



Centrala:
ul. Złota 61/100
00-819 Warszawa
tel.: +48 22 25 78 774
fax: +48 22 25 78 776

Oddział Białystok
ul. Hetmańska 103
15-727 Białystok
tel. +48 85 74 59 760
fax +48 85 74 59 761

Aktualizacja programu zagospodarowania wód
opadowych i rozbudowy kanalizacji deszczowej
w granicach administracyjnych miasta Białegostoku
wraz z racjonalnym rozmieszczeniem zbiorników
retencyjnych, rowów i odparowników

ETAP II

Zespół autorski:

mgr inż. Kamil Świętchowski, mgr inż. Anna Tomas, mgr inż. Michał Targoński,
mgr inż. Szymon Chmur, mgr inż. Łukasz Latkowski, mgr inż. Anna Śliwko,
mgr inż. Jakub Bobrowski, mgr inż. Sebastian Gajek

Białystok, 2018 r.

Spis treści

1. Przedmiot opracowania	6
2. Cel opracowania	6
3. Zalecenia lokalizacji przeznaczonych na zlewnie awaryjne wynikające z miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego	6
4. Miejsca narażone na wystąpienie podtopień	11
5. Konieczne do przebudowy miejsca i odcinki kanałów deszczowych	13
6. Propozycje zbiorników retencyjnych i odbiorników wód	15
6.1. Przebudowa odbiorników wód.....	15
6.2. Zbiorniki retencyjne	16
7. Zalecenia dotyczące kolejności inwestycji	18
8. Nowoczesne sposoby gospodarowania wodami opadowymi	28
9. Sugerowane rozwiązania techniczne odnośnie urządzeń i systemów do zbierania oraz zagospodarowania wód deszczowych	32
9.1. Systemy i urządzenia umożliwiające infiltrację wód deszczowych do gruntu.....	38
9.2. Systemy do retencjonowania wody deszczowej.....	48
9.3. Urządzenia do oczyszczania wód deszczowych	54

Spis rysunków

Rysunek 1 Koncepcja rozbudowy kanalizacji deszczowej na podstawie MPZP	8
Rysunek 2 Przykładowe oczko wodne.....	31
Rysunek 3 Zbiorniki magazynujące i retencjonujące wodę- mała architektura.....	32
Rysunek 4 Przykład rynny muldowej wykonana z prefabrykatów (źródło: www.zbdat.com.pl)	33
Rysunek 5 Szczegół wykonania rynny skrzynkowej wg ACO (źródło: www.aco.com.pl)	33
Rysunek 6 Rów przydrożny bez umocnionych skarp (źródło: www.zbdat.com.pl)	34
Rysunek 7 Przykład odwodnienia drogi przy pomocy warstwy chłonnej i płytkiego rowu (źródło: www.zbdat.com.pl).....	34
Rysunek 8 Przykład umocnionych rowów odwadniających.....	35
Rysunek 9 Krawężnik odwadniający - przykład zastosowania	36
Rysunek 10 Rozwiązanie krawężnika odwadniającego firmy ACO i rynny (muldy) firmy Gimani & Mufle.....	36
Rysunek 11 Nasada wpustu deszczowego w wlewie bocznym produkcji KZO S.A.....	37
Rysunek 12 Wyregulowany wpust uliczny przy pomocy kostki betonowej.....	37
Rysunek 13 Fragment uregulowanego i konserwowanego rowu	39
Rysunek 14 Ogólny schemat kanalizacji deszczowej z rowami infiltracyjnymi.....	39
Rysunek 15 Przykład basenu infiltracyjnego	40
Rysunek 16 Sposób wykonania rowu chłonnego (źródło – [43])	40
Rysunek 17 Schemat ideowy rozwiązania niecki chłonnej (źródło – [43]).....	41
Rysunek 18 Przykład zabudowy skrzynek rozsączających w gruncie (źródło: www.polyteam.pl)	42
Rysunek 19 Schemat ideowy odprowadzenia wód opadowych do skrzynek połączonych w galerię.....	42
Rysunek 20 Schemat ideowy odprowadzenia wód deszczowych z połaci dachu do skrzynki rozsączającej.....	43
Rysunek 21 Minimalne przykrycie skrzynek retencyjno-rozsączających Wavin Q-BIC.....	43
Rysunek 22 Schemat i budowa typowej studni chłonnej z zasileniem podziemnym (źródło: M. Bodziony).....	44
Rysunek 23 Schematy obliczeniowe studni chłonnych (źródło: Retencja i infiltracja wód deszczowych, Słyś Daniel, Rzeszów 2008).....	45
Rysunek 24 Schemat rozwiązania rigoli z powierzchniowym doływem wód deszczowych ...	46
Rysunek 25 Przykład zbudowanej rigoli podłużnej zasilanej powierzchnio i podziemnie	47
Rysunek 26 Schemat rozwiązania rigoli z powierzchniowym i podziemnym doływem wód deszczowych.....	47
Rysunek 27 Schemat działania urządzeń retencyjnych.....	48
Rysunek 28 Przekrój przez powierzchnię z wsiąkaniem powierzchniowym (źródło: M. Bodziony [44])	49
Rysunek 29 Przekrój przez nieckę infiltracyjno-retencyjną (źródło: M.Bodziony).....	50
Rysunek 30 Przekrój przez zbiornik infiltracyjny (źródło – M. Bodziony [44]).....	52

Rysunek 31 Schemat dwukomorowego zbiornika otwartego wód deszczowych (źródło – M. Bodziony [44])	53
Rysunek 32 Przykład estetyki zbiornika retencyjnego z umocnionymi skarpami (źródło: Dorota Gatkowska-Jeleńska Józef Jeleński – Naturalna estetyka zbiorników retencyjnych deszczówki)	54
Rysunek 33 Rozwiązanie urządzenia do miejscowego oczyszczania wody deszczowej we wpuszcie ulicznym EkoDrain firmy TUZAL	56
Rysunek 34 Przykładowe rozwiązanie filtru gruntowego (źródło – M. Bodziony [44])	57
Rysunek 35 Schemat wykonania i działania filtru gruntowego.....	58
Rysunek 36 Separator piasku poziomy (źródło: www.wavin.pl).....	59
Rysunek 37 Rozwiązanie separatora lamelowego firmy Wavin.....	59
Rysunek 38 Przykład separatora koalescencyjnego połączonego z funkcją piaskownika (źródło: www.esox.pl).....	60
Rysunek 39 Schemat separatorów pracujących na by-pass'ie (źródło: www.wavin.pl)	61
Rysunek 40 Wybrane układy pracy piaskownik-separator cieczy lekkich.....	61
Rysunek 41 Przykład budowy separatora kompaktowego koalescencyjnego z dodatkową komorą sorpcyjną (źródło: www.separator.pl).....	62
Rysunek 42 Przykład stawu sedymentacyjnego odwadniającego drogę ekspresową (źródło: Dorota Gatkowska-Jeleńska1 Józef Jeleński2 – Naturalna estetyka zbiorników retencyjnych deszczówki)	63
Rysunek 43 Przykład wykonania stawu sedymentacyjnego	63

Spis tabel

Tabela 1 Zestawienie zaleceń wynikających z miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego.....	7
Tabela 2 Zestawienie MPZP do koncepcji rozbudowy kanalizacji deszczowej	8
Tabela 3 Zestawienie proponowanych prac w miejscach narażonych na zalewanie	11
Tabela 4 Wykaz pozostałych propozycji rozwiązań do projektu.....	12
Tabela 5 Zestawienie proponowanych prac przebudowy miejsc i odcinków kanałów deszczowych.....	13
Tabela 6 Zestawienie proponowanych prac na odbiornikach wód	15
Tabela 7 Zestawienie proponowanych zbiorników retencyjnych.....	16
Tabela 8: Zalecana kolejność wykonania proponowanych rozwiązań.....	20
Tabela 9 Efektywna retencja glebowa w zależności od profilu.....	29

Spis załączników

- Załącznik nr 1. Mapa I - Istniejący system kanalizacji deszczowej
- Załącznik nr 2. Mapa II - Propozycje zmian w systemie kanalizacji deszczowej
- Załącznik nr 3. Mapa III - Miejsca podtopień wynikające z obliczeń hydraulicznych
- Załącznik nr 4. Mapa IV - Analiza wariantowa - Miejsca podtopień wynikające z obliczeń hydraulicznych
- Załącznik nr 5. Obliczenia hydrauliczne odcinków obliczeniowych (analiza wariantowa)
- Załącznik nr 6. Płyta z wersją elektroniczną

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest „Aktualizacja programu zagospodarowania wód opadowych i rozbudowy kanalizacji deszczowej w granicach administracyjnych miasta Białegostoku wraz z racjonalnym rozmieszczeniem zbiorników retencyjnych, rowów i odprowadników”.

Etap II swym zakresem obejmuje:

1. zalecenia lokalizacji ewentualnych zlewni awaryjnych (przelewy burzowe, wskazanie terenów nadających się – nisko posadowione łąki, tereny otwarte, zalesione itp.),
2. wnioski, zalecenia i wyniki:
 - a) wskazanie miejsc konfliktowych sieci kanalizacyjnej,
 - b) wskazanie miejsc systemu odprowadzającego, koniecznych do przebudowy,
 - c) wskazanie najkorzystniejszych tras kanalizacji deszczowej w celu likwidacji podtopień,
 - d) wskazanie kolejności przeprowadzania inwestycji,
 - e) wskazanie lokalizacji i rodzaju zbiorników retencyjnych i nowych odbiorników wód.

2. Cel opracowania

Celem realizacji przedmiotu zamówienia jest aktualizacja wytycznych rozwojowych w zakresie zagospodarowania wód deszczowych dla terenu miasta Białegostoku, niezbędnych przede wszystkim do zabezpieczenia przed skutkami intensywnych opadów deszczu, poprzez prawidłowe odprowadzanie nadmiaru wód opadowych do odbiorników oraz planowania prac urbanistycznych i inwestycyjnych. Dokumentacja wykonana w ramach niniejszego zamówienia ma być formalno-prawną i technologiczną podstawą do wydawania warunków technicznych podłączenia do sieci kanalizacji deszczowej i określania parametrów technicznych tych sieci, do wykonania projektów budowlanych i działań organizacyjnych, wynikających z przyjętych planów zagospodarowania przestrzennego, kierunków rozwoju i przebudowy kanalizacji miasta Białegostoku.

3. Zalecenia lokalizacji przeznaczonych na zlewnie awaryjne wynikające z miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego

Miejscami awaryjnymi na zalanie przez zbyt dużą ilość wód deszczowych winny być obszary zalewowe wyznaczone przez IMGW na podstawie danych historycznych oraz obszar

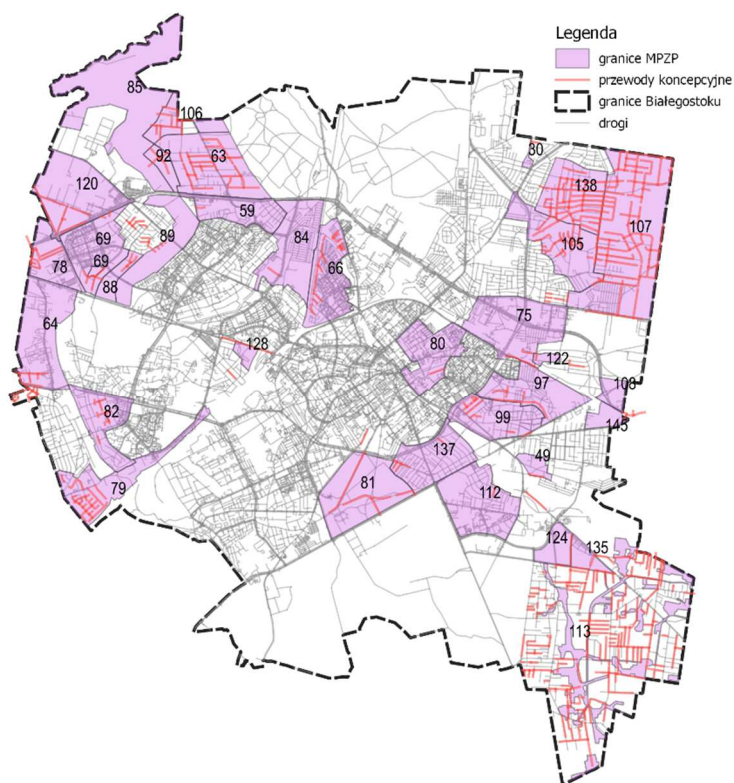
rowów melioracyjnych na terenie między ul. Popiełuszki a stawami Marczukowskimi w kierunku rzeki Białej. Obszar zaznaczono na mapie w wersji papierowej.

Niemniej istotne zalecenia odnośnie zlewni wód opadowych wynikają z miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego. Toteż przegląd i analiza miejscowych planów pozwoliła wskazać obszary przeznaczone pod potencjalne przeciwdziałania lokalnym podtopieniom. Poniższe zestawienie przedstawia obszary do ewentualnego zagospodarowania zgodnie z MPZP.

Tabela 1 Zestawienie zaleceń wynikających z miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego.

Lp.	Nr planu	Uwagi	Oznaczenie
1	107	Teren przeznaczony pod infrastrukturę techniczną z zakresu retencji wód deszczowych i zieleni urządzonej wraz z obiektami i urządzeniami towarzyszącymi	1.48 IT,ZP
2	105	miejsce retencji wód deszczowych, ciąg rekreacyjny nad wodą i zieleni publiczna	6.5 WS,KP,ZP
3	105	miejsce retencji wód deszczowych, ciąg rekreacyjny nad wodą i zieleni publiczna	6.4 WS,KP,ZP
4	105	miejsce retencji wód deszczowych, ciąg rekreacyjny nad wodą i zieleni publiczna	6.3 WS,KP,ZP
5	105	miejsce retencji wód deszczowych, ciąg rekreacyjny nad wodą i zieleni publiczna	6.2 WS,KP,ZP
6	105	miejsce retencji wód deszczowych, ciąg rekreacyjny nad wodą i zieleni publiczna	6.1 WS,KP,ZP
7	111	Teren zalewowy, przeznaczony do okresowego podtapiania w czasie wysokich stanów wód w rzece Białej i po gwałtownych opadach deszczu	3.3ZPe,WS

Zasoby Miejscowych Planów Zagospodarowania Przestrzennego zawierają regulacje odnośnie planowania terenów niezagospodarowanych. Przegląd tych dokumentów pozwolił ustalić kierunki rozwoju kanalizacji deszczowej, która ma być realizowana w przyszłości. Na bazie MPZP opracowanie zostało wzbogacone o przebieg koncepcyjnej sieci kanalizacji deszczowej. Dane powstały w oparciu o następujące plany MPZP (Rysunek 1):



Rysunek 1 Koncepcja rozbudowy kanalizacji deszczowej na podstawie MPZP

Spis MPZP będących podstawą do opracowania koncepcji rozbudowy kanalizacji deszczowej (Tabela 2):

Tabela 2 Zestawienie MPZP do koncepcji rozbudowy kanalizacji deszczowej

NUMER	NAZWA	UCHWAŁA
78	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Fasty- Bacieczki w Białymstoku (rejon pomiędzy ulicą Narodowych Sił Zbrojnych a granicami miasta)	XII/109/07, VI/35/11 z 17.01.2011 r
80	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Bojary w Białymstoku (rejon ul. Towarowej, Skorupskiej, Świętojańskiej, J.K. Branickiego, Ogrodowej i Sienkiewicza).	XVIII/174/07
64	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Starosielce w Białymstoku (rejon ulicy Elewatorskiej)	LVIII/684/06, LVI/725/10, XXXII/351 z 24.09.12 r.
145	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Skorupy w Białymstoku (w rejonie ul. Plażowej, ul. Baranowickiej i granicy administracyjnej miasta) – I etap	XXXVI/585/17
81	Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego części osiedla Mickiewicza w Białymstoku (w rejonie ulic Ciołkowskiego, 11 – go Listopada i Świerkowej)	XXVII/310/08
75	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Wygoda w Białymstoku (rejon ulicy Zacisze)	IX/76/07, XXXIV/417/08

79	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedli Starosielce i Zielone Wzgórza (rejon ulic Klepackiej i Hetmańskiej) w Białymstoku	Nr XII/110/07, LXII/694/14 z 23.06.2014 r
124	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Dojlidy w Białymstoku (rejon ulic: ks. S. Suchowolca i J. Kuronia) – etap I	LXII/696/14
59	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części Zawad i części osiedla Dziesięciny w Białymstoku (os. Dziesięciny)	XLVII/553/05
105	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Wygoda w Białymstoku (rejon ul. J.K. Kluka i ul. S. Nowakowskiego)	XVII/149/11
108	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Wygoda w Białymstoku (rejon ulicy Ciołkowskiego)	XXII/210/12
63	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Zawady w Białymstoku	LVII/675/06, XXVII/309
106	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Zawady w Białymstoku (rejon ul. Chmielowej)	XVIII/176/11
92	Miejscowego plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Zawady (rejon ul. Dolnej)	LIV/711/10
137	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Mickiewicza w Białymstoku (w rejonie ulic Zwierzynieckiej i Jagiellońskiej)	XXV/378/16
138	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Jaroszkówka (rejon przedłużenia ul. Jutrzenki) w Białymstoku	XXVI/417/16
97	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedli Piasta I i Skorupy w Białymstoku (rejon ulic: Piastowskiej i Ciołkowskiego)	VI/37/11, XIV/202/15
120	MPZP części osiedla Zawady w Białymstoku (rejon ulicy Przędzalnianej)	XLVIII/542/13
99	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Skorupy w Białymstoku (rejon ulic: Zaściańskiej i Nowowarszawskiej)	VII/54/11
30	Zmiana miejscowego planu ogólnego i miejscowego planu szczegółowego zagospodarowania przestrzennego części osiedli Jaroszkówka i Bagnówka (rejon ul. Obłoków i ul. Przytulnej)	XIX/241/99
88	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Bacieczki w Białymstoku (rejon ulicy Bacieczki)	XXXIV/418/08
69	Zmiana MPZP części osiedla Bacieczki w Białymstoku (rejon ulic Komisji Edukacji Narodowej i H. Kołłątaja)	LXII/695/14
66	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Białostoczek w Białymstoku (rejon ul. Radzymińskiej i Sokólskiej)	LXI/747/06, LVIII/770/10 z dnia 13.09.10 r.

107	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedli Jaroszkówka i Wygoda w Białymstoku (północno-wschodnie tereny rozwojowe)	XXII/209/12
89	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części doliny rzeki Białej (odcinek od ulicy Gen. S. Maczka do Al. Jana Pawła II) w Białymstoku	LI/652/10
84	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części doliny rzeki Białej (odcinek od ul. Antoniukowskiej do torów kolejowych) w Białymstoku	XXIX/332/08
122	MPZP części osiedla Wygoda w Białymstoku (pomiędzy ulicami Rolną i Włociańską)	XLIX/558/13
113	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Dojlidy Górne	XXX/342/12
49	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Przemysłowa w Białymstoku (rejon ul. Stawowej)	XVIII/175/04
112	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Dojlidy w Białymstoku (w rejonie ulic Wiewiórczej i Niedźwiedziej)	XXIX/295/12
69	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Bacieczki w Białymstoku (rejon ulic Komisji Edukacji Narodowej i H. Kołłątaja)	LXI/751/06
135	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Dojlidy Górne w Białymstoku (w rejonie ulic: Ks. S. Suchowolca i Zalesie)	XXII/324/16 z 25 kwietnia 2016
82	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Starosielce w Białymstoku (rejon ulic Al. Niepodległości i Wrocławskiej)	XXIX/330/08, LX/793/10 z dnia 25.10.10 r
128	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części osiedla Młodych w Białymstoku (rejon ulic Zwycięstwa i Prowiantowej)	Nr X/113/15
85	Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części doliny rzeki Białej (odcinek od ujścia do rzeki Supraśl do ulicy Gen. S. Maczka) w Białymstoku	XXIX/333/08, XXXIII/401/08 z 27 października 2008

Plany rozbudowy kanalizacji deszczowej mają na celu zoptymalizowanie działania sieci i zagospodarowanie wód opadowych na terenach obecnie niezabudowanych. Realizacja planowanych założeń ma usprawnić system odprowadzania wód w taki sposób, by zlewnie awaryjne, a co za tym idzie tereny zalewowe spełniały rolę odbiorników nadmiaru wód tylko w sytuacjach kryzysowych. Realizacja koncepcji nowych przewodów kanalizacyjnych nie koliduje z funkcjonowaniem obecnie istniejących zlewni awaryjnych. Niemniej wobec potencjalnych miejsc, gdzie lokalne podtopienia mogą wystąpić, są uchwalone akty MPZP (Tabela 1), które ustalają lokalne zalecenia. Wspomniane miejscowe plany wskazują także obszary, które mogą się stać zlewniami awaryjnymi. W opracowaniu kartograficznym

wskazano jeden obszar mogący stać się zlewnią awaryjną – rejon doliny rzeki Białej między ul. gen. W. Sikorskiego a Lasem Bacieczkowskim.

