski

Miasto	$q_{15,l}$ [dm ³ /s·ha]
Szczecin	87
Gdańsk	93
Elbląg	113
Warszawa	84
Zgorzelec	107
Wrocław	112
Opole	117

Natężenie opadów $q_{t,l}$ przekraczanych raz w roku ($c = 1$) dla różnych czasów ich trwania w różnych regionach Polski zestawiono w Tablicy A.6. Dla innych czasów trwania deszczu miarodajnego przeprowadza się interpolację liniową.

Tablica A.6. Natężenie opadów $q_{t,l}$ przekraczanych raz w roku dla różnych czasów ich trwania według Reinholda

Rejon kraju	Czas trwania opadu [min]						
	5	10	15	30	60	90	150
Natężenie opadu $q_{t,l}$ [dm ³ /s·ha]							
Polska Południowo-Zachodnia	174	132,5	106	67	39,5	28,5	18,5
Polska Północno-Zachodnia	162	121	94,5	59	34	24	15,5

Dla zlewni o powierzchni $0,5 < A < 50$ km² przepływ miarodajny przy projektowaniu małych mostów i przepustów oraz innych systemów odwadniających obiekty inżynierskie, stosowany jest wzór (A.2). Występujące w tym wzorze natężenie deszczu nawalnego i_p o określonym czasie jego trwania i prawdopodobieństwie występowania p % dla warunków polskich może być wyznaczone ze wzoru Lambora:

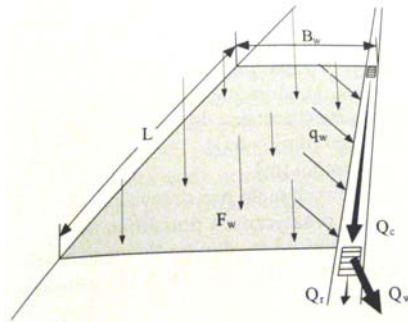
$$i_p = \frac{(38 - 12 \lg p) H^{0,28}}{(t + b)^n} + d \text{ [mm/h]} \quad (\text{A.8})$$

gdzie:

$$\begin{aligned}n &= 0,779 - 0,164 \cdot H, \\b &= 0,001 \cdot (20,92 \cdot H \cdot p^{0,345} - 0,15 \cdot p - 2,0), \\d &= 0,001 \cdot (47,3 - 0,023 \cdot p), \\t &\text{ – czas trwania deszczu nawalnego [h],} \\H &\text{ – wskaźnik opadu normalnego [m],} \\p &\text{ – prawdopodobieństwo pojawiania się [%].}\end{aligned}$$

Załącznik B

Wymiarowanie odległości między wpustami deszczowymi



Rys. B.1. Schemat splotu opadu po powierzchni. [8]

Odległości pomiędzy wpustami deszczowymi otrzymujemy ze wzoru:

$$L = \frac{10000(Q_c - Q_r)}{1,35 \cdot q \cdot B_w} \quad (\text{B.1})$$

gdzie:

Q_r – ilość podstawowa cieku \approx wielkość, która nie została przyjęta przez rozpatrywany wpust i odprowadzona zostanie do następnego [dm^3/s],

Q_c – maksymalny możliwy przepływ w cieku [dm^3/s].

B_w – szerokość odwadnianej powierzchni [m],

q – natężenie deszczu miarodajnego [$\text{dm}^3/(\text{s} \cdot \text{ha})$].

Powierzchnia zlewni odwadnianej przez jeden wpust:

$$F_w = B_w \cdot L \quad (\text{B.2})$$

gdzie:

F_w – powierzchnia odwadniana przez jeden wpust [m^2],

B_w – szerokość odwadnianej powierzchni [m],

L – odstęp między wpustami [m].