4. Miejsca narażone na wystąpienie podtopień

W tabeli poniżej zawarto krótki opis i numer identyfikacyjny proponowanych prac w miejscach narażonych na zalewanie. Lokalizacja została umieszczona na mapach.

Tabela 3 Zestawienie proponowanych prac w miejscach narażonych na zalewanie

Lp.	Lokalizacja	Uwagi / zalecenia
1	rondo R. Reagana: ul. Hetmańska / Wierzbowa / Al.Solidarności/ Al.Jana Pawła II	przeгляdy i czyszczenie wpustów; przebudowa na wpusty boczne
2	rondo Nauczycieli Tajnego Nauczania: Świętokrzyska / Antoniukowska	przeгляdy i czyszczenie wpustów; budowa dodatkowych wpustów bocznych; budowa kanału odwadniającego; niecka terenu uniemożliwiająca swobodny odpływ powierzchniowy wody do odbiornika
3	rondo: ul. Hetmańska / ul. Popiełuszki	przeгляdy i czyszczenie wpustów; budowa dodatkowych wpustów bocznych; budowa kanału odwadniającego
4	rondo: ul. Miłozsa / Branickiego / Piastowska	przeгляdy i czyszczenie wpustów; przebudowa na wpusty boczne; budowa dodatkowego przewodu odciążającego lub powiększenie średnicy istniejącego
5	rondo Św. Faustyny Kowalskiej: ul. Jurowiecka / Poleska/ 1000- lecia PP	budowa zbiornika retencyjnego; powierzchnia zbiornika ograniczona pasem ochronnym linii EE oraz drogą (z MPZP)
6	rondo: ul. Świętokrzyska / Gen. Hallera	w pobliżu projekt koncepcyjny: poszerzenie koryta rowu melioracyjnego; budowa zbiornika retencyjnego
7	Skrzyżowanie — ul. Miłozsa / Mickiewicza / Ojca Pio	przeгляdy i czyszczenie wpustów; przebudowa na wpusty boczne; inspekcja i czyszczenie kanalizacji
8	Skrzyżowanie — ul. Poleska / św. Rocha	przeгляdy i czyszczenie wpustów; przebudowa na wpusty boczne
9	Skrzyżowanie — ul. Bohaterów Monte Cassino / Wyszyńskiego	przeгляdy i czyszczenie wpustów; przebudowa na wpusty boczne
10	Skrzyżowanie — ul. Branickiego / Świętojańska	w pobliżu projekt koncepcyjny: poszerzenie koryta rzeki - przekrój tarasowy; przebudowa kanału; zwiększenie średnicy kanału
11	Skrzyżowanie — ul. Sybiraków / Piastowska	w pobliżu projekt koncepcyjny: przebudowa koryta rzeki - meandryzacja
12	Skrzyżowanie — ul. Gen. Sulika / Sosabowskiego	w pobliżu projekt koncepcyjny: budowa kanału odciążającego
13	Skrzyżowanie — ul. Piastowska / Towarowa	w pobliżu projekt koncepcyjny: przebudowa kanału; zwiększenie średnicy kanału; dodatkowe wpusty boczne; inspekcja i czyszczenie kanałów;
14	Skrzyżowanie — ul. Zajęcza / Niedźwiedzia	przeгляdy i czyszczenie wpustów; przebudowa na wpusty boczne; inspekcja i czyszczenie kanalizacji
15	Skrzyżowanie — Kaczorowskiego / Cieszyńska	w pobliżu projekt koncepcyjny: przebudowa kanału; zwiększenie średnicy kanału

16	rondo Nowakowskiego: ul. Kaczorowskiego / Zwierzyniecka / Wiejska / Kopernika	przeglądy i czyszczenie wpustów; inspekcja i czyszczenie kanalizacji
17	Tunel Fieldorfa „Nila”	w pobliżu projekt koncepcyjny: budowa kanału odciążającego
18	Wiadukt ul. Jurowiecka / 1000- lecia PP	w pobliżu projekt koncepcyjny: przebudowa koryta rzeki – meandryzacja (obiekt nr 4 z warstwy „odbiorniki wód”)
19	Wiadukt ul. Jurowiecka / 1000- lecia PP	w pobliżu projekt koncepcyjny: obszar do zagospodarowania odwodnienia ronda
20	skrzyżowanie 1000-lecia PP / I Armii Wojska Polskiego	w pobliżu projekt koncepcyjny: obszar do zagospodarowania wód opadowych/budowa zbiornika retencyjnego
21	Pogodna 37	w pobliżu projekt koncepcyjny: przebudowa koryta rowu melioracyjnego
22	Stanisława Leca	przeglądy i czyszczenie wpustów; budowa dodatkowych wpustów bocznych; budowa kanału odwadniającego; inspekcja i czyszczenie kanalizacji
23	Stoczni Gdańskiej 64	w pobliżu projekt koncepcyjny: dodatkowe wpusty boczne; udroźnienie i czyszczenie rowu melioracyjnego
24	Wierzbowa	obszar poza zakresem opracowania
25	Kleeberga	w pobliżu projekt koncepcyjny: budowa zbiornika naturalnego; budowa kanału odciążającego
26	Zachodnia 15	w pobliżu projekt koncepcyjny: przebudowa kanału; zwiększenie średnicy kanału
27	Słoneczna	budowa kanalizacji deszczowej
28	od ul. Przytorowej; Elektrociepłownia / Fabryka mebli Forte	rekomendowana budowa zbiornika retencyjnego w obrębie oznaczonego miejsca podtopień, będącego w stanie przechwycić i przetrzymać wody z istniejących wylotów

Powyższe zestawienie to zbiór podtopień udokumentowanych w wyniku nadmiernych opadów deszczu. Poprzez analizę wyselekcjonowano pozycje z Tabeli 3, które są problematyczne ze względu na skomplikowane właściwości terenowe oraz niekorzystne otoczenie z punktu widzenia gospodarowania wodami. W opracowaniu kartograficznym noszą one miano ‘Pozostałych’ i są tzw. miejscami konfliktowymi, gdzie prawdopodobieństwo wystąpienia jest wysokie. Funkcjonowanie wód opadowych na tych obszarach powinno ulec zdecydowanej poprawie w wyniku zastosowania się do zaleceń zawartych w całym opracowaniu. Dopiero kompleksowe wdrożenie propozycji rozwiązań do niniejszego opracowania, może skutkować polepszeniem stanu wód opadowych podczas wzmożonych opadów deszczu. W poniższej (Tabeli 4) wyszczególniono następujące pozycje:

Tabela 4 Wykaz pozostałych propozycji rozwiązań do projektu

Lp.	Uwaga	Etykieta
2	przeglądy i czyszczenie wpustów; przebudowa na wpusty boczne; inspekcja i czyszczenie kanalizacji;	MK2

1	kanal-rów-kanal;	MK1
3	przeeglądy i czyszczenie wpustów; przebudowa na wpusty boczne; budowa dodatkowego przewodu odciążającego lub powiększenie średnicy istniejącego;	MK3
7	budowa kanalizacji deszczowej;	MK7
4	przeeglądy i czyszczenie wpustów; przebudowa na wpusty boczne;	MK4
5	przeeglądy i czyszczenie wpustów; przebudowa na wpusty boczne;	MK5
6	przeeglądy i czyszczenie wpustów; przebudowa na wpusty boczne;	MK6
8	silne zagębenie terenu, brak odpływu; wypracowanie grawitacyjnego odprowadzenia wód;	MK8
9	przeeglądy i czyszczenie wpustów; przebudowa na wpusty boczne; inspekcja i czyszczenie kanalizacji;	MK9
10	przeeglądy i czyszczenie wpustów; budowa dodatkowych wpustów bocznych; budowa kanału odwadniającego;	MK10
11	przeeglądy i czyszczenie wpustów; budowa dodatkowych wpustów bocznych; budowa kanału odwadniającego; niecka terenu uniemożliwiająca swobodny odpływ powierzchniowy wody do odbiornika;	MK11

5. Konieczne do przebudowy miejsca i odcinki kanałów deszczowych

W tabeli poniżej zawarto krótki opis i numer identyfikacyjny proponowanych prac przebudowy miejsc i odcinków kanałów deszczowych. Lokalizacja została umieszczona na mapach.

Tabela 5 Zestawienie proponowanych prac przebudowy miejsc i odcinków kanałów deszczowych

Lp.	Uwagi	Lokalizacja	Etykieta
1	przebudowa przewodu; zwiększenie średnicy przewodu do 600;	ul. Cieszyńska, odc. Prez. R. Kaczorowskiego – gen. J. Bema	KO1
2	przebudowa przewodu; zwiększenie średnicy przewodu do 600mm;	u zbiegu ul. J. K. Branickiego – Świętojańskiej, ujście przewodu do rzeki Białej	KO2
3	budowa kanału odciążającego; rekomendowana średnica 1000mm;	u zbiegu ul. M. Kopernika – Składowej, od okolic Ogródków działkowych przez tunel gen. A. E. Fieldorfa „Nila” do rowu wpadającego do rz. Bażantarki	KO3
4	przebudowa przewodu; zwiększenie średnicy do 800mm; dodatkowe wpusty boczne; inspekcja i czyszczenie kanałów;	u zbiegu ul. Towarowej – Piastowskiej, wzdłuż Towarowej w kierunku ul. Wasilkowskiej	KO4
5	budowa przewodu odciążającego o średnicy 1000mm;	ul. Piastowska, od gen. N. Sulika do stawów przy linii kolejowej PKP	KO5

6	przebudowa przewodu; zwiększenie średnicy przewodu do 600;	ul. Elewatorska, okolice stacji paliw „Lotos”	KO6
7	budowa otwartego kanału odciążającego;	ul. Produkcyjna, przy wielkopowierzchniowych obiektach handlowo – usługowych	KO7
8	przebudowa całego odcinka przewodów; zwiększenie średnic kolejnych przewodów o 100mm;	ul. Zachodnia, od ks. arc. R. Kisiela w kierunku Wiejskiej	KO8
9	przebudowa przewodu; zwiększenie średnicy przewodu odbierającego wody deszczowe od ul. Krętej do ul. Pogodnej;	odc. między ul. Krętą a Zachodnią w kierunku Pogodnej	KO9
10	przebudowa przewodu; włączenie kanalizacji deszczowej do nowego układu sieci z trasą Niepodległości ;	okolice Alei I. J. Paderewskiego, ujęcie do cieką wodnego przy Ogródkach Działkowych	KO10
11	przebudowa przewodów; zwiększenie średnicy przewodów o 200mm;	przy ZS Ogólnokształcących nr 9 między ul. Stromą a ks. J. Popiełuszki	KO11
12	przebudowa przewodów; włączenie sieci kanalizacji deszczowej do układu sieci na trasie Niepodległości;	ul. Szarych Szeregów, od proj. Trasy Niepodległości do św. A. Boboli	KO12
13	budowa przewodu o średnicy 300mm; odciążenie kanalizacji deszczowej z ul. Bitwy Białostockiej i włączenie do ul. Kombatantów;	u zbiegu ul. Bitwy Białostockiej – Kombatantów	KO13
14	włączenie wód opadowych z ul. Bitwy Białostockiej do przewodu w ul. Kombatantów; rekomendowana średnica 300mm;	wzdłuż ul. gen. W. Andersa, od Bitwy Białostockiej do W. Bełzy	KO14
15	przebudowa przewodu; włączenie do sieci kanalizacji deszczowej z ul. Wiosennej;	u zbiegu ul. Wiejskiej, Wiosennej, Kawaleryjskiej	KO15
16	przebudowa kanału; zwiększenie średnicy kanału;	ul. gen. W. Sikorskiego, od Upalnej do Skrajnej	KO16
17	budowa kanału odciążającego; zrzut wody do cieką wodnego;	okolice ul. Hetmańskiej w rejonie przecięcia z rz. Bażantarką	KO17
18	budowa kanału odciążającego; zrzut wody do cieką wodnego;	okolice zbiegu ul. ks. J. Popiełuszki – Upalnej, przy rz. Bażantarce	KO18
19	spust wody do rowów melioracyjnych;	ul. gen. W. Sikorskiego, przy Skrajnej	KO19
20	budowa przewodu odciążającego; rekomendowana średnica 400mm	ul. H. Sienkiewicza, od Legionowej do dr. Ireny Białówny	KO20
21	budowa kanału odciążającego;	okolice ul. Dolnej	KO21
22	opcja wariantowa: W1 – zmniejszenie (obniżenie) progu na działce 88 (przy działce 810/1), w celu rozsączenia wody w rowie wzdłuż ul. Maczka; W2 - w przypadku braku ograniczenia czasowych podtopień działki 810/1 wodami z Lasu Antoniukowskiego usprawnienie przepływu w kanalizacji deszczowej poprzez dobudowę kanału odciążającego.	od ul. Jałowcowej, wzdłuż ul. gen. W. Maczka w rejon ul. Gajowej	KO22

6. Propozycje zbiorników retencyjnych i odbiorników wód

6.1. Przebudowa odbiorników wód

W tabeli poniżej zawarto krótki opis i numer identyfikacyjny proponowanych prac na odbiornikach wód. Lokalizacja została umieszczona na mapach.

Tabela 6 Zestawienie proponowanych prac na odbiornikach wód

Lp.	Uwagi	Lokalizacja	Etykieta
1	przebudowa koryta rzeki - meandryzacja;	rejon ul. Piastowskiej między Sybiraków - Towarową	OW1
2	przebudowa koryta rzeki - meandryzacja;	rejon ul. Piastowskiej, przy Wołyńskiej i Warmińskiej	OW3
3	przebudowa koryta rzeki - meandryzacja;	rejon ul. J. K. Branickiego między Świętojańską - Elektryczną	OW8
4	przebudowa koryta rzeki - meandryzacja;	rejon ul. J. K. Branickiego między M. Konopnickiej - Świętojańską	OW9
5	poszerzenie koryta rzeki meandryzacja;	obszar między ul. 42 Pułku Piechoty – gen. N. Sulika	OW11
6	poszerzenie kanału rzeki - przekrój tarasowy;	u zbiegu ul. J. Piłsudskiego – Pałacowej	OW14
7	przebudowa koryta rzeki - meandryzacja;	u zbiegu ul. gen. N. Sulika – Dolistowskiej	OW13
8	poprawa drożności wylotu kanału; konserwacja rowu melioracyjnego;	rejon ul. Elewatorskiej, przy zachodniej granicy m. Białystok	OW17
9	przebudowa koryta rzeki - meandryzacja;	rejon rz. Dolistówki między ul. Dolistowską – Piastowską	OW15
10	dodatkowe wpusty boczne; udrożnienie i uczyszczenie rowu melioracyjnego;	obszar cieku wodnego w Dojlidach Górnych między ul. Stoczni Gdańskiej – ul. Dojlidy Górne	OW18
11	przebudowa koryta rzeki - meandryzacja;	rejon ul gen. N. Sulika	OW16
12	poprawa drożności wylotu kanału; konserwacja rowu melioracyjnego;	obszar między ul. Nowosielską – I. Zarzeckiej – J. Turowskiego – Włoską	OW19
13	przebudowa koryta rzeki - meandryzacja;	rejon ul. Piastowskiej między ul. J. K. Branickiego – Warmińską	OW2
14	przebudowa koryta rzeki - meandryzacja;	rejon u zbiegu ul. Tysiąclecia Państwa Polskiego – Radzymińską	OW4
15	przebudowa koryta rzeki - meandryzacja;	rejon ul. Gajowej, przy Wiśniowej	OW5
16	przebudowa koryta rzeki - meandryzacja;	rejon u zbiegu ul. J. K. Branickiego – Cz. Miłosza	OW6
17	poprawa drożności wylotu kanału; konserwacja rowu melioracyjnego;	okolice ul. Świętokrzyskiej przy rz. Białej	OW7

18	dotatkowe wpusty boczne; udrożnienie i oczyszczenie rowu melioracyjnego;	ul. Wierzbowa u zbiegu z H. Ordonówny	OW31
19	poszerzenie koryta rzeki;	obszar rz. Białej między ul. Jana Pawła II – Antoniukowską	OW20
20	poszerzenie koryta rowu melioracyjnego;	obszar rz. Białej między ul. Antoniukowską – Świętokrzyską	OW10
21	przebudowa koryta rzeki - meandryzacja;	obszar rz. Dolistówki między ul. 42 Pułku Piechoty – Dolistowską	OW12
22	przebudowa koryta rowu melioracyjnego;	obszar ciek w wodnego między ul. Składową – Depową	OW23
23	przebudowa koryta rowu melioracyjnego;	rejon Ogródków Działkowych wzdłuż ul. Składowej	OW21
24	tereny zalewowe - obszar awaryjny zrzutu wód;	obszar u zbiegu ul. Hetmańskiej – ks. J. Popiełuszki	OW24
25	tereny zalewowe - obszar awaryjny zrzutu wód;	obszar stawów Marczukowskich w kierunku ul. ks. J. Popiełuszki	OW25
26	poprawa drożności wylotu kanału; konserwacja rowu melioracyjnego;	obszar przy ul. Żubrów, okolica rz. Białej	OW26
27	tereny zalewowe - obszar awaryjny zrzutu wód;	obszar między ul. gen. W. Sikorskiego – Jana Pawła II – Hetmańską	OW27
28	poszerzenie koryta rzeki;	obszar rz. Białej przy ul. gen. W. Sikorskiego w kierunku zachodnim	OW28
29	poszerzenie koryta rowu melioracyjnego;	ul. Wierzbowa przy J. Tuwima	OW29
30	poszerzenie koryta rowu melioracyjnego	ul. Wierzbowa na przeciw J. Tuwima	OW30

6.2. Zbiorniki retencyjne

W tabeli poniżej zawarto krótki opis i numer identyfikacyjny proponowanego zbiornika retencyjnego. Lokalizacja została umieszczona na mapach.

Tabela 7 Zestawienie proponowanych zbiorników retencyjnych

Lp.	Opis	Lokalizacja	Etykieta	Potencjalna objętość [m ³]
1	budowa podziemnego zbiornika np. betonowego;	między ul. H. Sienkiewicza – Poleską – Wąską	Z1	1708,58
2	obszar do zagospodarowania odwonienia ronda;	u zbiegu ul. Poleska – Jurowiecka	Z2	4759,16
3	odtworzenia naturalnego stawu;	rejon rz. Białej u zbiegu ul. ks. S. Suchowolca – Dojlidy Fabryczne	Z3	1465,43
4	budowa zbiornika retencyjnego; powierzchnia zbiornika	u zbiegu ul. gen. J. Hallera – Świętokrzyska	Z4	6267,76

	ograniczona pasem ochronnym linii EE oraz drogą (z MPZP);			
5	budowa zbiornika naturalnego;	przy przecięciu rz. Dolistówki z ul. Dolistowską	Z5	860,21
6	budowa zbiornika naturalnego;	przy przecięciu rz. Dolistówki z ul. Dolistowską	Z6	1089,69
7	budowa zbiornika retencyjnego;	między ul. Skidelską – torami kolejowymi PKP w rejonie rz. Białej	Z7	11700,00
8	budowa zbiornika naturalnego;	W rejonie ul. Piastowskiej, przy torach kolejowych PKP	Z8	2969,96
9	budowa zbiornika retencyjnego;	rejon ogródków działkowych przy ul. Składowa – gen. J. Bema	Z9	1114,28
10	budowa zbiornika retencyjnego;	u zbiegu ul. Bohaterów Monte Cassino – J. H. Dąbrowskiego	Z10	6360,74
11	budowa zbiornika retencyjnego;	w rejonie ul. Bohaterów Monte Cassino, przy „Skatepark”	Z11	519,01
12	budowa zbiornika naturalnego;	między ul. gen. F. Kleeberga – Merkurego	Z12	11042,00
13	budowa zbiornika retencyjnego;	rejon ul. Skrajnej	Z13	12839,90
14	obszar do zagospodarowania wód opadowych;	u zbiegu ul. Tysiąclecia Państwa Polskiego – Radzywińska	Z14	1933,62
15	budowa zbiornika retencyjnego;	rejon ogródków działkowych przy ul. W. Wysockiego – Pietrasze	Z15	1840,76
16	budowa zbiornika retencyjnego;	rejon ul. Świętokrzyskiej	Z16	7210,24
17	budowa zbiornika zamkniętego; zahamowanie spływu do rzeki Białej;	rejon ul. Kombatantów	Z17	726,30
18	budowa zbiornika zamkniętego; zahamowanie spływu do rzeki Białej;	u zbiegu ul. Tysiąclecia Państwa Polskiego – Kombatantów	Z18	679,97
19	powiększenie zbiornika naturalnego;	rejon rz. Białej, między ul. Stawową – Niedźwiedzią	Z19	28334,00
20	powiększenie zbiornika naturalnego;	istniejący zbiornik w rejonie ul. Dojlidy Fabryczne	Z20	14810,60
21	budowa zbiornika retencyjnego;	rejon ogródków działkowych, przy ul. Świętokrzyskiej	Z21	12411,80
22	zbiornik z projektu przebudowy ulic Bohaterów Monte Cassino, Łomżyńskiej (oraz budowy ul. Nowej Łomżyńskiej), Św. Rocha, Kopernika, Młynowej	rejon ul. Bohaterów Monte Cassino	Z22	4663,86
23	budowa zbiornika retencyjnego	rejon ul. Dywizjonu 303	Z23	7402,55

24	budowa zbiornika retencyjnego	rejon ul. Dojlidy	Z24	1890,19
25	budowa zbiornika retencyjnego	rejon ul. Pogodnej	Z25	7329,17
26	budowa zbiornika retencyjnego	rejon ul. Rodzinnej	Z26	2682,77
27	budowa zbiornika retencyjnego	Rejon ul. Grabowej i Mickiewicza	Z27	3730,71
28	budowa zbiornika retencyjnego	Rejon ul. Brzaskwiniowej	Z28	1123,60

7. Zalecenia dotyczące kolejności inwestycji

Gospodarowanie wodami opadowymi w Białymstoku należy prowadzić w kilku płaszczyznach:

- a) retencja wód opadowych u źródła,
- b) spowolnienie odpływu wód z odbiorników wód do rzeki Białej,
- c) szybkie odprowadzenie wody z rzeki Białej do rzeki Supraśl
- d) bieżąca eksploatacja i zapewnienie drożności systemu kanałów deszczowych.

Retencja wód opadowych u źródła

Zadaniem retencji wód opadowych u źródła jest zatrzymanie jak największe ilości wód opadowych na terenach prywatnych i publicznych. Należy stosować nowoczesne sposoby gospodarowania wodami opadowymi na terenach, na które te wody spadają. Należy zwiększyć infiltrację wód opadowych do gruntu a zmniejszyć ich spływ powierzchniowy terenami uszczelnionymi do kanałów deszczowych. Projekty zagospodarowania obszaru miasta należy prowadzić z uwzględnieniem retencji u źródła. Należy zobowiązać projektantów do wykonywania każdorazowo sprawdzenia wpływu zaprojektowanych systemów odprowadzenia wód opadowych z terenu inwestycji na całą zlewnię, do której projektant przewidział zrzut wód opadowych.

Spowolnienie odpływu wód z odbiorników wód do rzeki Białej

Zadaniem spowolnienia odpływu wód z odbiorników (rzeka Dolistówka, rzeka Bażantarka, rowy melioracyjne) jest jak najdłuższe przytrzymanie wód opadowych w w/w odbiornikach. Aby umożliwić odpływ wód deszczowych napływających do rzeki Biała z kanałów deszczowych zlewni, w których nie ma możliwości przebudowy, tak aby retencionować wody opadowe w zlewni. Najczęściej w celu spowolnienia odpływu wód z odbiorników stosuje się retencję niesterowaną. Przykładami takiej retencji najczęściej są zbiorniki, w szczególności:

- zbiorniki zaporowe powstające na skutek przegrodzenia koryta i doliny rzeki (cieku) budowlą piętrzącą, którą zazwyczaj jest grobla (zapora) ziemna oraz budowla upustowa,

- stawy (zbiorniki kopane) powstające w wyniku wykonania wykopu w naturalnym podłożu i wypełnieniu go wodą (brak piętrenia powyżej powierzchni terenu),
- zbiorniki na ciekach (rowach) utworzone przez stałe przegrodzenie koryta cieku (rowu) budowlą piętrzącą, nie powodujące zalania terenów przyległych,
- zbiorniki suche spowalniające odpływ wód wezbraniowych (przez ich przechwytywanie). Zbiorniki wodne mogą być budowane w różnych celach i ich wykorzystywanie może być wielorakie. Najważniejsza funkcja jaką spełniają, to poprawa bilansu wodnego w najbliższym otoczeniu.

Bieżąca eksploatacja i zapewnienie drożności systemu kanałów deszczowych

W ramach tego zadania należy zadbać o drożność wszystkich odbiorników wód, a w szczególności rzeki Białej. Należy prowadzić systematyczne przeglądy drożności koryt odbiorników. Należy udrożnić lub przebudować przepusty, tak aby zapewnić sprawne odprowadzenie wody z terenu przed przeszkodą. Sprawdzenie drożności powinno odbywać się zgodnie z harmonogramem eksploatacyjnym przyjętym przez Departament Gospodarki Komunalnej. Harmonogram winien być aktualizowany min. 2 razy w roku na podstawie wyników prac prowadzonych w roku poprzednim (zalecany przegląd przed i po sezonie zimowym).

Należy zapewnić w trakcie przygotowywania umów z firmami oczyszczającymi miasto, wymóg oczyszczania miasta z piasku użytego do posypywania ulic w trakcie sezonu zimowego. Po sezonie zimowym należy przeprowadzać prace polegające na czyszczeniu nawierzchni z piasku oraz oczyszczanie wlotów do kanalizacji z naniesionego w trakcie spływu wód roztopowych piasku.

Należy również sprawdzać okresowo drożność kanałów deszczowych i usuwać niedrożności, np. zalegający piasek, liście, foliowe torebki, itd. Zaleca się, aby wykonywać kontrolę TV wnętrza kanałów deszczowych prowadzących do terenów, które są podtapiane (miejsca wyznaczone na podstawie historycznie występujących miejsc podtopień, np. tunel Fieldrofa „Nila”). Kontrole należy przeprowadzać minimum przed zapowiadanyymi dużymi opadami deszczu.

Inwestycje należy prowadzić w kolejności:

1. Budowa zbiorników
2. Budowa kanałów odciążających
3. Modernizacja istniejących odcinków kanałów
4. Zapewnienie drożności odbiorników wód
5. Wprowadzenie nowych wytycznych dla projektantów w wykonywaniu obliczeń kanałów deszczowych
6. Przywrócenie sprawności obiektów melioracyjnych i przebudowa koryt

Zalecaną kolejność wykonania zaproponowanych rozwiązań umieszczono w tabeli nr 8.

Tabela 8: Zalecana kolejność wykonania proponowanych rozwiązań

Lp.	Etykieta rozwiązania	Lokalizacja rozwiązania	Zamierzenie rozwiązania
1	Z4	u zbiegu ul. gen. J. Hallera – Świętokrzyska	przejęcie i retencja wód z rz. Białej w trakcie opadów i zwiększonego spływu ze zlewni
2	Z16	rejon ul. Świętokrzyskiej	przejęcie i retencja wód z rz. Białej w trakcie opadów i zwiększonego spływu ze zlewni
3	Z8	w rejonie ul. Piastowskiej, przy torach kolejowych PKP	przejęcie i retencja wód z rz. Dolistówki oraz sieci kanalizacji deszczowej – rejon ul. Kazimierza Wielkiego
4	Z2	u zbiegu ul. Poleska – Jurowiecka	zrzut i retencja nadmiaru wód opadowych z ronda św. Faustyny
5	Z9	rejon ogródków działkowych przy ul. Składowa – gen. J. Bema	przejęcie i retencja wód opadowych z cieku wodnego dzielnicy 'Bema' w trakcie opadów i zwiększonego spływu ze zlewni
6	KO3	u zbiegu ul. M. Kopernika – Składowej, od okolic Ogródków działkowych przez tunel gen. A. E. Fieldorfa „Nila” do rowu wpadającego do rz. Bażantarki	zdublowanie rowu zamkniętego cieku wodnego osiedla „Bema” poprzez przewód odciążający - przejęcie wód w okolicach ogródków działkowych
7	OW21	rejon Ogródków Działkowych wzdłuż ul. Składowej	zagospodarowanie koryta cieku wodnego - przebudowa
8	OW23	obszar cieku wodnego między ul. Składową – Depową	aranżacja fragmentu cieku wodnego pod kątem budowy zbiornika retencyjnego – przebudowa przewodu kanalizacji deszczowej
9	Z6	przy przecięciu rz. Dolistówki z ul. Dolistowską	przejęcie i retencja wód z peryferii miejskich transportowanych rz. Dolistówką
10	KO17	okolice ul. Hetmańskiej w rejonie przecięcia z rz. Bażantarką	zrzut bezpośredni wód kanalizacji deszczowej do rz. Bażantarki
11	KO18	okolice zbiegu ul. ks. J. Popiełuszki – Upalnej, przy rz. Bażantarce	zrzut bezpośredni wód kanalizacji deszczowej do rz. Bażantarki
12	KO19	ul. gen. W. Sikorskiego, przy Skrajnej	zrzut bezpośredni wód kanalizacji deszczowej do układu rowów melioracyjnych w projektowanej zlewni awaryjnej
13	KO7	ul. Produkcyjna, przy wielkopowierzchniowych obiektach handlowo – usługowych	udroźnienie i zagospodarowanie rowu melioracyjnego na cele przejęcia wód opadowych z kanalizacji deszczowej
14	OW1	rejon ul. Piastowskiej między Sybiraków - Towarową	meandryzacja fragmentu rz. Dolistówki – spowolnienie spływu wód w kierunku rz. Białej

Lp.	Etykieta rozwiązania	Lokalizacja rozwiązania	Zamierzenie rozwiązania
15	OW2	rejon ul. Piastowskiej między ul. J. K. Branickiego – Warmińską	meandryzacja fragmentu rz. Dolistówki – spowolnienie spływu wód w kierunku rz. Białej
16	OW3	rejon ul. Piastowskiej, przy Wołyńskiej i Warmińskiej	meandryzacja fragmentu rz. Dolistówki – spowolnienie spływu wód w kierunku rz. Białej – możliwość adaptacji w większym wymiarze np. zbiornik wodny
17	Z5	przy przecięciu rz. Dolistówki z ul. Dolistowską	przejęcie i retencja wód z peryferii miejskich rz. Dolistówki, możliwość regulacji dwóch dopływów bezpośrednio na cieku wodnym
18	Z1	między ul. H. Sienkiewicza – Poleską – Wąską	retencja wód pochodzących z kanalizacji deszczowej w zamkniętym zbiorniku, przejęcie objętości wody opadowej z dość rozległej zlewni
19	Z7	między ul. Skidelską – torami kolejowymi PKP w rejonie rz. Białej	przejęcie i retencja wód opadowych z rz. Białej oraz z cieku wodnego przecinającego al. Tysiąclecia Państwa Polskiego w trakcie opadów i zwiększonego spływu ze zlewni
20	OW4	rejon u zbiegu ul. Tysiąclecia Państwa Polskiego – Radzymińską	meandryzacja fragmentu rz. Białej – spowolnienie spływu w dalszym biegu rzeki
21	Z14	u zbiegu ul. Tysiąclecia Państwa Polskiego – Radzymińska	przejęcie i retencja wód opadowych z rz. Białej w trakcie opadów i zwiększonego spływu ze zlewni
22	Z12	między ul. gen. F. Kleeberga – Merkurego	odciążenie kanalizacji deszczowej z nadmiaru wód opadowych, zrzut do zbiornika retencyjnego
23	Z3	rejon rz. Białej u zbiegu ul. ks. S. Suchowolca – Dojlidy Fabryczne	odtworzenie naturalnego zbiornika wodnego, zwiększenie retencji wodnej w górnym biegu rz. Białej, przejęcie wód pochodzących z peryferii miejskich
24	Z19	rejon rz. Białej, między ul. Stawową – Niedźwiedzią	odtworzenie naturalnego zbiornika wodnego, zwiększenie retencji wodnej w górnym biegu rz. Białej, przejęcie wód pochodzących z peryferii miejskich
25	Z20	istniejący zbiornik w rejonie ul. Dojlidy Fabryczne	odtworzenie naturalnego zbiornika wodnego, zwiększenie retencji wodnej w górnym biegu rz. Białej, przejęcie wód pochodzących z peryferii miejskich
26	OW26	obszar przy ul. Żubrów, okolica rz. Białej	udroźnienie rowu melioracyjnego, szybsze odprowadzenie wód z kanalizacji deszczowej do układu wodnego m. Białystok
27	Z24	rejon ul. Dojlidy	przejęcie nadmiaru wód opadowych z dopływu spod Halickich, retencja wód pochodzących z peryferii miejskich

Lp.	Etykieta rozwiązania	Lokalizacja rozwiązania	Zamierzenie rozwiązania
28	OW18	obszar ciek w wodnego w Dojlidach Górnych między ul. Stoczni Gdańskiej – ul. Dojlidy Górne	udroźnienie dopływu spod Halickich, adaptacja do przejścia wód z kanalizacji deszczowej
29	OW29	ul. Wierzbowa przy J. Tuwima	poszerzenie i udroźnienie koryta rowu melioracyjnego, usprawnienie spływu do układu hydrograficznego m. Białystok
30	OW30	ul. Wierzbowa na przeciw J. Tuwima	poszerzenie i udroźnienie koryta rowu melioracyjnego, usprawnienie spływu do układu hydrograficznego m. Białystok
31	OW31	ul. Wierzbowa u zbiegu z H. Ordonówny	poszerzenie i udroźnienie koryta rowu melioracyjnego, usprawnienie spływu do układu hydrograficznego m. Białystok
32	ZA1	rozległy rejon między projektowaną al. Niepodległości, al. Jana Pawła II i ul. gen. W. Sikorskiego	konserwacja istniejącej sieci rowów melioracyjnych, dobudowa „rowów ślepych” w celu zwiększenia pojemności wodnej wskazanego obszaru
33	OW24	obszar u zbiegu ul. Hetmańskiej – ks. J. Popiełuszki	utrzymanie statusu niezabudowanych terenów zalewowych, dobudowa „rowów ślepych” w celu zwiększenia pojemności wodnej wskazanego obszaru
34	OW25	obszar stawów Marczukowskich w kierunku ul. ks. J. Popiełuszki	utrzymanie statusu niezabudowanych terenów zalewowych, dobudowa „rowów ślepych” w celu zwiększenia pojemności wodnej wskazanego obszaru
35	OW27	obszar między ul. gen. W. Sikorskiego – Jana Pawła II – Hetmańską	utrzymanie statusu niezabudowanych terenów zalewowych, dobudowa „rowów ślepych” w celu zwiększenia pojemności wodnej wskazanego obszaru
36	Z17	rejon ul. Kombatantów	przejęcie i retencja wód opadowych z ul. Kombatantów i ul. W. Bełzy w trakcie opadów oraz zwiększonego spływu ze zlewni
37	Z18	u zbiegu ul. Tysiąclecia Państwa Polskiego – Kombatantów	przejęcie i retencja wód opadowych z ul. Kombatantów i ul. W. Bełzy w trakcie opadów oraz zwiększonego spływu ze zlewni
38	KO13	u zbiegu ul. Bitwy Białostockiej – Kombatantów	przejęcie nadmiaru wód opadowych i odciążenie kanalizacji deszczowej na ul. Bitwy Białostockiej
39	KO14	wzdłuż ul. gen. W. Andersa, od Bitwy Białostockiej do W. Bełzy	przejęcie nadmiaru wód opadowych i odciążenie kanalizacji deszczowej na ul. Bitwy Białostockiej
40	Z25	obszar ciek w wodnego między ul. Pogodną – gen. J. Bema	Retencja wód osiedla „Bema” – przejęcie wód opadowych spływających w kierunku rz. Bażantarki z okolic ul. Pogodnej, Zachodniej, Krętej

Lp.	Etykieta rozwiązania	Lokalizacja rozwiązania	Zamierzenie rozwiązania
41	KO8	ul. Zachodnia, od ks. arc. R. Kisiela w kierunku Wiejskiej	usprawnienie spływu wód kanalizacji deszczowej do odbiornika wód – ciek wodny osiedla „Bema”
i42	KO9	odc. między ul. Krętą a Zachodnią w kierunku Pogodnej	usprawnienie spływu wód kanalizacji deszczowej do odbiornika wód – ciek wodny osiedla „Bema”
43	Z23	rejon ul. Dywizjonu 303	przejęcie wód z cieku wodnego, retencja wód pochodzących z peryferii miejskich w górnej strefie układu hydrograficznego
44	KO2	u zbiegu ul. J. K. Branickiego – Świętojańskiej, ujście przewodu do rzeki Białej	usprawnienie bezpośredniego przerzutu wód z kanalizacji deszczowej do rz. Białej
45	KO5	ul. Piastowska, od gen. N. Sulika do stawów przy linii kolejowej PKP	budowa przewodu dublującego w celu odciążenia istniejącego przewodu kanalizacji deszczowej
46	KO21	Ul. Dolna	dobudowa kanału odciążającego
47	OW5	rejon ul. Gajowej, przy Wiśniowej	usprawnienie przepływu rowu melioracyjnego poprzez poszerzenie koryta
48	Z21	rejon ogródków działkowych, przy ul. Świętokrzyskiej	przejęcie i retencja wód opadowych z rz. Białej w trakcie opadów i zwiększonego spływu ze zlewni
49	Z15	rejon ogródków działkowych przy ul. W. Wysockiego – Pietrasze	retencja wód pochodzących z peryferii miejskich odprowadzanych przez kanalizację deszczową
50	KO11	przy ZS Ogólnokształcących nr 9 między ul. Stromą a ks. J. Popiełuszki	usprawnienie przepływu kanalizacji deszczowej poprzez zwiększenie średnicy przewodu
51	KO12	ul. Szarych Szeregów, od proj. Trasy Niepodległości do św. A. Boboli	przejęcie kanalizacji deszczowej, usprawnienie przepływu, włączenie do projektowanej kanalizacji na trasie al. Niepodległości
52	KO16	ul. gen. W. Sikorskiego, od Upalnej do Skrajnej	usprawnienie przepływu w przewodzie kanalizacyjnym poprzez zwiększenie średnicy przewodu
53	Z22	rejon ul. Bohaterów Monte Cassino	retencja wody opadowej z kanalizacji deszczowej, wydłużenie przepływu
54	Z13	rejon ul. Skrajnej	przejęcie i retencja objętości wody z kanalizacji deszczowej, wydłużenie spływu wód opadowych do rz. Białej w trakcie opadów i zwiększonego spływu ze zlewni
55	KO1	ul. Cieszyńska, odc. Prez. R. Kaczorowskiego – gen. J. Bema	usprawnienie przepływu wód opadowych w sieci kanalizacji deszczowej poprzez zwiększenie średnicy przewodu
56	OW6	rejon u zbiegu ul. J. K. Branickiego – Cz. Miłosza	wydłużenie spływu rz. Białej, spowolnienie przepływu do dalszych fragmentów rzeki np. za pomocą meandryzacji

Lp.	Etykieta rozwiązania	Lokalizacja rozwiązania	Zamierzenie rozwiązania
57	OW8	rejon ul. J. K. Branickiego między Świętojańską - Elektryczną	wydłużenie spływu rz. Białej, spowolnienie przepływu do dalszych fragmentów rzeki np. za pomocą tarasowania, bądź poszerzeniem koryta rzeczno
58	OW9	rejon ul. J. K. Branickiego między M. Konopnickiej - Świętojańską	wydłużenie spływu rz. Białej, spowolnienie przepływu do dalszych fragmentów rzeki np. za pomocą tarasowania, bądź poszerzeniem koryta rzeczno
59	Z10	u zbiegu ul. Bohaterów Monte Cassino – J. H. Dąbrowskiego	retencja wód opadowych pochodzących z kanalizacji deszczowej, wydłużenie czasu przepływu do dalszych części kanalizacji deszczowej i ostatecznie do odbiornika wód w postaci rz. Białej w okolicach parku przy ul. Wierzbowej
60	Z11	w rejonie ul. Bohaterów Monte Cassino, przy „Skatepark”	retencja wód opadowych pochodzących z kanalizacji deszczowej, wydłużenie czasu przepływu do dalszych części kanalizacji deszczowej i ostatecznie do odbiornika wód w postaci rz. Białej w okolicach parku przy ul. Wierzbowej
61	Z26	rejon ul. Rodzinnej	retencja wód opadowych pochodzących z kanalizacji deszczowej, wydłużenie czasu przepływu do dalszych części kanalizacji deszczowej w okolicy ul. Kazimierza Wielkiego i Piastowskiej
62	Z27	Rejon ul. Grabowej i Mickiewicza	retencja wód opadowych pochodzących z kanalizacji deszczowej, wydłużenie czasu przepływu do dalszych części kanalizacji deszczowej w okolicy ul. Mickiewicza
63	Z28	Rejon ul. Brzoskwiniowej	retencja wód opadowych pochodzących z kanalizacji deszczowej, wydłużenie czasu przepływu do dalszych części kanalizacji deszczowej w okolicy ul. Mickiewicza
64	KO20	ul. H. Sienkiewicza, od Legionowej do dr. Ireny Białówny	przekierowanie wód opadowych kanalizacji deszczowej na ul. H. Sienkiewicza (szybsze wyłączenie wód z kanalizacji do rz. Białej) mającej docelowo trafić w okolice ronda im. A. Lussy
65	KO4	u zbiegu ul. Towarowej – Piastowskiej, wzdłuż Towarowej w kierunku ul. Wasilkowskiej	usprawnienie przepływu wód deszczowych i szybszy zrzut do rz. Dolistówki
66	OW11	obszar między ul. 42 Pułku Piechoty – gen. N. Sulika	meandryzacja fragmentu rz. Dolistówki – spowolnienie spływu wód w kierunku rz. Białej
67	OW12	obszar rz. Dolistówki między ul. 42 Pułku Piechoty – Dolistowską	meandryzacja fragmentu rz. Dolistówki – spowolnienie spływu wód w kierunku rz. Białej