Dopływ liniowy do cieku odwadniającego:

$$q_w = \psi \cdot q \cdot B_w \cdot \xi / 10000 \quad (\text{B.3})$$

gdzie:

- q_w – dopływ liniowy do cieku [$\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$],
- ψ – współczynnik spływu [-],
- q – natężenie deszczu miarodajnego [$\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{ha})$],
- ξ – współczynnik bezpieczeństwa [-].

Dopływ wód opadowych z odwadnianej przez wpust zlewni wyraża się wzorem:

$$Q_w = q_w \cdot L \quad (\text{B.4})$$

gdzie:

- Q_w – dopływ ze zlewni wpustu [dm^3/s],

Wartość współczynnika spływu dla powierzchni umocnionych waha się od 0,95 dla powierzchni wolnej do 0,4 dla powierzchni o dużym natężeniu ruchu drogowego. Zaleca się stosowanie do obliczeń współczynnika spływu równego $\psi = 0,9$.

Zalecany współczynnik bezpieczeństwa $\xi = 1,5$.

Uwzględniając powyższe współczynniki można dopływ ze zlewni pojedynczego wpustu przedstawić w postaci:

$$Q_w = 1,35 \cdot 10^{-4} \cdot q \cdot B_w \cdot L \quad (\text{B.5})$$

Poprzez zbilansowanie ilości wód opadowych otrzymujemy równanie:

$$Q_c = Q_w + Q_r \quad (\text{B.6})$$

Załącznik C

Charakterystyka jakościowa spływów opadowych [4]

Tablica C.1. Stężenia zawiesin i substancji ropopochodnych w wodach opadowych i roztopowych pochodzących z różnych zlewni, wg badań krajowych

Rodzaj zlewni	Stężenie zawiesin mg/dm ³			Stężenie substancji ropopochodnych mg/dm ³		
	min.	max.	śred.	min.	max.	śred.
stacje paliw – opad deszczu	20,0	1035,0	239,4	0,3	92,5	20,3
stacje paliw – roztopy	-	-	5310,0	-	-	82,1
parkingi – opad deszczu	41,6	716,0	84,6	1,2	2,2	1,7
parkingi – roztopy	95,0	6814,0	1048,6	-	-	3,3
dachy – opad deszczu	2,1	290,0	31,7	0,3	1,9	0,9
dachy – roztopy	-	-	38,0	-	-	1,1
drogi – opad deszczu	18,2	806,4	164,6	-	-	-
drogi - roztopy	119,2	6224,4	1923,8	-	-	-
ulice – opad deszczu	61,5	2238,0	477,2	0,6	2,4	1,2
ulice – roztopy	749,0	2285,0	2248,9	3,7	19,0	11,4
ulice – opad śniegu	2140,0	11118,0	4842,0	-	-	-

Tablica C.2. Stężenia zawiesin i substancji ropopochodnych w wodach opadowych i roztopowych pochodzących z różnych zlewni, wg badań krajowych i zagranicznych

Rodzaj zlewni	Stężenie zawiesin mg/dm ³			Stężenie substancji ropo- pochodnych mg/dm ³		
	min.	max.	śred.	min.	max.	śred.
stacje paliw – opad deszczu	20,0	1035,0	239,4	0,3	92,5	20,3
stacje paliw – roztopy	-	-	5310,0	-	-	82,1
parkingi – opad deszczu	11,0	1248,0	114,0	1,2	2,2	1,7
parkingi – roztopy	95,0	6814,0	1048,6	-	-	3,3
dachy – opad deszczu	1,0	290,0	42,2	0,3	1,9	0,9
dachy – roztopy	-	-	38,0	-	-	1,1
drogi – opad deszczu	4,0	806,4	135,8	-	-	-
drogi - roztopy	119,2	6224,4	1923,8	-	-	-
ulice – opad deszczu	5,0	2238,0	498,1	0,6	2,4	1,2
ulice – roztopy	794,0	2285,0	2248,9	3,7	19,0	11,4
ulice – opad śniegu	2140,0	11118,0	4842,0	-	-	-