Lp.	Etykieta rozwiązania	Lokalizacja rozwiązania	Zamierzenie rozwiązania
68	OW13	u zbiegu ul. gen. N. Sulika – Dolistowskiej	meandryzacja fragmentu rz. Dolistówki – spowolnienie spływu wód w kierunku rz. Białej
69	OW16	rejon ul gen. N. Sulika	meandryzacja fragmentu rz. Dolistówki – spowolnienie spływu wód w kierunku rz. Białej
70	OW7	okolice ul. Świętokrzyskiej przy rz. Białej	wydłużenie spływu rz. Białej, spowolnienie przepływu do dalszych fragmentów rzeki np. za pomocą tarasowania, bądź poszerzeniem koryta rzeczno
71	OW10	obszar rz. Białej między ul. Antoniukowską – Świętokrzyską	wydłużenie spływu rz. Białej, spowolnienie przepływu do dalszych fragmentów rzeki np. za pomocą tarasowania, bądź poszerzeniem koryta rzeczno
72	OW20	obszar rz. Białej między ul. Jana Pawła II – Antoniukowską	wydłużenie spływu rz. Białej, spowolnienie przepływu do dalszych fragmentów rzeki np. za pomocą tarasowania, bądź poszerzeniem koryta rzeczno
73	OW28	obszar rz. Białej przy ul. gen. W. Sikorskiego w kierunku zachodnim	wydłużenie spływu rz. Białej, spowolnienie przepływu do dalszych fragmentów rzeki np. za pomocą tarasowania, bądź poszerzeniem koryta rzeczno
74	OW15	rejon rz. Dolistówki między ul. Dolistowską – Piastowską	meandryzacja fragmentu rz. Dolistówki – spowolnienie spływu wód w kierunku rz. Białej
75	OW14	u zbiegu ul. J. Piłsudskiego – Pałacowej	wydłużenie spływu rz. Białej, spowolnienie przepływu do dalszych fragmentów rzeki np. za pomocą tarasowania, bądź poszerzeniem koryta rzeczno
76	OW17	rejon ul. Elewatorskiej, przy zachodniej granicy m. Białystok	udroźnienie zrzutu wód opadowych z kanalizacji deszczowej, szybsze wyłączenie wód opadowych poza granice m. Białystok
77	KO6	ul. Elewatorska, okolice stacji paliw „Lotos”	usprawnienie działania kanalizacji deszczowej poprzez zwiększenie średnicy przewodu
78	OW19	obszar między ul. Nowosielską – I. Zarzeckiej – J. Turowskiego – Włoską	udroźnienie zrzutu wód opadowych z kanalizacji deszczowej, szybsze wyłączenie wód opadowych poza granice m. Białystok
79	KO10	okolice Alei I. J. Paderewskiego, ujście do cieku wodnego przy Ogródkach Działkowych	przejęcie kanalizacji deszczowej, usprawnienie przepływu, włączenie do projektowanej kanalizacji na trasie al. I. Paderewskiego
80	KO15	u zbiegu ul. Wiejskiej, Wiosennej, Kawaleryjskiej	przejęcie kanalizacji deszczowej, usprawnienie przepływu, włączenie do kanalizacji na ul. Wiosennej - Wiejskiej
81	KO22	od ul. Jałowcowej, wzdłuż ul. gen. W. Maczka w rejon ul. Gajowej	opcja wariantowa: W1 – zmniejszenie (obniżenie) progu na działce 88 (przy działce 810/1), w celu

Lp.	Etykieta rozwiązania	Lokalizacja rozwiązania	Zamierzenie rozwiązania
			rozsączenia wody w rowie wzdłuż ul. Maczka; W2 - w przypadku braku ograniczenia czasowych podtopień działki 810/1 wodami z Lasu Antoniukowskiego usprawnienie przepływu w kanalizacji deszczowej poprzez dobudowę kanału odciążającego.

Podsumowanie do opracowania

Problemy z gospodarowaniem wodami opadowymi wynikają z zaległości w rozwoju sieci kanalizacji deszczowej, które nagromadziły się na przestrzeni kilkudziesięciu lat. W tym okresie czasu nastąpił wysoki przyrost powierzchni zabudowanych, co zmniejszyło możliwości retencyjne wód opadowych w obrębie miasta. Zważywszy na to, priorytetowym zadaniem do wykonania wydaje się być wybudowanie nowych zbiorników wodnych, mogących przechwycić nadmiary nagromadzonych wód deszczowych. Mając na uwadze zabezpieczenie w pierwszej kolejności terenów śródmiejskich i leżących dalej wzdłuż biegu rzeki Białej w kierunku rzeki Supraśl, zaleca się realizację nowych zbiorników w następującej tendencji - od występujących w górnych zlewniach (zbiorniki: Z24, Z3, Z20, Z19, Z23, Z5, Z6, Z8) do dolnych zlewni rzeki Białej. Toteż należałoby uznać za istotne, wskazanie działań zapobiegających lokalnym podtopieniom. W obszarze śródmiejskim wody opadowe wzbierają w rzece Białej gwałtownie i są transportowane w rejon o łagodniejszej rzeźbie terenu – odcinek od ogrodów działkowych przy ul. Świętokrzyskiej do terenów przy alei Jana Pawła II. W celu zapobieżenia kumulacji wód opadowych w parku przy ul. Wierzbowej oraz poniżej w dolinie Białej przy ul. gen. W. Sikorskiego, zaleca się stworzenie 4 zbiorników wodnych (zbiorniki: Z7, Z21, Z4, Z16), których zadaniem jest przechwyt wód deszczowych pochodzących z centralnej części miasta. Pozostałe propozycje zbiorników zostały stworzone z myślą o przeciwdziałaniu lokalnym podtopieniom, co mogłoby skutecznie usprawnić pracę istniejącej już sieci kanalizacji deszczowej.

Jednym ze sposobów przeciwdziałania podtopieniom jest budowa kanałów, rowów, bądź przewodów - odciążających obecnie istniejącą sieć kanalizacji deszczowej. Ma to na celu usprawnienie przrzutu wody do układu wód stojących i płynących, a także usprawnienie przepływu w sieci kanalizacji deszczowej. Ważnym zaleceniem jest pozbywanie się wód z sieci kanalizacji deszczowej, toteż w kilku wariantach zaproponowano bezpośrednie wyłączenie wód z sieci i ich transport w obszar odbiorników wód (kanały odciążające: KO2, KO5, KO19, KO18, KO17, KO3, KO7, KO22). Pozostałe obiekty zawarte w warstwie 'propozycji kanałów odciążających', polegają na przebudowie istniejących przewodów kanalizacji deszczowej w celu zwiększenia przepływów i zapobieżeniu zalegania nadmiarów wód opadowych w sieci. Przebudowa poszczególnych odcinków sieci pozwoliłaby zmniejszyć parametry hydrologiczne w zlewniach cząstkowych, co w dalszym przełożeniu prowadzi do optymalizacji działania kanalizacji deszczowej.

Do poprawy działania systemu wód opadowych stworzono propozycje zagospodarowania terenów jako potencjalne odbiorniki wód. Zamieszczone w opracowaniu kartograficznym powierzchnie odbiorników wód to miejsca, gdzie istnieje szansa przejęcia pewnej puli wód opadowych i wydłużenia czasu spływu w dolne zlewnie rzeki Białej w obrębie miasta Białystok. Wspomniane zamierzenia można osiągnąć, stosując na poszczególnych odcinkach rzeki działania, jak np.: meandryzacja, tarasowanie, poszerzanie rowów, budowa „ślepych” rowów. Szczególnie istotne obiekty z tej puli, to te które ograniczają spływ wód w dopływach rz. Dolistówki i rz. Bażantarki (OW1, OW16, OW12, OW13, OW15, OW11, OW3, OW2, OW21, OW23, OW24, OW25, OW27) – w zamyśle mogłyby wydłużyć czas transportu wód opadowych do głównej rzeki Białej. W takich warunkach rzeka Biała byłaby w stanie szybciej odprowadzać wody opadowe z części śródmiejskiej, tym samym nie będąc przeciążoną odprowadzaniem wód napływowych z peryferii miejskich.

Należy nadmienić, iż tylko kompleksowe wdrożenie wspomnianych zaleceń jest w stanie poprawić działanie systemu zagospodarowania wód opadowych. Opisane powyżej kierunki rozwoju mogą być realizowane równoległe, niezależnie od siebie, tj. przebudowa sieci kanalizacji deszczowej nie koliduje z budową potencjalnych zbiorników retencyjnych. Pozwala to na sprawniejsze wdrożenie wniosków wychodzących z niniejszego opracowania. Natomiast stosowanie się do niniejszych wytycznych powinno przynosić stopniową poprawę w gospodarowaniu wód opadowych.

Ostateczna interpretacja wytycznych do modernizacji systemu zagospodarowania wód opadowych należy do Departamentu Gospodarki Komunalnej Urzędu Miejskiego w Białymstoku. Projektant każdorazowo zobowiązany jest do wykonania obliczeń hydraulicznych potwierdzających możliwość przyłączenia inwestycji do systemu kanalizacji deszczowej miasta Białegostoku na warunkach określonych przez Departament Gospodarki Komunalnej UM w Białymstoku. Przy jednoczesnym założeniu, iż projektowana inwestycja nie zaburzy kluczowych parametrów pracy sieci.

Przeprowadzone analizy i obliczenia wykazały, iż przy deszczu o natężeniu 210 l/s/ha i czasie trwania 15 minut ponad 2550 odcinków kanalizacji pracuje w pełnym napełnieniu i podciśnieniu. Idealną sytuacją byłoby wskazanie, które odcinki należy wymienić poprzez zwiększenie ich średnicy (z podaniem nowej średnicy przewodu) lub zbudowanie dublerów odcinków, tak aby doprowadzić do sytuacji, że system kanalizacji pracuje w sposób grawitacyjny przy niepełnym wypełnieniu przewodów. Wymagałoby to wykonania 2500! (dwa i pół tysiąca silnia) wariantów zmian, ponieważ zmiana średnicy jednego odcinka wpływa na warunki hydrauliczne pracy innych odcinków w danej zlewni głównej. Jest to niemożliwe do osiągnięcia tradycyjnymi metodami obliczeń. W ramach dodatkowej analizy wariantowej wykonano obliczenia, w których w przewodach pracujących przy pełnym napełnieniu podciśnieniem zwiększono średnicę o jedną demencję. Ilość przewodów pracujących pod ciśnieniem zmniejszyła się z 2556 do 1397 odcinków. Jednakże po zmianie średnic przewodów

w 45 przypadkach doszło do zwiększenia napełnienia odcinka obliczeniowego do wartości 100% i pracy odcinka podciśnieniem. Mowa tu o odcinkach obliczeniowych, które w pierwotnych obliczeniach dla deszczu o natężeniu 210 l/s/ha i czasie trwania 15 minut nie pracowały przy pełnym napełnieniu. Odcinki pracujące pod ciśnieniem w analizowanym dodatkowym wariancie zwiększenia średnicy o jedną demencję dla przewodów pracujących podciśnieniem zaprezentowano na mapie stanowiącej Załącznik nr 4 (Analiza wariantowa), a wyniki obliczeń w Załącznik nr 5.

Wobec powyższego zaleca się do celów analitycznych wykorzystanie narzędzia usprawniającego proces obliczeń hydraulicznych, dokonywania symulacji planowanych działań modernizacyjnych systemu kanalizacji deszczowej oraz symulowania rozbudowy systemu kanalizacji deszczowej przy wybranych warunkach brzegowych. Narzędziem, które zwiększy możliwości prowadzenia zrównoważonego i optymalnego rozwoju systemu kanalizacji deszczowej miasta Białegostoku jest komputerowy model hydrauliczny systemu kanalizacji deszczowej uwzględniający system kanałów deszczowych, zbiorników retencyjnych, rowów i odbiorników oraz pozostałej infrastruktury systemu odprowadzania wód opadowych.

8. Nowoczesne sposoby gospodarowania wodami opadowymi

Rozwój nowoczesnych podziemnych urządzeń do zagospodarowania wód deszczowych umożliwia zmianę sposobu ich odprowadzenia i wykorzystania. Niesie to za sobą pewne konsekwencje, poczynając od planowania przestrzennego urbanistycznego i architektonicznego. Zasoby wodne miasta Białystok, podobnie jak i całej Polski, cechuje duża zmienność sezonowa i nierównomierność.

Nowoczesne planowanie odwodnienia deszczowego polega na zmniejszeniu i spowolnieniu odpływu z powierzchni uszczelnionych (dachy, ulice, place, parkingi). Powiększające się tereny zurbanizowane prowadzą do niszczenia naturalnych kierunków spływu wód, a co za tym idzie zmianę ich odprowadzania.

Tworzenie retencji glebowej

Jednym ze sposobów zagospodarowania wód opadowych jest zastosowanie retencji glebowej. Polega ona na zatrzymaniu wody w profilu glebowym, w tzw. strefie nienasyconej. Zdolność ta zależy od rodzaju, struktury, a także od składu chemicznego gleby. Najmniejszą zdolnością do gromadzenia wody charakteryzują się gleby piaszczyste, ility i gliny. Przy zastosowaniu zabiegów agrotechnicznych (takich jak nawożenie związkami organicznymi, wapniowanie, czy też zwiększanie zawartości próchnicy) można polepszyć strukturę gleby. Podobny efekt otrzymamy likwidując słabo przepuszczalne przewarstwienia, czy też spulchniając gleby ciężkie, suche i skłonne do zaskorupiania się. Spulchnianie stosuje się w przypadku małej miąższości warstwy próchnicznej by rozkruszyć zbite, mało przepuszczalne

podłoże, utrudniające wsiąkanie wody do głębszych warstw profilu glebowego. Kretowanie ma także na celu rozkruszenie zbitego podglebia z równoczesnym wytworzeniem na odpowiedniej głębokości kanalików krecich ułatwiających dopływ wody do drenów. Zabieg ten można stosować na zwięzłych, jednorodnych glebach nie posiadających kamieni. W przypadku gleb kwaśnych wapnowanie poprawia ich właściwości magazynowania wody

Na wielkość retencji glebowej wpływ ma typ i gatunek gleb. Istotnym elementem jest także zawartość próchnicy, części pylastych i ilastych. Ważnym elementem jest również kultura użytkowania gleb. Powiększanie aktywnej warstwy profilu glebowego ma pozytywny wpływ na rozwój i pogłębianie się systemu korzeniowego roślin. Podczas takiego zabiegu zwiększa się retencja wody. W przypadku występowania gleb lekkich poprawie stosunków wodnych sprzyja nawożenie organiczne i sadzenie roślin głęboko korzeniujących się. Przy glebach zwięzłych - stosowanie drenowania oraz zabiegów agromelioracyjnych. Pogłębianie się systemu korzeniowego roślin, a także zwiększanie aktywnej warstwy profilu glebowego, w której gromadzi się woda kapilarna, tworząc odpowiednio dużą retencję glebową, przyspiesza retencję wód. Głębokość głównej masy korzeniowej roślin (w zależności od warunków siedliskowych) według badań czeskich wynosi odpowiednio: dla trawy i warzyw - 30-40 cm, dla roślin zbożowych 40-60 cm, dla buraków cukrowych i pastewnych, kukurydzy i czerwonej koniczyny 40-80 cm oraz dla ziemniaków 40-60 cm. Z kolei dla sadów, głębokość głównej masy korzeniowej wynosi 30-100 cm, a dla plantacji chmielu 50-70 cm.

Poniżej zamieszczono tabelę efektywności retencji glebowej (ERU) w zależności od profilu glebowego.

Tabela 9 Efektywna retencja glebowa w zależności od profilu

Rodzaj gleby	Zawartość próchnicy [%]	ERU [mm] dla warstwy		
		0-25 cm	0-50 cm	0-100 cm
piasek luźny	1,2	13	23	38
piasek słabo-gliniasty	1,1	16	29	56
piasek gliniasty lekki	0,9	20	36	72
piasek gliniasty mocny	1,4	24	46	80
glina lekka	1,6	28	53	100
glina średnia	1,8	32	62	122
glina ciężka	2,8	30	59	115
ił	-	26	51	105
pył	1,3	30	56	105
less	2,5	32	59	110

Efektywna retencja glebowa określana jest poniższym wzorem:

$$ERU=a*Ah \text{ [mm]},$$

gdzie:

- a- Empiryczny współczynnik retencjonowania wody (należy przyjąć 0,33 na glebach wytworzonych z piasku luźnego, 0,28 na glebie z piasku słabo gliniastego, 0,26 na utworach murszowych podścielonych piaskiem luźnym) Ah- wysokość spiętrzenie ścieku [mm].

Retencja wód opadowych na terenie zlewni w małych zbiornikach

Z uwagi na budowę zbiorników, oddziaływanie na środowisko przyrodnicze, a także uwzględniając wysokość piętrzenia (H) i pojemność całkowitą (V) zbiorniki retencyjne dzieli się na trzy grupy: najmniejsze ($H < 1,5$ m, $V < 1$ mln m³), małe ($H = 1,5-5$ m, $V < 5$ mln m³), oraz średnie ($H = 5-10$ m, $V < 10$ mln m³).

Mała retencja polega na gromadzeniu wody w niewielkich zbiornikach (naturalnych i sztucznych). Jest to także spiętrzanie wody w korytach małych rzek, potoków, kanałów i rowów, w celu gromadzenia wody i uniemożliwienia jej szybkiego spływu powierzchniowego. Mała retencja jest jedną z form magazynowania wody, która może być wykorzystywana jako narzędzie do zapobiegania powodziom i suszom. Występują dwa rodzaje retencji: sterowana i niesterowana. Pierwsza z nich to zbiorniki wodne lub podpiętrzone jeziora o zmiennym piętrzeniu, wyposażone w odpowiednie budowle regulacyjne. Retencję niesterowaną stanowią wszelkie inne działania mające na celu spowolnienie lub zatrzymanie odpływu wód ze zlewni .

Małe zbiorniki wodne stanowią wartościowy element krajobrazu, kształtują poziomy wód gruntowych i stosunki wilgotnościowe terenów przyległych oraz poprawiają mikroklimat. Otoczenie małych zbiorników wodnych obrosnięte jest często różnorodną roślinnością, zadrzewieniem i krzakami. Tego typu urządzenia terenowe odgrywają bardzo duże znaczenie dla środowiska przyrodniczego. Tworzą one cenne przyrodniczo lokalne enklawy wodne charakteryzujące się bogatą różnorodnością biologiczną, poprawiają bilans wodny, mają zastosowanie gospodarcze oraz duże znaczenie dla życia wielu gatunków roślin i zwierząt. Piętrzenie zbiornika stwarza warunki dla pozyskania czystej ekologicznie energii elektrycznej.

Do pozostałych funkcji małych zbiorników wodnych należy: zaspokojenie potrzeb wodnych rolnictwa i środowiska przyrodniczego, zwiększenie zasilania warstw wodonośnych, oddziaływanie na reżim przepływu w małej rzece, poprawę jakości wody w rzekach (zatrzymywanie związków biogennych (azot i fosfor) oraz środków ochrony roślin spływających z pól uprawnych, ograniczanie zjawiska erozji wodnej, zwiększanie biologicznej różnorodności krajobrazu rolniczego, tworzenie enklaw o znaczących walorach przyrodniczych, tworzenie miejsc rekreacji i turystyki, zaspokajanie niektórych potrzeb gospodarczych (hodowla ryb, zbiorniki przeciwpożarowe, nawodnienia, itp.).