Tablica C.3. Zawartość pozostałych wskaźników zanieczyszczeń w wodach opadowych i roztopowych pochodzących z różnych zlewni, wg badań krajowych

Rodzaj zlewni	Stężenie SEEN mg/dm ³			Stężenie ChZT mgO ₂ /dm ³			Stężenie chlorków mg/dm ³		
	min	max	śr.	min	max	śr.	min	max	śr.
stacje paliw – opad deszczu	0,3	115,0	30,5	53,0	4250,0	656,7	-	-	-
stacje paliw – roztopy	-	-	103,4	-	-	4250,0	-	-	-
parkingi – opad deszczu	2,1	3,4	2,3	316,0	337,0	191,7	-	-	-
parkingi – roztopy	8,2	200,0	21,2	96,0	3760,	698,0	9,5	3320,0	692,3
dachy – opad deszczu	0,5	2,4	1,2	6,4	200,0	53,4	-	-	-
dachy – roztopy	-	-	1,5	-	-	82,0	-	-	-
drogi – opad deszczu	5,3	25,1	12,8	14,7	701,9	157,3	-	-	-
drogi - roztopy	7,5	156,0	48,6	155,0	29237,3	5537,2	10,6	38431,8	7425,8
ulice – opad deszczu	1,1	114,9	30,4	20,0	3100,0	308,0	-	-	-
ulice – roztopy	3,9	30,0	17,0	746,0	1210,0	1272,3	8850,0	27000,0	9967,1
ulice – opad śniegu	57,6	245,2	151,9	1360,0	6160,0	3560,0	2700,0	11850,0	6337,0

Tablica C.4. Zawartość pozostałych wskaźników zanieczyszczeń w wodach opadowych i roztopowych pochodzących z różnych zlewni, wg badań krajowych i zagranicznych

Rodzaj zlewni	Stężenie SEEN mg/dm ³			Stężenie ChZT mgO ₂ /dm ³			Stężenie chlorków mg/dm ³		
	min	max	śr.	min	max	śr.	min	max	śr.
stacje paliw – opad deszczu	0,3	115,0	30,5	53,0	4250,0	656,7	-	-	-
stacje paliw – roztopy	-	-	103,4	-	4250,0	-	-	-	-
parkingi – opad deszczu	2,1	10,7	3,7	41,0	337,0	164,3	-	-	-
parkingi – roztopy	8,2	200,0	21,2	96,0	3760,0	698,0	9,5	3320,0	692,3
dachy – opad deszczu	0,5	2,4	1,2	1,0	200,0	25,8	-	-	-
dachy – roztopy	-	-	1,5	-	-	82,0	0,3	10,0	-
drogi – opad deszczu	5,3	25,1	6,8	5,4	701,9	98,2	-	-	-
drogi - roztopy	7,5	156,0	48,6	155,0	29237,3	5537,2	10,6	38431,8	7425,8
ulice – opad deszczu	1,1	114,9	30,4	20,0	3100,0	308,0	-	-	-
ulice – roztopy	3,9	30,0	17,0	746,0	1210,0	1272,3	8850,0	27000,0	9967,1
ulice – opad śniegu	57,6	245,2	151,9	1360,0	6160,0	3560,0	2700,0	11850,0	6337,0

Załącznik D

Charakterystyka jakościowa odpadów

Tablica D.1. Klasyfikacja odpadów powstających w trakcie eksploatacji urządzeń służących do odwodnienia pasa drogowego [17]

Rodzaj odpadu	Podgrupa odpadu	Grupa odpadu	Kod
Odpady stałe z piaskowników i z odwadniania olejów w separatorach	Odpady z odwadniania olejów w separatorach – 13 05	Oleje odpadowe i odpady ciekłych paliw (z wyłączeniem olejów jadalnych oraz grup 05, 12 i 19) - 13	13 05 01*
Szlamy z odwadniania olejów w separatorach			13 05 02*
Szlamy z kolektorów			13 05 03*
Olej z odwadniania olejów w separatorach			13 05 06*
Zaolejona woda z odwadniania olejów w separatorach			13 05 07*
Mieszanka odpadów z piaskowników i z odwadniania olejów w separatorach			13 05 08*
Sorbenty, materiały filtracyjne, tkaniny do wycierania (np. szmaty, ścierki) i ubrania ochronne inne niż wymienione	Sorbenty, materiały filtracyjne, tkaniny do wycierania i ubrania ochronne - 15 02	Odpady opakowaniowe; sorbenty, tkaniny do wycierania, materiały filtracyjne i ubrania ochronne nieujęte w innych grupach - 15	15 02 03
Odpady z instalacji i urządzeń służących zagospodarowaniu odpadów, z oczyszczalni ścieków oraz z uzdatniania wody pitnej i wody do celów przemysłowych	Odpady z oczyszczalni ścieków nieujęte w innych grupach – 19 08	Tłuszcze i mieszaniny olejów z separacji olej/woda inne niż wymienione w 19 08 09	19 08 10*
		Inne nie wymienione odpady	19 08 99
Nie segregowane (zmieszane) odpady komunalne	Inne odpady komunalne 20 03	Odpady komunalne łącznie z frakcjami gromadzonymi selektywnie - 20	20 03 01
Odpady komunalne nie wymienione w innych podgrupach			20 03 99

*) odpady niebezpieczne

Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia parkingów i MOP-ów

Jakość odpadów w postaci szlamów na podstawie wyników badań, udostępnionych przez firmy zajmujące się unieszkodliwianiem odpadów [4]:

- ChZT 440,0 mgO₂/kg s.m.,
- SEEN 6118,0 mg/l,
- substancje ropopochodne 2295,9 mg/l,
- cynk 0,114 mg/l,
- ołów > 0,006 mg/l,
- chlorki 143,0 mg/l.

Osady nagromadzone w urządzeniach sedymentacyjno-flotacyjnych wykazują następujące właściwości (dane udostępnione przez GDDKiA w Krakowie):

- sucha masa 60,0% (16,1-78,5),
- ChZT 40 132 mgO₂/kg s.m. (4600-84900),
- ołów 128 mgPb/kg s.m. (18,7-412),
- SEEN 7076 mg/kg s.m. (120-18340).

Spis tablic

- Tablica 4.1 Orientacyjny rozstaw wpustów deszczowych [8]
- Tablica 4.2 Orientacyjny rozstaw studzienek połączeniowych [6]
- Tablica 4.3 Orientacyjne odległości pomiędzy studzienkami rewizyjnymi [6]
- Tablica A.1. Współczynniki spływu powierzchniowego ψ z parkingów zależne od rodzaju zabudowy i rodzaju powierzchni
- Tablica A.2. Współczynniki odpływu φ na podstawie Iszkowskiego
- Tablica A.3. Natężenie deszczu nawalnego i_p wg Lambora [mm/h]
- Tablica A.4. Wartości współczynnika $\psi_{15,c}$
- Tablica A.5. Natężenie opadu 15-minutowego przekraczanego raz w roku dla różnych miast Polski
- Tablica A.6. Natężenie opadów $q_{t,l}$ przekraczanych raz w roku dla różnych czasów ich trwania według Reinholda
- Tablica C.1. Stężenia zawiesin i substancji ropopochodnych w wodach opadowych i roztopowych pochodzących z różnych zlewni, wg badań krajowych
- Tablica C.2. Stężenia zawiesin i substancji ropopochodnych w wodach opadowych i roztopowych pochodzących z różnych zlewni, wg badań krajowych i zagranicznych
- Tablica C.3. Zawartość pozostałych wskaźników zanieczyszczeń w wodach opadowych i roztopowych pochodzących z różnych zlewni, wg badań krajowych
- Tablica C.4. Zawartość pozostałych wskaźników zanieczyszczeń w wodach opadowych i roztopowych pochodzących z różnych zlewni, wg badań krajowych i zagranicznych
- Tablica D.1. Klasyfikacja odpadów powstających w trakcie eksploatacji urządzeń służących do odwodnienia pasa drogowego [17]