Źródła zasilania małych zbiorników mogą być różne w zależności od przeznaczenia, lokalizacji lub też celu ich budowy. Zbiorniki zaporowe mogą być napełniane bezpośrednio wodami płynącymi w cieku. Zbiorniki kopane bardzo często zasilane są wodami podziemnymi, ale mogą też być zasilane wodami opadowymi i budowane na obszarach o wysokim zaleganiu wód gruntowych. Źródłem zasilania zbiorników mogą być również wody odprowadzane z rolniczych systemów drenarskich, spływów powierzchniowych itp. Małe zbiorniki wodne stanowią cenny element krajobrazu rolniczego i leśnego oraz miejskiego. Dlatego też budowle i urządzenia powinny być tak zaprojektowane, aby komponowały się ze środowiskiem i nie wprowadzały dysonansu.

Obiekty małej architektury służące zwiększeniu retencji terenowej

Prawo budowlane art. 3 punkt 4) definiuje obiekt małej architektury – jako niewielkie obiekty, a w szczególności: (...) b) posągi, wodotryski i inne obiekty architektury ogrodowej c) użytkowe służące rekreacji codziennej i utrzymaniu porządku, jak: piaskownice, huśtawki, drabinki, śmietniki”. Ten zapis świadczy o interpretacji małej architektury jako obiektów nierozzerwalnie związanych z retencją wody.

Jednym z przykładów małej architektury są różnego rodzaju zbiorniki magazynujące wody opadowe. Gromadzona w nich woda może być wykorzystana w czasie braku opadów do podlewania zarówno posesji prywatnych, jak i terenów ogólnodostępnych np. kwietników.



Rysunek 2 Przykładowe oczko wodne



Rysunek 3 Zbiorniki magazynujące i retencjonujące wodę- mała architektura

Innym rodzajem małej architektury są oczka wodne, stawy, które pomogą w rozsączeniu wód opadowych.

Małe zbiorniki wodne stanowią cenny element krajobrazu rolniczego i leśnego oraz miejskiego. Dlatego też budowle i urządzenia powinny być tak zaprojektowane, aby komponowały się ze środowiskiem i nie wprowadzały dysonansu.

9. Sugerowane rozwiązania techniczne odnośnie urządzeń i systemów do zbierania oraz zagospodarowania wód deszczowych

Na etapie projektowania odwodnienia placów, ulic i innych powierzchni utwardzonych należy przewidzieć następujące urządzenia powierzchniowe do zbierania i odprowadzania wód deszczowych i roztopowych:

- muldy podłużne (trawiaste, brukowane, z elementów prefabrykowanych)
- rynny uliczne (przydrożne, stokowe, przykrawężnikowe, muldowe),
- rowy przydrożne (trapezowe, trójkątne)
- krawężniki odwadniające
- wpusty uliczne



Rysunek 4 Przykład rynny muldowej wykonana z prefabrykatów (źródło: www.zbdat.com.pl)



Rysunek 5 Szczegół wykonania rynny skrzynkowej wg ACO (źródło: www.aco.com.pl)

Rynny skrzynkowe zaleca się projektować dla odwodnień małych powierzchni utwardzonych, np. płyt parkingowych, podjazdów itp. Rozwiązanie to nadaje się szczególnie do indywidualnych (podwórzowych) odwodnień miejscowych.



Rysunek 6 Rów przydrożny bez umocnionych skarp (źródło: www.zbd.at.com.pl)

Rowy przydrożne pozostają jednym z najtańszych i najprostszych sposobów na odprowadzenie wody z powierzchni utwardzonych. Ich stosowanie wymaga jednak dysponowania odpowiednio szerokim pasem drogowym. Rowy przydrożne nieumocnione muszą ponadto pozostawać w zgodzie z architekturą krajobrazu, zaplanowaną dla danego obszaru miasta. Z tego też względu, rowy przydrożne nieumocnione sugeruje się projektować dla odcinków dróg poza zabudową mieszkaniową (np. w bezpośrednim sąsiedztwie lasów, terenów zielonych, ogródków działkowych). Przy odpowiedniej budowie rowu, obiekty te umożliwiają szybkie i skutecznie zagospodarowanie wód opadowych i roztopowych.



Rysunek 7 Przykład odwodnienia drogi przy pomocy warstwy chłonnej i płytkiego rowu (źródło: www.zbd.at.com.pl)

Alternatywą dla rowów przydrożnych pozostaje rozwiązanie z powiększonym poboczem wypełnionym materiałem o dużym współczynniku przepuszczalności. Nadmiar wody gromadzony jest w płytkim rowie i następnie odprowadzany do studni chłonnych. Usytuowanie rowów odwadniających wzdłuż traktów komunikacyjnych wymaga często budowy licznych przepustów i wjazdów na posesje, co znacznie zwiększa koszty całej inwestycji (Rysunek 6). Zaleca się budowę rowów odwadniających przydrożnych wzdłuż głównych ulic pozbawionych gęstej zabudowy jednorodzinnej, na terenach leśnych i na terenie ogródków działkowych (Rysunek 7).

Innym rozwiązaniem służącym do odwadniania utwardzonych powierzchni drogowych są krawężniki odwadniające (Rysunek 9).

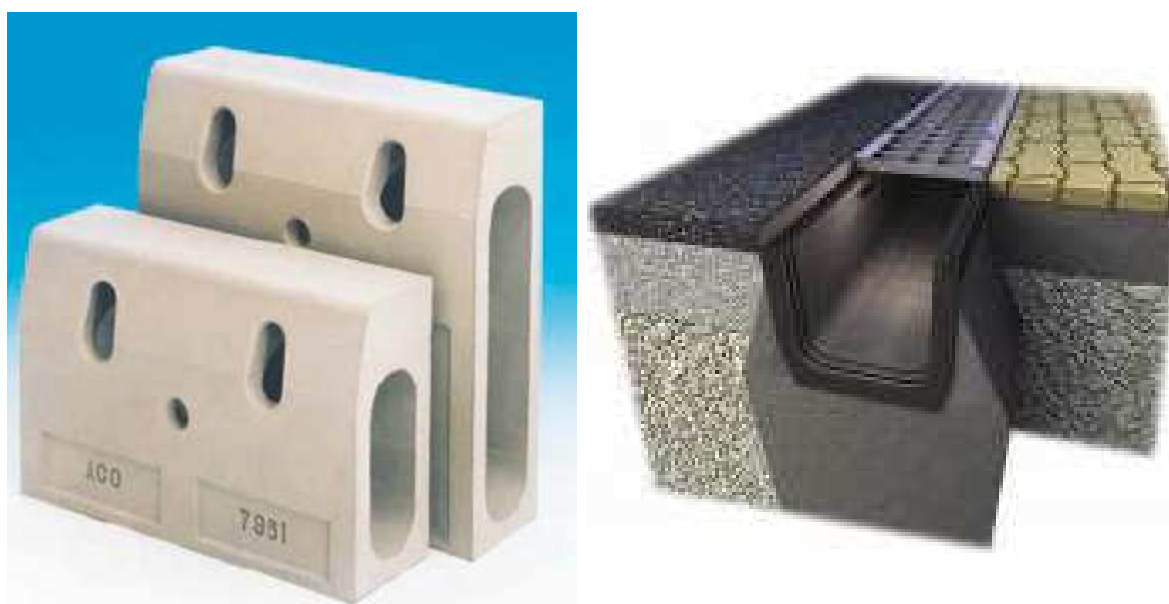


Rysunek 8 Przykład umocnionych rowów odwadniających

Odwodnienie dróg z użyciem krawężników odwadniających nie należy do popularnych w Polsce z racji klimatu. Częste zmiany temperatury w okolicy 0 °C powodują zwykle uszkodzenia samego krawężnika. Kłopotliwa jest również eksploatacja i czyszczenie kanałów biegnących wzdłuż krawężników. W czasie ulewnych opadów deszczu, opisywany sposób odwodnienia charakteryzuje się jednak o wiele większą skutecznością działania w porównaniu z tradycyjnymi wpustami ulicznymi.



Rysunek 9 Krawężnik odwadniający - przykład zastosowania



Rysunek 10 Rozwiązanie krawężnika odwadniającego firmy ACO i rynny (muldy) firmy Gimani & Mufle

Sugeruje się wyposażanie w krawężniki odwadniające skrzyżowań dróg o dużym nasileniu ruchu. Zaprojektowane kanały biegnące wzdłuż krawężników powinny być stosunkowo krótkie i odpowiednio połączone z kanałami burzowymi. Należy unikać stosowania krawężników odwadniających w bezpośrednim sąsiedztwie drzew liściastych.

Połączenie systemu kanałów podziemnych z urządzeniami powierzchniowymi służącymi do zbierania i odprowadzania wód deszczowych stanowią wpusty uliczne. Zadaniem wpustów jest ujmowanie wody deszczowej lub/i roztopowej i kolejno odprowadzanie poprzez przykanalik do kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej. O ile to możliwe, sugeruje się

projektowanie wpustów deszczowych we wnękach krawężnikowych, a nie bezpośrednio w ulicy, przy krawężniku. Działanie wpustu deszczowego należy połączyć z rynnami muldowymi lub innymi odwodnieniami liniowymi, np. typu skrzynkowego.



Rysunek 11 Nasada wpustu deszczowego w wlewie bocznym produkcji KZO S.A.



Rysunek 12 Wyregulowany wpust uliczny przy pomocy kostki betonowej

Dla odwadnianych powierzchni dachowych (w szczególności dużych budynków wielorodzinnych), elementem zbierającym pozostaje połać dachowa, odprowadzającym zaś rynny i rury spustowe odprowadzające wodę deszczową do przewodów podziemnych, cieków powierzchniowych, bezpośrednio na powierzchnie nieutwardzone lub do urządzeń retencyjnych lub/i rozsączających.

9.1. Systemy i urządzenia umożliwiające infiltrację wód deszczowych do gruntu

Najprostszym i najtańszym sposobem na zagospodarowanie wód deszczowych i roztopowych pozostaje ich wprowadzenie do gruntu. W celu usprawnienia procesu infiltracji wód opadowych do gruntu, obecnie powszechnie stosuje się urządzenia zapewniające zwiększony kontakt ścieków deszczowych i opadowych z gruntem. Przeważnie urządzenia odprowadzające wody opadowe do gruntu jednocześnie zapewniają ich określoną retencję. Spośród znanych rozwiązań technicznych, retencji wodnej nie posiadają nawierzchnie nieumocnione i perforowane. Z kolei magazynowanie nadmiaru wody należy realizować poprzez:

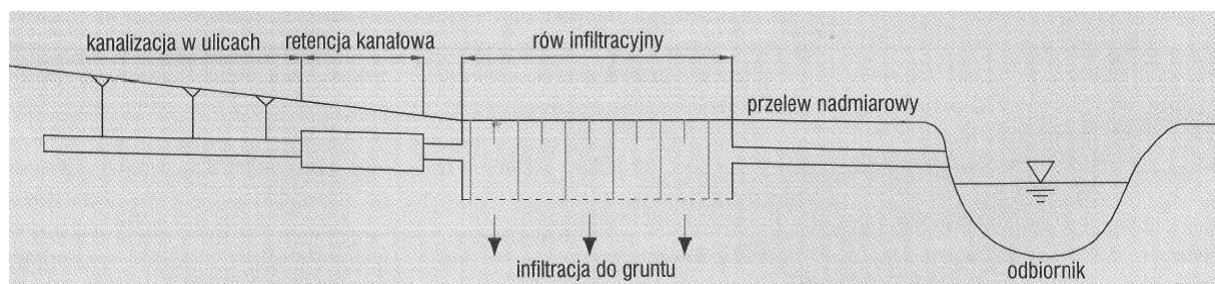
- rowy chłonne (infiltracyjne),
- niecki (baseny) chłonne,
- zbiorniki chłonne,
- skrzynki i komory rozsączające,
- studnie chłonne
- rigole

Kolejne rysunki prezentują niektóre z rozwiązań technicznych stosowanych obecnie do zagospodarowania wody opadowej w systemach odwodnieniowych. Wprowadzane do gruntu ścieki deszczowe ulegają przeważnie wcześniejszemu podczyszczeniu w wyniku procesu sedymentacji ciężkich cząstek mineralnych. Procesy oczyszczania wody deszczowej zachodzą z największą intensywnością w urządzeniach posiadających warstwy gruntu ożywionego, na których jest możliwe wytworzenie warstwy biologicznej dodatkowo osadzonej roślinnością.



Rysunek 13 Fragment uregulowanego i konserwowanego rowu

Rowy infiltracyjne pozwalają skutecznie zmniejszyć zrzut ścieków do odbiornika z uwagi na zachodzącą w czasie transportu infiltrację do gruntu oraz możliwą retencję w kubaturze samego rowu. Rowy odwadniają tereny leśne i mogą być okresowo używane jako zbiorniki wody opadowej. Część rowów musi być przebudowana i uregulowana. W dolinie rzeki Białej pomiędzy ulicami Generała Władysława Sikorskiego, Aleją Jana Pawła II, Aleją Niepodległości oraz ulicą Niską należy wykonać oczyszczenie i udrożnienie rowów melioracyjnych, budową zastawek zwiększających retencję oraz wydłużających drogę spływu wód opadowych. W dolinie rzeki Bażantarni, należy wykonać oczyszczenie i udrożnienie rowów melioracyjnych na podcinkach pomiędzy ulicą Popiełuszki i Marczukowską oraz Marczukowską i Generała Władysława Sikorskiego.



Rysunek 14 Ogólny schemat kanalizacji deszczowej z rowami infiltracyjnymi

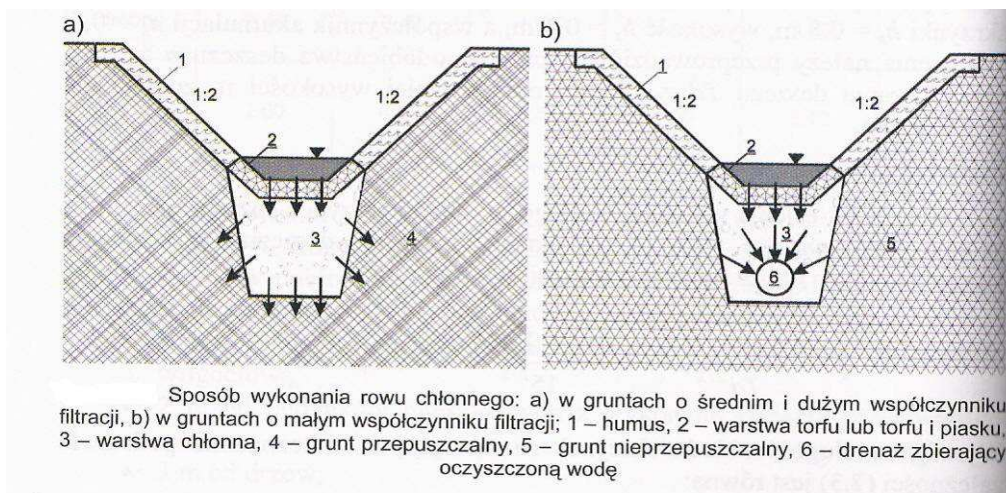
Uzupełnienie rowów infiltracyjnych powinny stanowić niecki (baseny) i płytkie zbiorniki chłonne. Urządzenia te w okresie bezdeszczowym będą puste, zaś w okresie intensywnych opadów okresowo wypełnią się wodą. Ze względu na architekturę krajobrazu sugeruje się

projektowanie niecek i zbiorników jako tereny zielone z ewentualnym umocnieniem skarp płytami ażurowymi.

Zarówno baseny jak i zbiorniki infiltracyjne wymagają odpowiedniej powierzchni do zapewnienia wymaganej intensywności infiltracji wody do gruntu. Bardzo ważny jest również poziom wód gruntowych i parametry gruntu, w którym będzie wykonany dany obiekt.

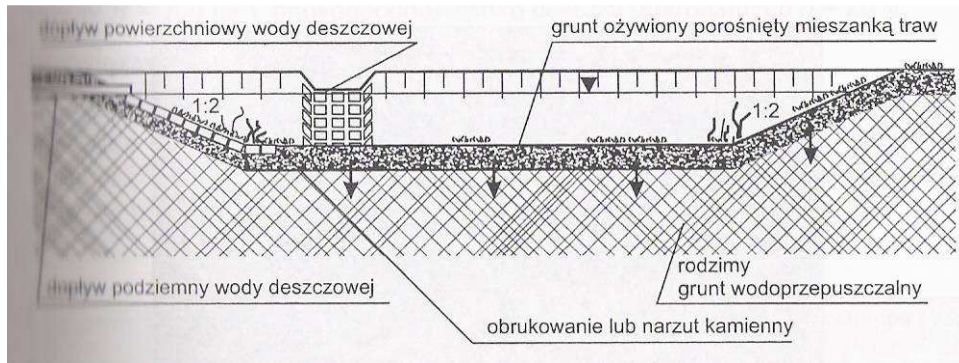


Rysunek 15 Przykład basenu infiltracyjnego



Rysunek 16 Sposób wykonania rowu chłonnego (źródło – [43])

Zaleca się wykonanie rowów chłonnych jak pokazano na Rysunek 16 w szerokich pasach drogowych i przy sprzyjających warunkach gruntowo-wodnych. Rowy chłonne są skuteczniejsze od studni chłonnych i dają się łatwiej i taniej eksploatować. Poprzez wbudowanie warstwy chłonnej (3) w podłoże (4) uzyskuje się skuteczne zwiększenie infiltracji wody do gruntu.



Rysunek 17 Schemat ideowy rozwiązania niecki chłonnej (źródło – [43])

Z kolei Rysunek 17 prezentuje schemat ideowy rozwiązania niecki chłonnej (infiltracyjnej) wyłożonej gruntem porośniętym mieszanką traw. Dobór roślin powinien uwzględniać kilkudniowe zalewy wodą.

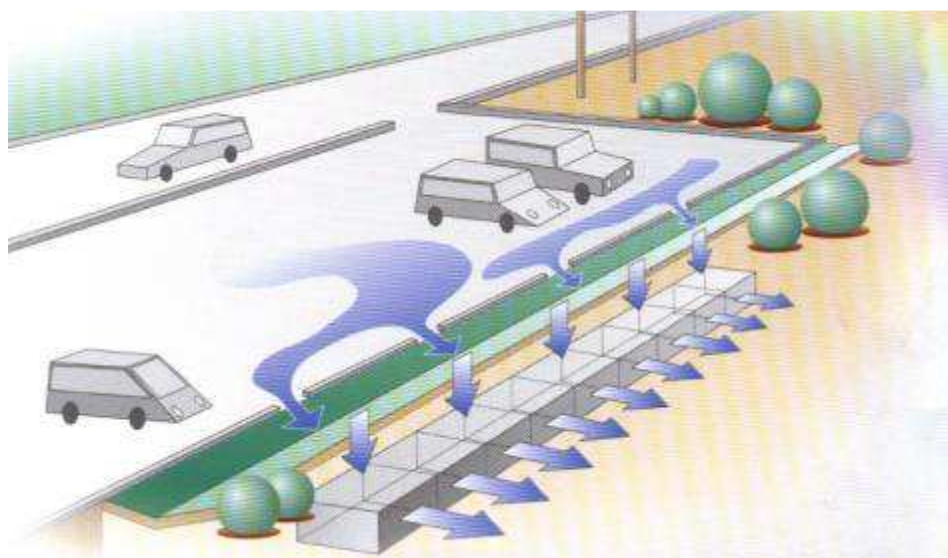
Skrzynki i komory rozsączające stanowią w ostatnim okresie coraz częściej stosowane rozwiązanie techniczne do zagospodarowania wód deszczowych. Taki stan dotyczy zarówno rozwiązań przydomowych (indywidualnych) jak i wielkogabarytowych, np. do odwodnienia dużych placów i odcinków dróg. Skrzynki to urządzenia podziemne wykonane najczęściej z polipropylenowych płyt kratownicowych. Zadaniem skrzynek jest retencja i infiltracja wód deszczowych do gruntu. Istnieje wiele sposobów zabudowy skrzynek rozsączających, możliwe jest również budowanie podziemnych zbiorników retencyjnych w oparciu o skrzynki.



Rysunek 18 Przykład zabudowy skrzynek rozsączających w gruncie (źródło: www.polyteam.pl)

Na rynku dostępne są różne rozwiązania techniczne skrzynek, różniących się między sobą wymiarami, sposobem montażu, pojemnością użyteczną, wytrzymałością na obciążenie gruntem oraz ceną. Spośród najbardziej znanych należy wymienić rozwiązania firm: Wavin (Azura i Q-BIC), Funke, ViaCon Polska, Frankische, Rehau oraz Polska Woda Deszczowa i wiele innych.

Wybrane typy skrzynek rozsączających umożliwiają zabudowę bezpośrednio pod placem parkingowym bądź jezdnią.