Spis rysunków

- Rys. 2.1. Przykłady zagospodarowania MOP I, II i III; A – zielen izolacyjna, B – zielen zacierająca stanowiska postojowe, C – pole widoczności, D – strefa spożywania posiłków, E – strefa ciszy i rekreacji, F – strefa usług i sanitariatów, G – strefa rekreacji czynnej, H – wyjazd z drogi zewnętrznej dla pojazdów zaopatrzenia i obsługi [1]
- Rys. 2.2. Miejsca postojowe dla samochodów osobowych na MOP-ach
- Rys. 2.3. Miejsca postojowe dla samochodów ciężarowych na MOP-ach
- Rys. 2.4. Miejsca postojowe na terenie MOP-u przy hotelu
- Rys. 2.5. Ściek z wpustem na krawędzi drogi manewrowej i miejsc postojowych
- Rys. 2.6. Nawierzchnia szczelna stacji benzynowej na terenie MOP-u. Odwodnienie liniowe na krawędzi
- Rys. 2.7. Nawierzchnia szczelna stacji benzynowej na terenie MOP-u. Szczegół wykonania odwodnienia liniowego
- Rys. 2.8. Miejsca postoju na terenie MOP-u
- Rys. 2.9. Schemat rozmieszczenia różnych typów MOP-ów wzdłuż drogi [1]
- Rys. 4.1. Korytko z rusztem [8]
- Rys. 4.2. Ściek szczelinowy [8]
- Rys. 4.3. Ściek szczelinowy z wyprofilowanym krawężnikiem [8]
- Rys. 4.4. Ścieki przykrawężnikowe
- Rys. 4.5. Rodzaje ścieków w nawierzchni
- Rys. 4.6. Ściek przykrawężnikowy wykonany z kostki brukowej
- Rys. 4.7. Przykład wykonania ścieku przykrawężnikowego
- Rys. 4.8. Ściek nawierzchniowy [8]
- Rys. 4.9. Ściek drogowy korytkowy: a) ściek wbudowany w nawierzchnię; b) ściek wbudowany w krawędź nawierzchni; 1 – płyta ściekowa typ korytkowy; 2 – podsypka cementowo-piaskowa 3 – podbudowa z pospółki; 4 – humus
- Rys. 4.10. Ściek drogowy trójkątny wbudowany w krawędź nawierzchni: 1 – płyta ściekowa typ trójkątny; 2 – podsypka cementowo-piaskowa; 3 – podbudowa z pospółki; 4 – humus
- Rys. 4.11. Przykład wykonania przejezdnego ścieku nawierzchniowego, prefabrykowanego typu korytkowego
- Rys. 4.12. Przykład wykonania przejezdnego ścieku nawierzchniowego z betonowej kostki brukowej
- Rys. 4.13. Stacja paliw na terenie MOP. Nawierzchnia szczelna i jej odwodnienie ściekiem prefabrykowanym
- Rys. 4.14. Wpust z nasadą muldową wykonany z betonu monolitycznego
- Rys. 4.15. Wpust z nasadą boczną
- Rys. 4.16. Przykład wpustu z nasadą kombinowaną
- Rys. 4.17. Przykładowe rozwiązanie wysokościowe parkingów w formie planu warstwicowego

- Rys. 4.18. Studnia chłonna wykonana ze skrzynek rozsączających [39]
4.19. Schemat zbiornika infiltracyjnego [40]
Rys. 4.20. Skrzynka rozsączająca [39]
Rys. 4.21. Zbiornik retencyjny zamknięty [41]
Rys. B.1. Schemat spływu opadu po powierzchni. [8]