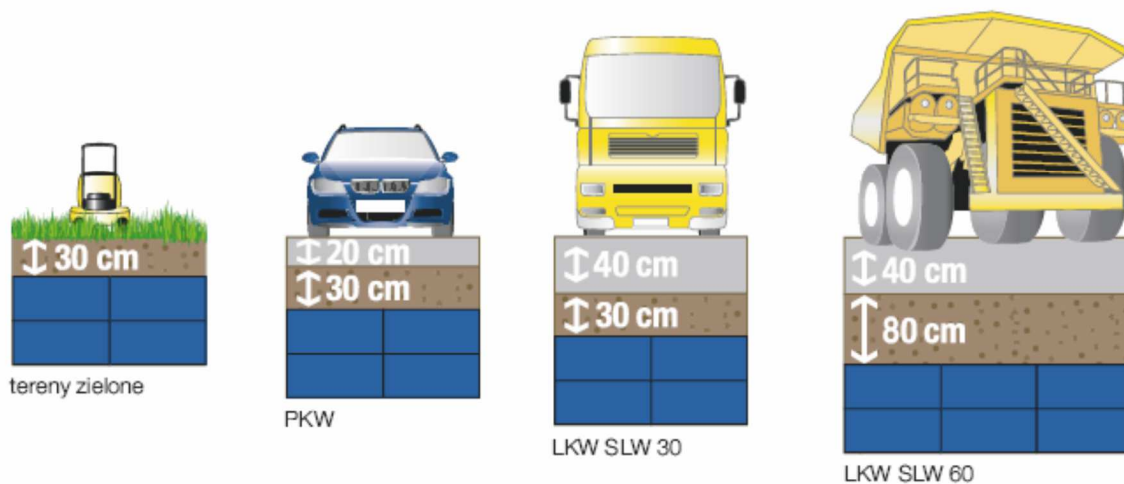
Rysunek 19 Schemat ideowy odprowadzenia wód opadowych do skrzynek połączonych w galerię

Skrzynki mogą stanowić również doskonałe urządzenie retencyjno-infiltracyjne dla gospodarstw domowych. Unika się w ten sposób dodatkowego obciążenia kanałów deszczowych i samego odbiornika.



Rysunek 20 Schemat ideowy odprowadzenia wód deszczowych z połączy dachu do skrzynki rozszerzającej

Minimalne przykrycie skrzynek retencyjno-rozszerzających Wavin Q-Bic:



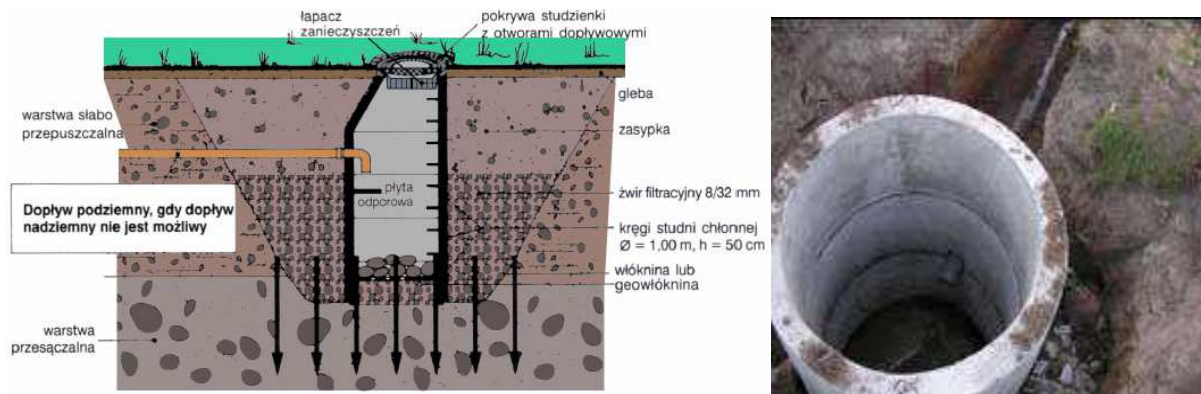
Rysunek 21 Minimalne przykrycie skrzynek retencyjno-rozszerzających Wavin Q-BIC

Wymiary skrzynek i układów rozszerzających powinny zapewniać wystarczającą objętość retencyjną układu skrzynek, pozwalającą na przejście i odprowadzenie do gruntu całej objętości spływu powierzchniowego powstałego z deszczu miarodajnego. Zwymiarowanie układu skrzynek rozszerzających powinno również uwzględniać powierzchnię kontaktu wody deszczowej ze środowiskiem gruntowym, uwzględniając z jednej strony czynną powierzchnię wsiąkania, z drugiej zaś wodoprzepuszczalność ośrodka gruntowego. Opisanie urządzenia mogą być z powodzeniem stosowane bezpośrednio w pasach drogowych i strefie

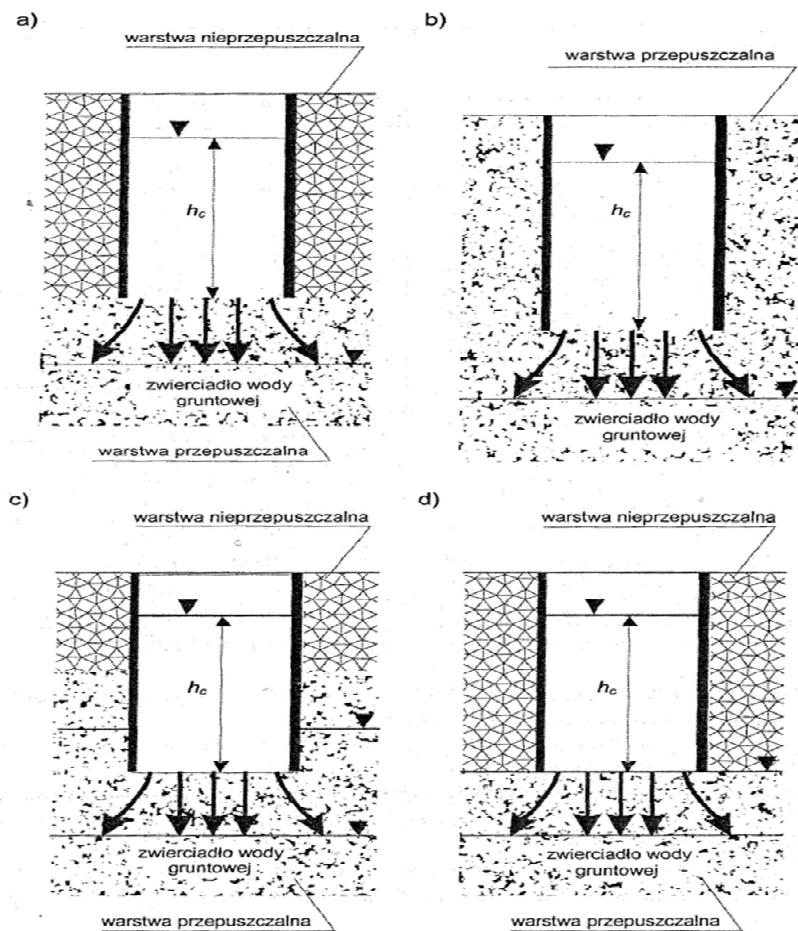
przemarzania. Projektowanie układów odwodnieniowych z udziałem skrzynek rozsączających powinno wejść do „dobrej praktyki inżynierskiej”.

Stosowanie skrzynek nie zawsze jednak może być możliwe z uwagi na stosunkowo dużą powierzchnię jaka jest wymagana pod zabudowę tych właśnie urządzeń. Biorąc pod uwagę warunki gruntowo-wodne, przegłębienie skrzynek w układzie pionowym nie zawsze będzie korzystne z ekonomicznego i technicznego punktu widzenia. W obszarach miasta, gdzie istnieje realne ograniczenie wielkości dostępnego miejsca pod zabudowę w/w urządzeń do zagospodarowania wód opadowych, sugeruje się stosowanie urządzeń podziemnych wykonanych jako studnie chłonne, rigole lub przewody drenarskie.

Zaleca się wykonywanie studni chłonnych jako elementy prefabrykowane, posiadających otwarte dno, poprzez które następuje odpływ nagromadzonej wody do gruntu. Średnica studni nie powinna być mniejsza niż 1 m, a w przypadku odwadniania dużej powierzchni należy stosować zespoły połączonych ze sobą studni, np. w układ galerii. Zasilanie studni może odbywać się przewodem podziemnym (Rysunek 22), jak również bezpośrednio poprzez otwory w pokrywie. W celu zapewnienia odpowiedniej żywotności studni, zaleca się wyposażanie tych obiektów w kosze do separacji zanieczyszczeń mechanicznych. Studnie chłonne powinny być oddalone od najbliższego budynku co najmniej 6 m.



Rysunek 22 Schemat i budowa typowej studni chłonnej z zasilaniem podziemnym (źródło: M. Bodziony)

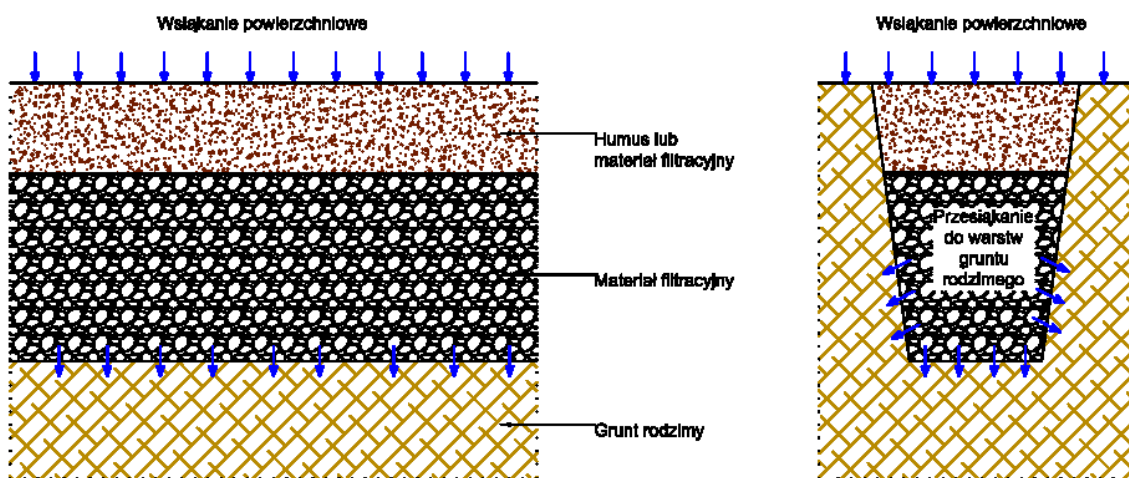


Rysunek 23 Schematy obliczeniowe studni chłonnych (źródło: Retencja i infiltracja wód deszczowych, Słyś Daniel, Rzeszów 2008)

Możliwe jest posadowienie dna studni chłonnych w warstwach gruntów nawodnionych jedynie w przypadku wcześniejszego oczyszczenia ścieków deszczowych. Z tego też względu studnie pokazane na schematach hydraulicznych c i d (Rysunek 23) nie mogą być stosowane bez urządzeń podczyszczających. Warianty obliczeniowe a i b) mogą z powodzeniem być stosowane w przypadkach, gdy zwierciadło wody gruntowej pozostaje dostatecznie nisko (ok. 1,5 m) w stosunku dolnej krawędzi studni. Warstwa gruntu działa wówczas jak filtr i jest w stanie dostatecznie oczyścić ścieki opadowe z zawiesin mineralnych i związków ropopochodnych. Należy przewidzieć okresową wymianę gruntu w studni chłonnej jak również wymianę gruntu rodzimego w przypadku małego współczynnika filtracji, np. dla glin zwięzłych. Zaleca się wykonywanie wymiarowania studni chłonnych w oparciu o wytyczne ATV A 138 (ATV 1990).

Innym, dość skutecznym i alternatywnym rozwiązaniem dla studni chłonnych pozostają rigole. Zaleca się stosowanie rigoli na terenach, w których wierzchnia warstwa gruntu charakteryzuje się niską wodoprzepuszczalnością lub gdzie nie ma miejsca na zlokalizowanie gabarytowo dużych urządzeń do rozsączania wód deszczowych. Rigole można

scharakteryzować jako odkryte lub podziemne rowy chłonne wypełnione materiałem filtracyjnym o wysokim współczynniku filtracji. Dzięki takiemu rozwiązaniu możliwe jest odprowadzenie wód opadowych do bardziej przepuszczalnych warstw gruntu naturalnego. Stosownie rigoli uwarunkowane jest przede wszystkim właściwościami fizycznymi rodzimego ośrodka gruntowego, który powinien charakteryzować się średnim bądź wysokim współczynnikiem filtracji. Rigole najczęściej buduje się z wypełnieniem żwirowym, pospółkowym lub grysowym. Dla wód deszczowych o niskich parametrach jakościowych należy przewidzieć urządzenia do wstępnego oczyszczania przed wprowadzeniem do rigoli. Korzystne może być zastosowanie dla wierzchnich warstw rigoli gruntu ożywionego, porośniętego odpowiednią roślinnością, posiadającą zdolność oczyszczania wody. Poniżej na rysunku przedstawiono typowe sposoby zasilania rigoli wodami opadowymi.



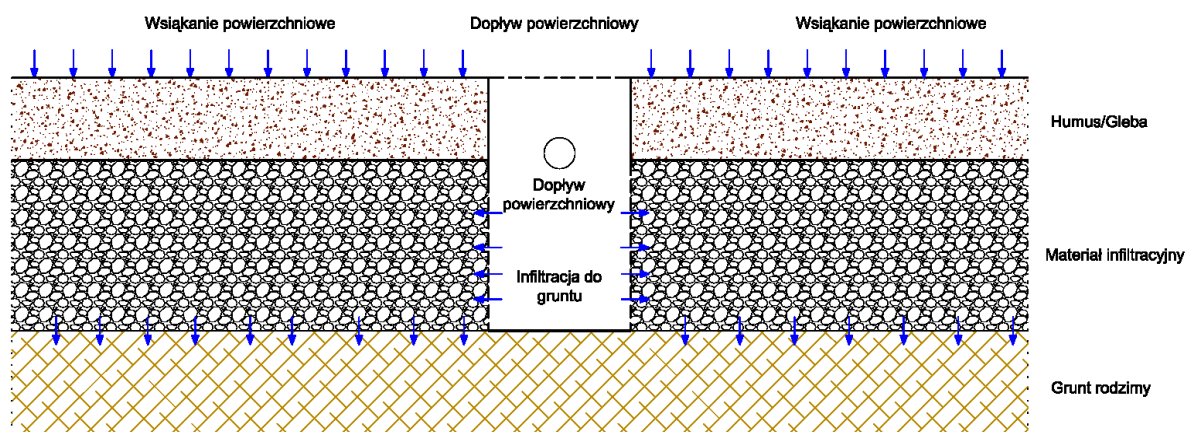
Rysunek 24 Schemat rozwiązania rigoli z powierzchniowym dopływem wód deszczowych

W przypadku zasilania rigoli wodami deszczowymi i roztopowymi doprowadzonymi przy pomocy kanałów, konieczne jest zaprojektowanie i wykonanie studni wprowadzających wodę bezpośrednio do rigoli. Zastosowanie drenów ułożonych bezpośrednio w gruncie filtracyjnym i połączonych ze studnią rozprowadzającą, intensyfikuje sprawność działania urządzenia oraz zwiększa jego niezawodność. Przy dysponowaniu odpowiednio dużym terenem, sugeruje się pierścieniowe projektowanie układu drenów wokół studni rozprowadzającej. Przykład zbudowanej rigoli wzdłuż drogi przedstawiono na Rysunek 24, zaś schemat rozwiązania rigoli z powierzchniowym i podziemnym dopływem wód deszczowych oraz bezpośrednim odprowadzeniem wody deszczowej ze studni do gruntu pokazano na Rysunek 25.



Rysunek 25 Przykład zbudowanej rigoli podłużnej zasilanej powierzchnio i podziemnie

Zaleca się projektowanie i wykonywanie rigoli w miejscach, gdzie nie ma możliwości stosowania twartych urządzeń retencyjnych oraz przyszła eksploatacja i konserwacja urządzenia/obiektu jest trudniona bądź wręcz niemożliwa. Rigole należy traktować również jako elementy małej architektury.



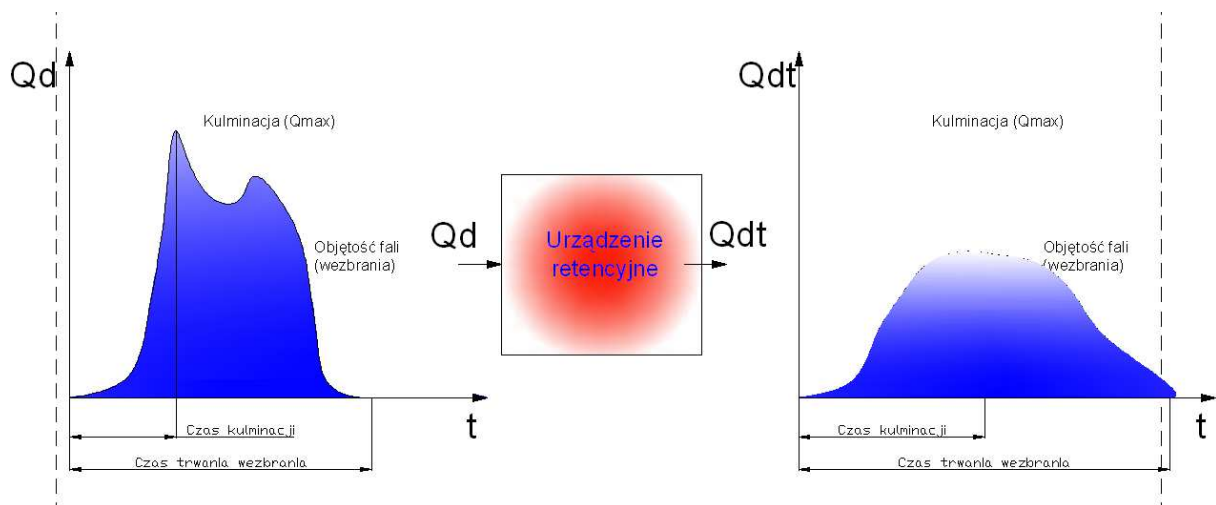
Rysunek 26 Schemat rozwiązania rigoli z powierzchniowym i podziemnym dopływem wód deszczowych

9.2. Systemy do retencjonowania wody deszczowej

Główną funkcją obiektów retencjonujących wodę (w systemach kanalizacji burzowej) pozostaje na ogół przekształcenie fali odpływowej w falę o dłuższym czasie trwania i mniejszym natężeniu przepływu. W efekcie natężenie odpływu wody ze zlewni, a co za tym idzie również i zrzut ścieków do odbiornika, może ulec zasadniczemu zmniejszeniu, nawet do wartości odpływu naturalnego. Urządzenia/obiekty wykorzystywane najczęściej do „spowalniania” odpływu to:

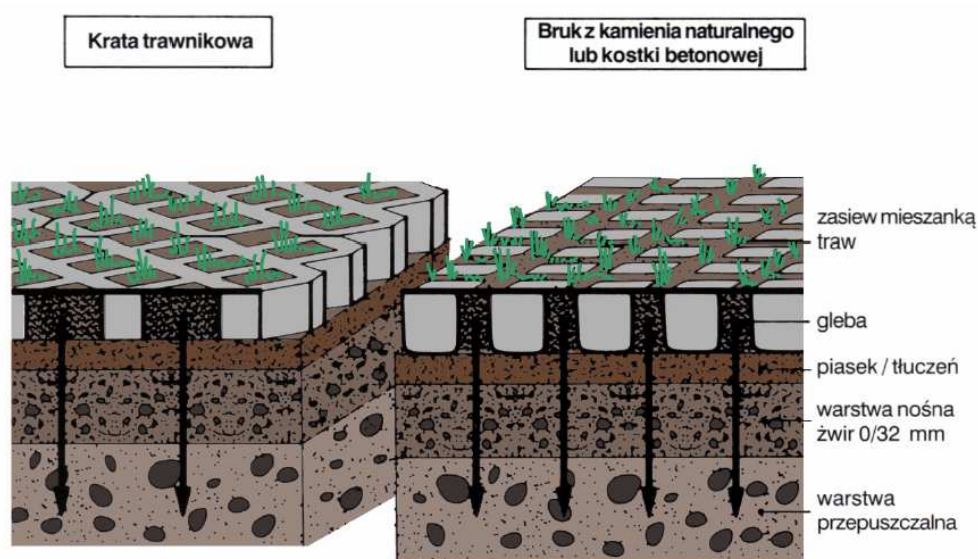
- niecki filtracyjne
- otwarte zbiorniki retencyjno-filtracyjne
- zbiorniki retencyjne (zamknięte)
- powiększone kanały ściekowe
- dachy podpiętrzone i zielone

Ogólną ideę działania urządzeń retencyjnych na terenie zlewni przedstawiono na Rysunek 27.



Rysunek 27 Schemat działania urządzeń retencyjnych

Projektując szczegółowe rozwiązania dotyczące odprowadzenia i zagospodarowania wód opadowych i roztopowych należy przyjąć wykorzystanie zieleni miejskich jako „okien hydrologicznych”, sprzyjających naturalnej infiltracji wód opadowych w głąb podłoża. Nie bez znaczenia pozostaje również odpowiednie zaprojektowanie miejsc parkingowych, placów postojowych i innych powierzchni utwardzonych. Do budowy dróg wewnątrzsiedlowych, parkowych, chodników, placów zabaw, prywatnych lub mało używanych parkingów i podobnych nawierzchni proponuje się stosowanie materiałów umożliwiających infiltrację wód opadowych do gruntu. Użycie płyt ażurowych betonowych z obszarami porośniętymi trawą zapewnia przedostawanie się wód opadowych do gruntu oraz ich oczyszczanie.



Rysunek 28 Przekrój przez powierzchnię z wsiąkaniem powierzchniowym (źródło: M. Bodziony [44])

W celu uniknięcia problemów eksploatacyjnych powierzchni utwardzonych w sposób jak przedstawiono na rysunku powyżej, wymaga się bezwzględnie użycia materiałów o odpowiedniej jakości i parametrach. Przestrzenie wolne w płytach ażurowych nie powinny być wypełniane glebami ciężkimi o niedostatecznym współczynniku filtracji. W takim przypadku zaleca się przemieszanie gleby z piaskiem, co powinno skutecznie zwiększyć współczynnik filtracji i w dalszym ciągu stanowić odpowiednie podłoże dla roślin.

Zalety rozwiązania:

- bardzo dobre działanie oczyszczające wody
- dobre warunki konserwacji
- małe nakłady techniczne.

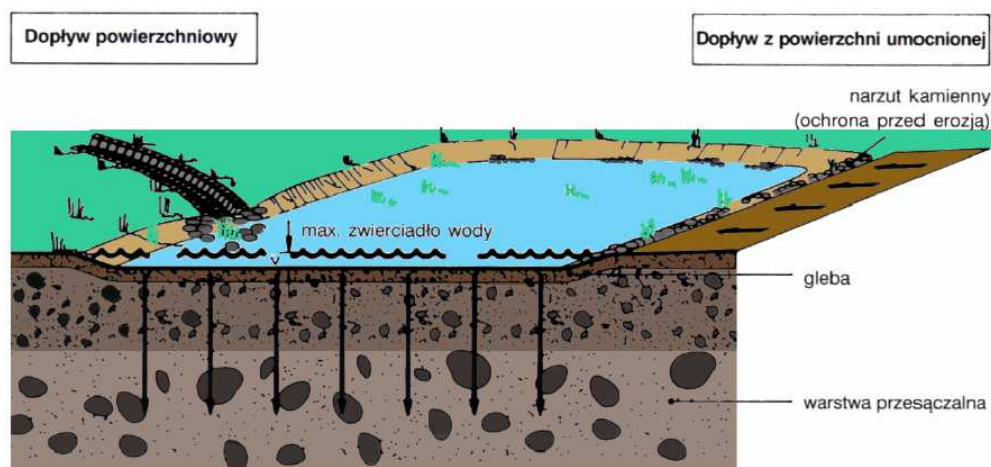
Wady:

- mała zdolność retencyjna,
- duże zapotrzebowanie powierzchni.

Powierzchnie parkingowe użytkowane w sposób intensywny nie powinny być wykonywane z płyt ażurowych ze względu na ich ograniczoną wytrzymałość i specyficzny kształt.

Niecki infiltracyjno-retencyjne

Działanie niecek infiltracyjnych zostało częściowo opisane w rozdziale poświęconym urządzeniom umożliwiającym infiltrację wód opadowych i roztopowych do gruntu. Ze względu na swoją charakterystyczną budowę i formę działania, niemal wszystkie niecki infiltracyjne pełnią również funkcję zatrzymywania wód opadowych, czyli retencyjną. Przekrój przez nieckę infiltracyjno-retencyjną pokazano na Rysunek 29.



Rysunek 29 Przekrój przez nieckę infiltracyjno-retencyjną (źródło: M.Bodziony)

Niecki infiltracyjne powinny być projektowane i wykonywane na otwartej, zazielenionej powierzchni, gdzie woda ulegająca wsiąkaniu może być czasowo gromadzona. Zwymiarowanie niecki infiltracyjno-retencyjnej powinno gwarantować krótkotrwałe (1-2 dni) spiętrzenie wody. W przeciwnym wypadku może dochodzić do uszczelnienia (kolmatowania) powierzchni i gnicia roślin. Ukształtowanie niecki musi gwarantować równomierną infiltrację wód opadowych do gruntu. W nieckach dostępnych na obszarze otwartym, głębokość nie powinna przekraczać 0,3 m, aby nie stwarzały zagrożenia podczas piętrzenia wody. Spadek skarp nie powinien przekraczać nachylenia 1:2. „Niecki te dobrze wkomponowują się w krajobraz terenów zielonych oraz przy poboczach dróg. Poprzez rodzajowo urozmaiczone obsadzanie różnymi gatunkami traw wymagającymi zmiennej wilgotności podłoża, krzewami i drzewami mogą stać się korzystnymi elementami kształtowania krajobrazu dla małych działek” (Opracowanie M. Bodziony). Wsiąkanie wody do gruntu w nieckach odbywa się poprzez ożywione podłoże, które skutecznie oczyszcza ścieki z zawieszin. Zaleca się stosowanie tego typu rozwiązań przy średnio przepuszczalnym podłożu, gdzie wymagania jakościowe w stosunku do wsiąkającej wody są małe i w przypadku dysponowania ograniczoną powierzchnią infiltracyjną.

Wg. M. Bodziony, prawidłowe wymiarowanie niecek infiltracyjnych wykonuje się poprzez określenie:

- Współczynnika przepuszczalności w strefie nasyconej k_f , który nie może być mniejszy aniżeli 10^{-6} m/s,
- Zapotrzebowania na powierzchnię- wstępnie przyjmuje się, że niecka o powierzchni około 15 m² jest wystarczająca dla 100 m² powierzchni uszczelnionej,
- Głębokości niecki, która nie może być większa niż 0,3 m.

Zalety rozwiązania:

- duża zdolność retencyjna,
- dogodne warunki konserwacji,
- małe nakłady finansowe,
- dobre warunki wkomponowania w tereny zielone,
- możliwość obsadzenia różnorodną roślinnością.

Wady

- możliwość zanieczyszczenia niecki przez ścieki i odpady komunalne,
- duże powierzchnie zajmowane przez urządzenie.

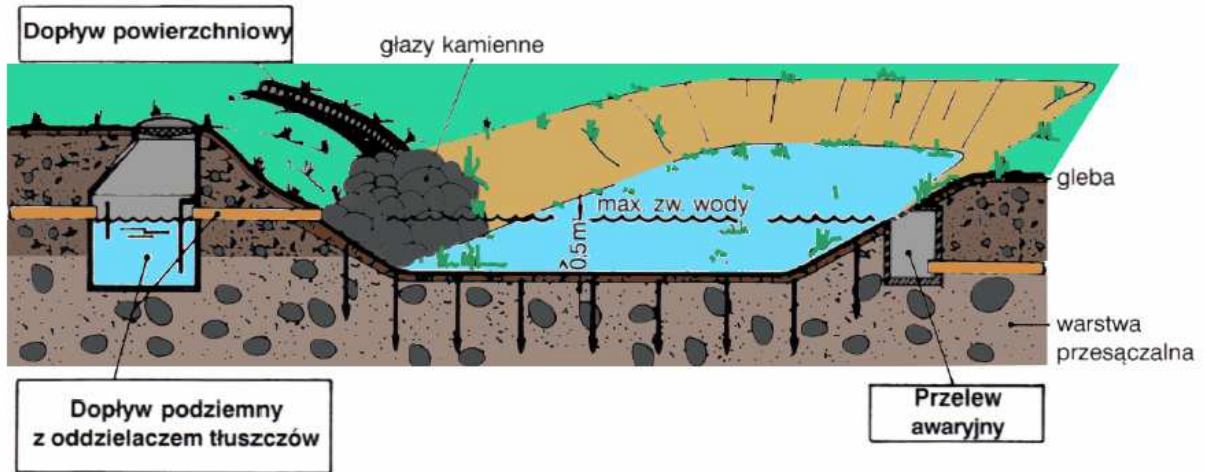
Zbiorniki retencyjne i retencyjno-infiltracyjne

Zbiorniki retencyjne i retencyjno-infiltracyjne są urządzeniami (obiektami) służącymi do retencjonowania i podczyszczania ścieków deszczowych i roztopowych o znacznym zanieczyszczeniu.

W zależności od ładunku zanieczyszczeń, do podczyszczenia ścieków należy często przewidzieć zastosowanie separatorów, gdyż samo podczyszczanie ścieków na warstwie gruntu ożywionego (minimum 20 cm) może być niewystarczające. Zasilanie zbiorników może odbywać się poprzez przewody (kanały) podziemne, koryta powierzchniowe i grunty o wysokim współczynniku filtracji. Ponadto, każdy zbiornik powinien być wyposażony w przelew awaryjny chroniący przed przepiętniem i zalaniem okolicznego terenu. W zależności od potrzeb spowolnienia odpływu, przelew końcowy może posiadać funkcję regulacyjną. Zbiorniki infiltracyjne różnią się od niecek przede wszystkim większą głębokością. Zbiorniki retencyjne i retencyjno – filtracyjne należy stosować dla zlewni większych od 1 ha oraz na obszarach istniejącej zabudowy lub nowego budownictwa o wystarczających dostępnych powierzchniach. Przy wymiarowaniu zbiornika należy ustalić:

- Współczynnik przepuszczalności w strefie nasyconej k_f , który powinien być większy od $5 \cdot 10^{-6}$ m/s.

- Nachylenie skarp według stateczności gruntu.
- Pojemność zbiornika.



Rysunek 30 Przekrój przez zbiornik infiltracyjny (źródło – M. Bodziony [44])

Zalety rozwiązania:

- dobra skuteczność oczyszczania,
- dobre warunki gromadzenia wód,
- niskie wymagania jakościowe w stosunku do wody,
- stosunkowo niskie nakłady finansowe na budowę,
- łatwość w komponowaniu w krajobraz jako biotopu,
- dobre możliwości konserwacji.

Wady:

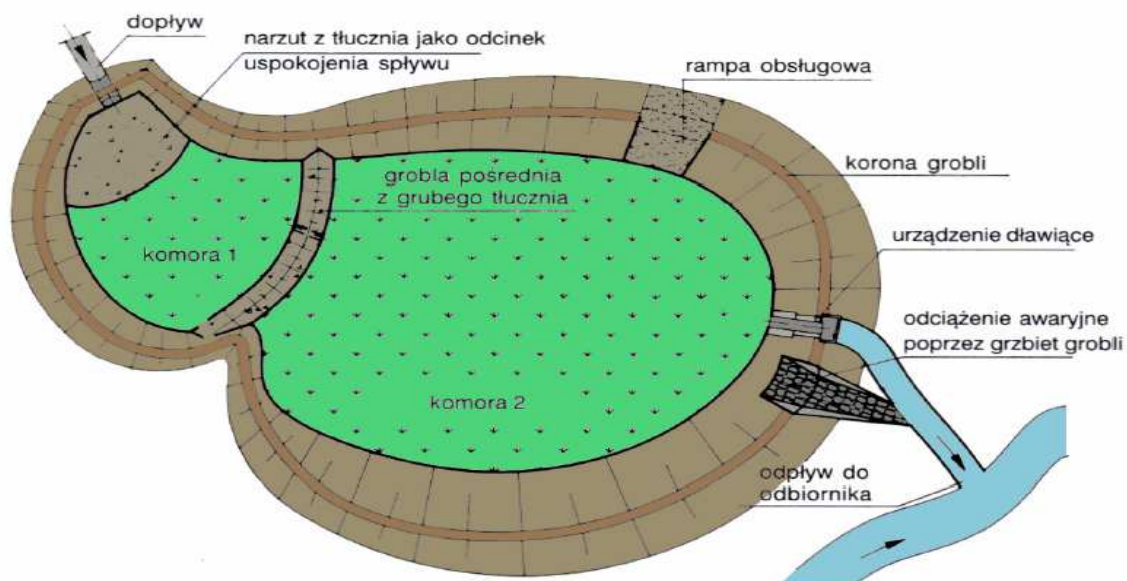
- przy napełnianiu ewentualne niebezpieczeństwo dla dzieci, wówczas konieczne ogrodzenie,
- samouszczelnienie dna przy niewłaściwej konserwacji,
- konieczność dysponowania określoną powierzchnią niezabudowaną

Projektowanie zbiorników retencyjnych wód deszczowych jest uwarunkowane istniejącą bądź planowaną siecią kanałów burzowych/deszczowych. Niniejsza koncepcja poddaje analizie wariantowej możliwe lokalizacje zbiornika/ów uwzględniając następujące czynniki:

- układ sieci komunikacyjnej, kolizje z istniejącymi i planowanymi sieciami i obiektami uzbrojenia podziemnego,

- naturalne ukształtowanie terenu, np. naturalne niecki i zagłębienia terenu,
- naturalne zbiorniki wodne (na terenie ogródków działkowych),
- grawitacyjny układ przepływu ścieków w kanałach,
- odcinki sieci z powiększoną objętością kanałów stosowane w celu pomniejszenia pojemności zbiorników retencyjnych,
- łatwość dostępu przez służby eksploatacyjne (przyszła konserwacja zbiornika),
- bezpieczeństwo użytkowania i bezpieczeństwo mieszkańców,
- ochronę wód podziemnych, zwłaszcza na obszarach wchodni warstw wodonośnych.

Na etapie projektowania i budowy zbiornika należy zadbać o elementy ułatwiające wkomponowanie zbiornika w otoczenie, zwłaszcza na obszarach przewidzianych do rewitalizacji. Podstawowe wyposażenie zbiorników stanowią budowle wlotowe, przelewy i przelewy awaryjne, urządzenia sputkujące, urządzenia do usuwania nagromadzonych osadów.



Rysunek 31 Schemat dwukomorowego zbiornika otwartego wód deszczowych (źródło – M. Bodziony [44])

Nie zaleca się projektowania i budowy zbiorników retencyjnych częściowo wypełnionych wodą z uwagi na trudności eksploatacyjne i brak możliwości doczyszczania ścieków deszczowych w czasie infiltracji przez ośrodek porowaty.



Rysunek 32 Przykład estetyki zbiornika retencyjnego z umocnionymi skarpami (źródło: Dorota Gatkowska-Jeleńska Józef Jeleński – Naturalna estetyka zbiorników retencyjnych deszczówki)

Retencjonowanie wody opadowej umożliwiają również rozwiązania indywidualne konstrukcji dachów. Projektując odpowiednio budynki z dachami zielonymi i podpiętrzonymi można skutecznie ograniczyć i opóźnić odpływ deszczówki do kanalizacji deszczowej. Należy podkreślić wyjątkowo korzystne oddziaływanie zielonych dachów na mikroklimat osiedli mieszkaniowych, skutecznie obniżanie temperatury w upalne dni letnie i urozmaicenie architektury budynków wielorodzinnych.

9.3 Urządzenia do oczyszczania wód deszczowych

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24.07.2006 w sprawie warunków, jakie należy spełniać przy odprowadzeniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska naturalnego, wody opadowe i roztopowe ujęte w szczelne, otwarte i zamknięte systemy kanalizacyjne pochodzące:

1. z zanieczyszczonej powierzchni szczelnej terenów przemysłowych, składowych, 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 na sekundę na 1 ha,
2. 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 na sekundę na 1 ha, przed wprowadzeniem do odbiornika powinny być podczyszczone z zawiesin ogólnych i węglowodorów ropopochodnych.

Wody opadowe lub roztopowe pochodzące z powierzchni innych niż powierzchnie, o których mowa w ust. 1, mogą być wprowadzane do wód lub do ziemi bez oczyszczania. Odływ wód opadowych i roztopowych w ilościach przekraczających wartości, o których mowa w ust. 1, może być wprowadzany do odbiornika bez oczyszczania, a urządzenie oczyszczające powinno być zabezpieczone przed dopływem o natężeniu większym niż jego przepustowość nominalna.

Zakwalifikowanie wód opadowych do ścieków uzależnia się od miejsca ich powstawania. Istotne i kluczowe w tych warunkach jest zdefiniowanie ścieków deszczowych jako wody opadowe lub roztopowe, ujęte w systemy kanalizacyjne, pochodzące z powierzchni zanieczyszczonych miast, terenów przemysłowych składowych, baz transportowych oraz dróg i parkingów o trwałej nawierzchni.

Wartości graniczne stężeń zanieczyszczeń ustalono na:

- zawartość zawiesin ogólnych nie była większa niż 100 mg/l,
- substancji ropopochodnych - nie większa niż 15 mg/l.

Przed urządzeniami służącymi do oczyszczania ścieków należy zastosować przelewy burzowe umożliwiające bezpośredni zrzut ilości wód opadowych i roztopowych powyżej wartości, o której mowa w ust. 1, do odbiornika.

W przypadku rozwiązań indywidualnych istotne jest natomiast, że wody opadowe z dachów obiektów na terenach wymienionych w ust. 1 odprowadzane bezpośrednio do wód lub do ziemi nie wymagają oczyszczania.”

Ponieważ do planowanego systemu kanalizacji deszczowej (rozdzielczej) odprowadzane będą ścieki z różnych powierzchni, za ścieki deszczowe należy przyjąć wszystkie wody opadowe, w których przed zrzutem do wód powierzchniowych stężenia zawiesiny ogólnej są wyższe niż 100 mg/l, a substancji ropopochodnych - niż 15 mg/l.

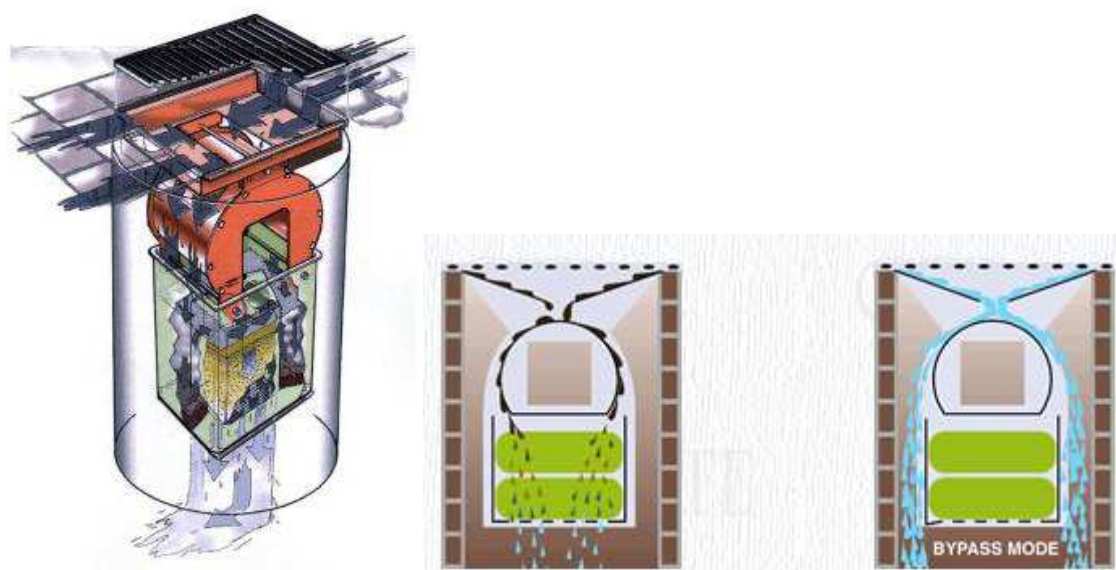
Ze względu na miejsce występowania, urządzenia do oczyszczania bądź podczyszczania ścieków deszczowych można podzielić na dwie grupy:

1. urządzenia stosowane bezpośrednio we wpustach ulicznych, w miejscu ujmowania ścieków deszczowych,
2. urządzenia stosowane poza miejscem ujmowania wód deszczowych, np. przed wprowadzeniem do odbiornika.

Dla pierwszej grupy urządzeń, sugeruje się stosowanie rozwiązań miejscowych (we wpustach ulicznych) jedynie dla wpustów i kanałów niepołączonych z ogólnym systemem kanalizacji deszczowej. Dla przykładu, urządzenie EcoDrain firmy Tuzal umożliwia dostateczne oczyszczenie ścieków deszczowych z powierzchni ulic, parkingów, placów postojowych, stacji

benzynowych, myjni i innych zanieczyszczonych powierzchni przed odprowadzeniem do odbiornika. Konstrukcja urządzenia skutecznie eliminuje możliwość zaklejania bądź blokowania przepływu ścieków. W przypadku opadów o znacznej intensywności przekraczających przepustowość hydrauliczną urządzenia, nadmiar ścieków deszczowych jest odprowadzany z pominięciem sorbenta, bezpośrednio do kanału. Rysunek poglądowy konstrukcji EcoDrain i schemat działania został przedstawiony na Rysunek 33.

Indywidualny sposób montażu w systemie kanalizacji deszczowej urządzenia EcoDrain umożliwia ponoszenie kosztów inwestycyjnych sukcesywnie, zależnie od tempa budowy kanalizacji deszczowej.



Rysunek 33 Rozwiązanie urządzenia do miejscowego oczyszczania wody deszczowej we wpuście ulicznym EkoDrain firmy TUZAL

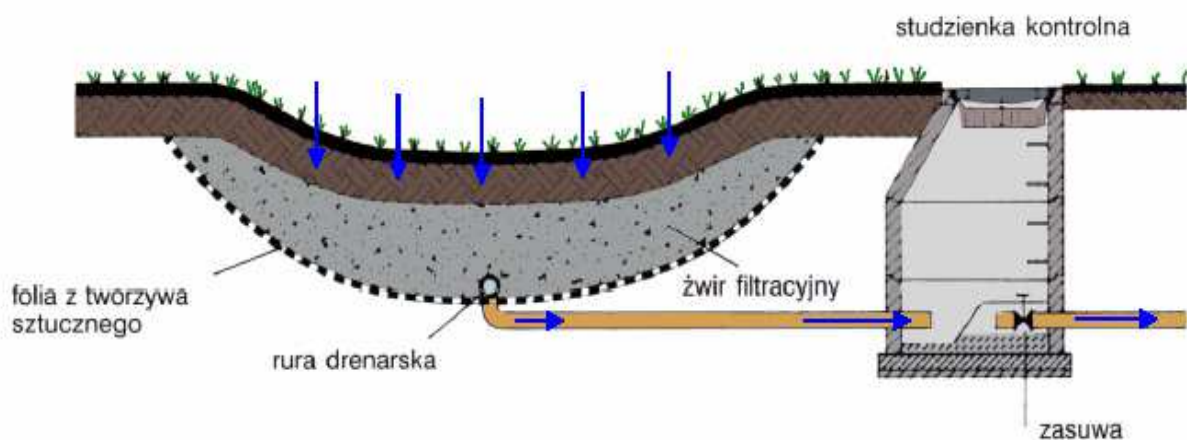
Jako rozwiązania indywidualne stosowane miejscowo dla ciągów komunikacyjnych na terenie przewidziano również koryta filtracyjne z sorbentem. Koryta sorpcyjne powinny być zlokalizowane w pobliżu dróg o bardzo dużym nasileniu ruchu, skrzyżowań itp. W korytach wypełnionych sorbentem zachodzą procesy: filtracji, adsorpcji, sedymentacji oraz rozkładu biologicznego. Skutecznie usuwane są związki niklu, kadmu, ołowiu, miedzi, cynku oraz rtęci. Dostępne na rynku sorbenty (np. D-Rainclean firmy Funke Kunststoffe) pozwalają skutecznie usuwać ze ścieków zanieczyszczenia nawet przez okres 20 lat. Efektywność usuwania związków ropopochodnych dla koryt jest bardzo wysoka i wynosi 10 dm³ zanieczyszczeń olejowych na każdy metr koryta.

Indywidualne projekty drogowe opracowywane dla ulic i dróg powinny również uwzględniać konieczność biochemicznego oczyszczania ścieków deszczowych z powierzchni o dużym natężeniu ruchu, w szczególności z głównych skrzyżowań.

Drugą grupę urządzeń do oczyszczania wód deszczowych stanowią urządzenia stosowane najczęściej przed odbiornikami (miejscami zrzutu), zbiornikami retencyjnymi, zbiornikami retencyjno – infiltracyjnymi i innymi obiektami służącymi do lokalnego zagospodarowania wód opadowych. Do tej grupy urządzeń/obiektów należą:

- filtry gruntowe,
- separatory piasku,
- separatory substancji lekkich (ropopochodnych),
- osadniki wód deszczowych,
- pasaże roślinne,
- stawy sedymentacyjne.

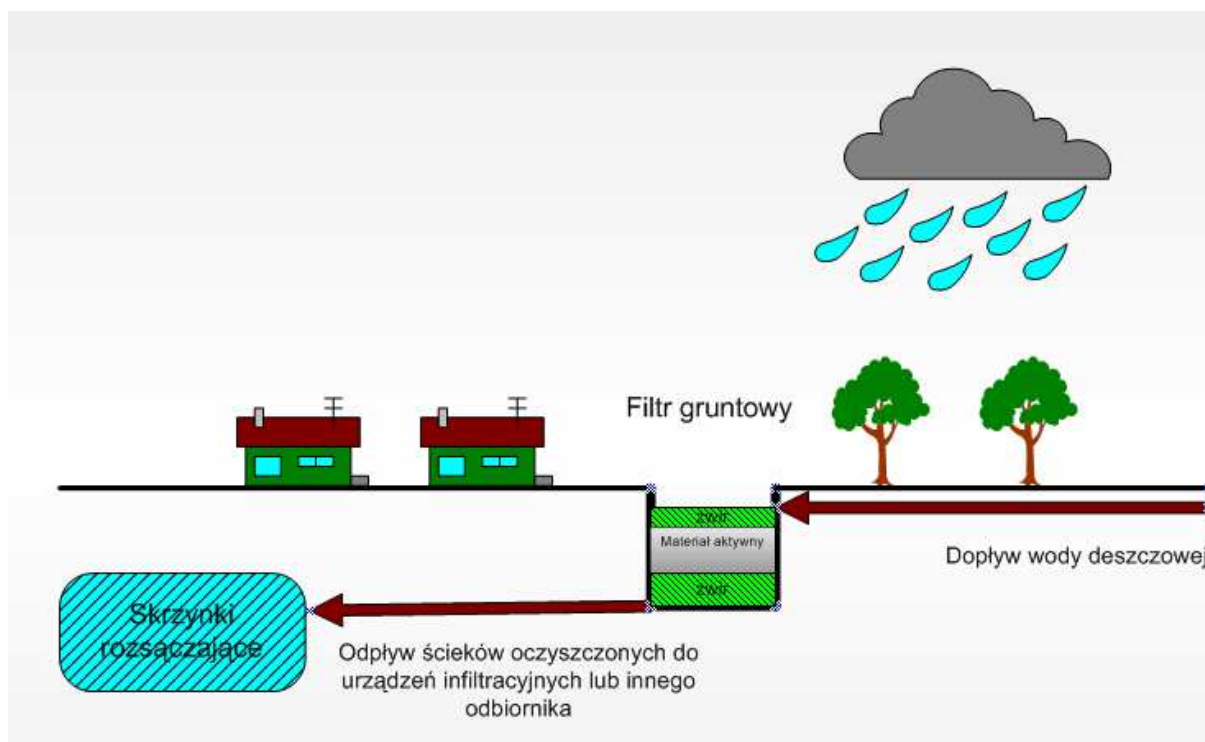
Spośród wymienionych rozwiązań, do zastosowania w systemie kanalizacji deszczowej przewidziano urządzenia o wysokiej sprawności oczyszczania, prostej eksploatacji, niskich kosztach inwestycyjnych, łatwości montażu i możliwości monitoringu parametrów pracy. Niemniej, dla rozwiązań indywidualnych (lokalnych) zaleca się stosowanie prostych urządzeń oczyszczających ścieki, takich jak np. filtry gruntowe, pasaże roślinne. Przykładowe rozwiązanie filtra gruntowego w postaci niecki przedstawiono na Rysunek 34.



Rysunek 34 Przykładowe rozwiązanie filtra gruntowego (źródło – M. Bodziony [44])

Zaleca się stosowanie filtrów gruntowych przed urządzeniami posiadającymi niską skuteczność oczyszczania ścieków deszczowych, zwłaszcza przed studniami chłonnymi i skrzynkami rozsączającymi. Filtry gruntowe mogą być wykonywane z prefabrykowanych kręgów lub studni z tworzyw sztucznych o uszczelnionym dnie, wypełnione odpowiednim materiałem filtracyjnym. Filtry gruntowe doskonale dają się wkomponować w otoczenie jako elementy małej architektury. W celu zwiększenia efektywności działania filtra, sugeruje się stosowanie specjalnych materiałów sorpcyjnych, zbliżonych właściwościami do wypełnień

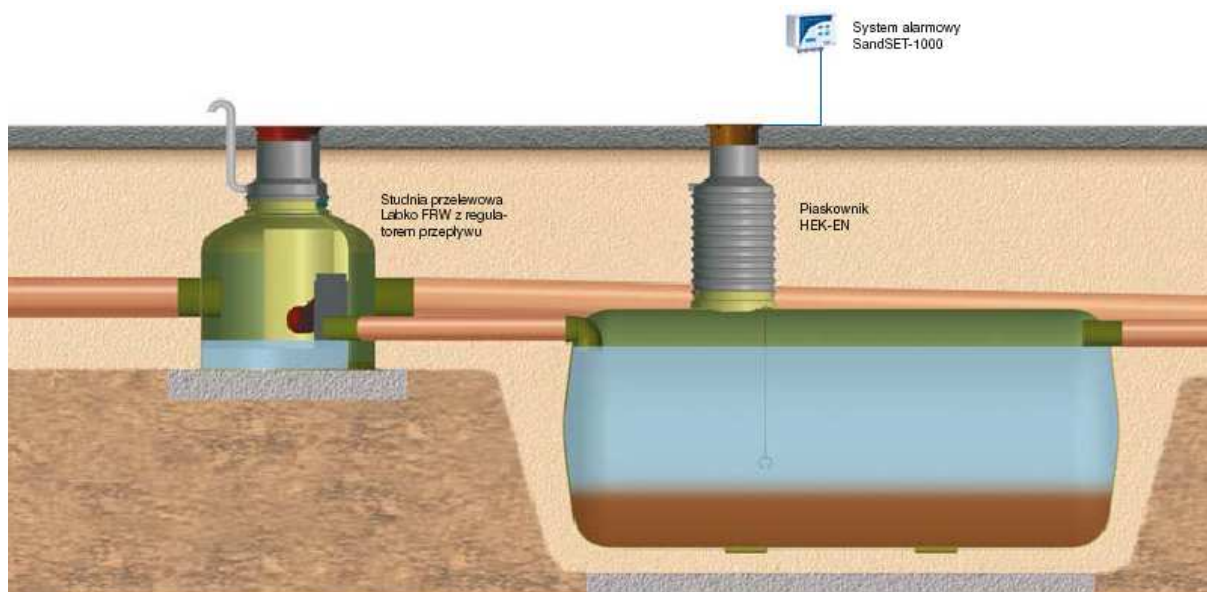
koryt sorpcyjnych. Przykład filtra gruntowego wypełnionego materiałem sorpcyjnym prezentuje **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**



Rysunek 35 Schemat wykonania i działania filtra gruntowego

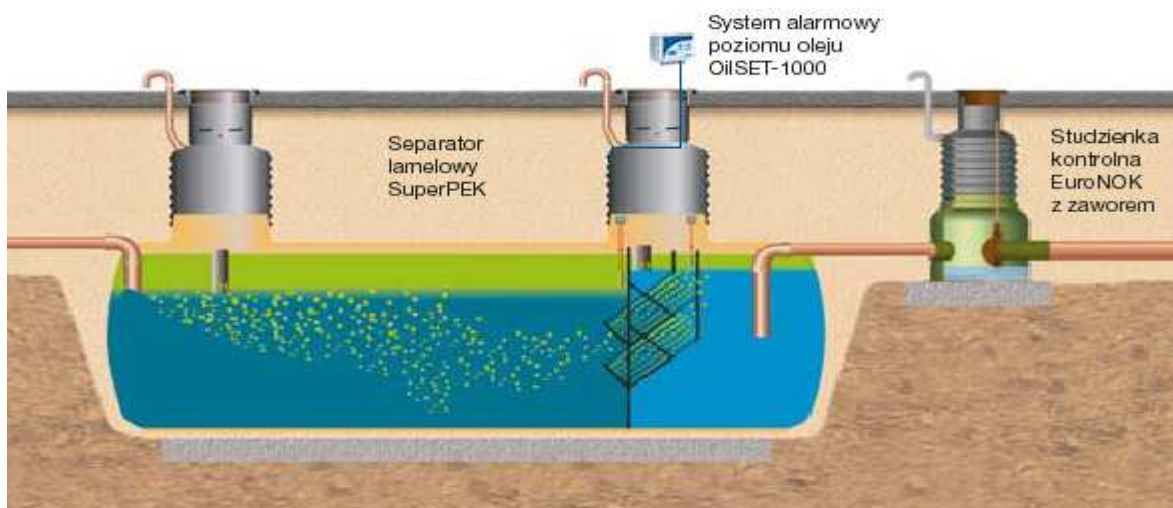
Kolejnymi obiektami niezbędnymi do prawidłowego funkcjonowania zaplanowanego systemu kanalizacji deszczowej są piaskowniki. Spływające z ulic, placów i innych powierzchni utwardzonych ścieki deszczowe i roztopowe, niosą ze sobą między innymi duże ilości piasku, łatwo opadających zawiesin mineralnych i osadów drobnoziarnistych. Przed wprowadzeniem wody deszczowej do separatorów substancji lekkich (ropopochodnych), woda deszczowa nie powinna zawierać więcej niż 100 mg/dm^3 zawiesin w przypadku separatorów lamelowych oraz 50 mg/dm^3 jeśli woda ma być oczyszczana przez separator koalescencyjny. Stąd wniosek, że stosowanie separatorów koalescencyjnych wymaga większej skuteczności usuwania zawiesin ze ścieków, a co za tym idzie większej sprawności piaskowników.

Piaskowniki w większości przypadków są wykonywane jako elementy prefabrykowane z żelbetu, polimerobetonu lub tworzyw sztucznych. Zastosowanie piaskownika kompaktowego (wyposażonego standardowo w armaturę i urządzenia kontrolno-pomiarowe) umożliwia obniżenie kosztów inwestycyjnych, przyspieszenie realizacji oraz możliwość zmiany lokalizacji, jeżeli zajdzie taka potrzeba. Czołowi producenci rur posiadają w swojej ofercie również separatory piasku. Wiele urządzeń łączy w sobie funkcje piaskownika i separatora substancji ropopochodnych. Optymalna prędkość przepływu cieczy przez separator piasku powinna wynosić maksymalnie ok. $0,3 \text{ m/s}$. Rysunek 36 przedstawia typową konstrukcję piaskownika poziomego prefabrykowanego.



Rysunek 36 Separator piasku poziomy (źródło: www.wavin.pl)

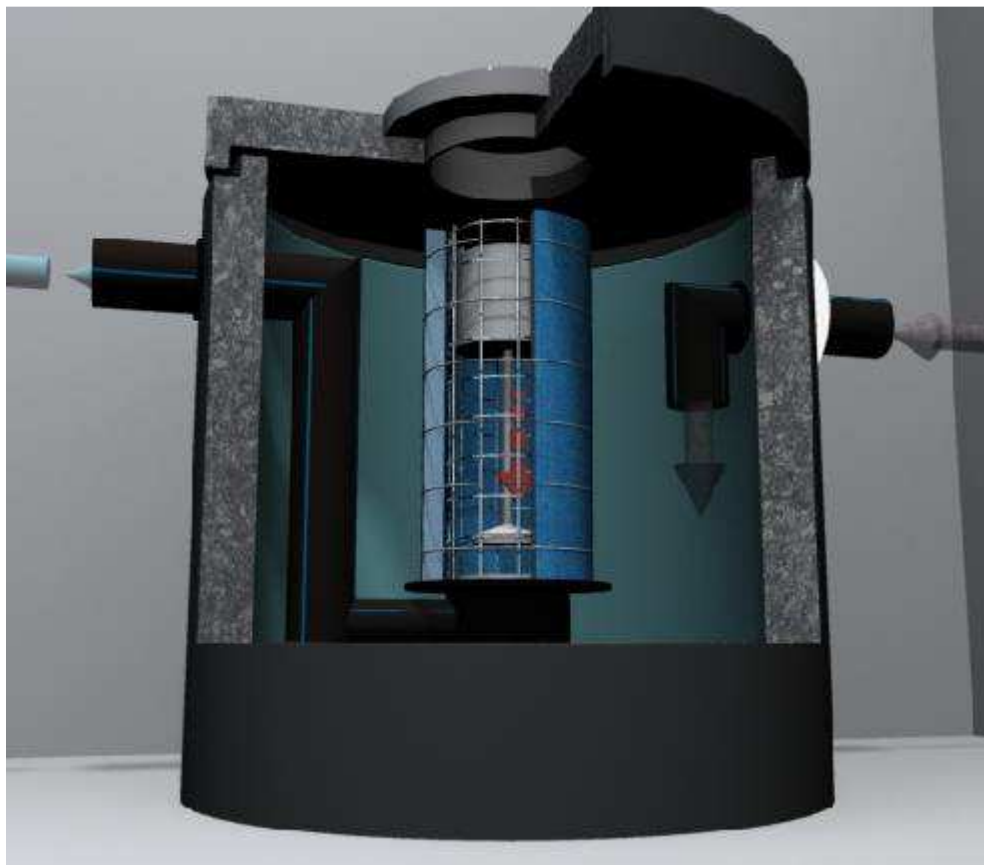
Ze względu na fakt, iż niniejsza koncepcja odwodnienia terenu dotyczy głównie pasów drogowych, placów parkingowych, targowiskowych i innych powierzchni, gdzie istnieje realna groźba skażenia środowiska związkami ropopochodnymi, należy przewidzieć urządzenia umożliwiające odseparowanie tych właśnie związków od ścieków deszczowych. Przewiduje się zabudowę separatorów związków ropopochodnych (cieczy lekkich) na końcówkach głównych kolektorów burzowych przed odprowadzeniem ścieków deszczowych do rowów otwartych i zbiorników retencyjnych i retencyjno-infiltracyjnych.



Rysunek 37 Rozwiązanie separatora lamelowego firmy Wavin

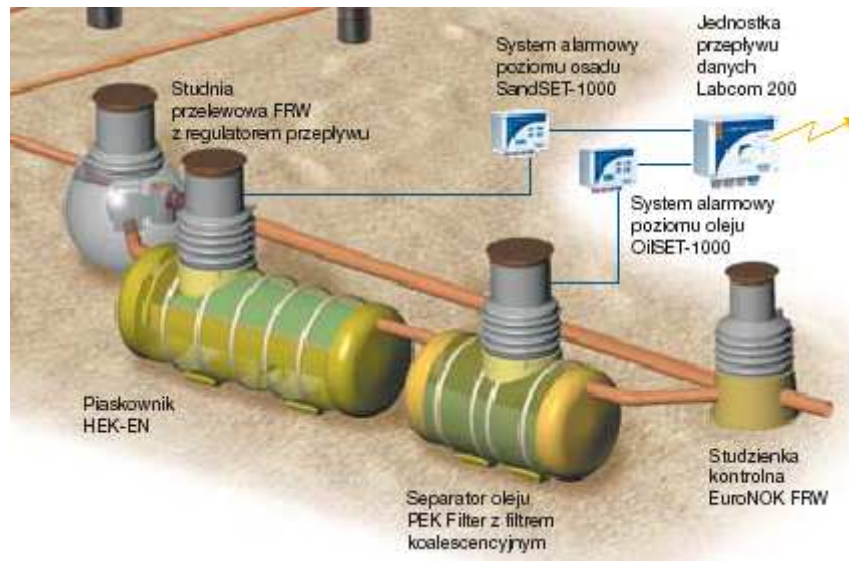
Prefabrykowane separatory wyposażane są często w system alarmowy poziomu oleju, co skutecznie pozwala monitorować ich pracę. Nagromadzone substancje ropopochodne usuwane są okresowo przez wyspecjalizowane do tego celu firmy. O ile to możliwe, sugeruje się wyposażanie systemu w separatory lamelowe raczej niż koalescencyjne. Separatory

koalescencyjne posiadają bardzo złożoną budowę oraz wymagają dodatkowych nakładów i prac konserwatorskich (Suligowski 2006). Separatory te powinny być stosowane przy terenach o podwyższonym ryzyku awarii połączonych z możliwością przedostania się dużych ilości substancji ropopochodnych do wód deszczowych.

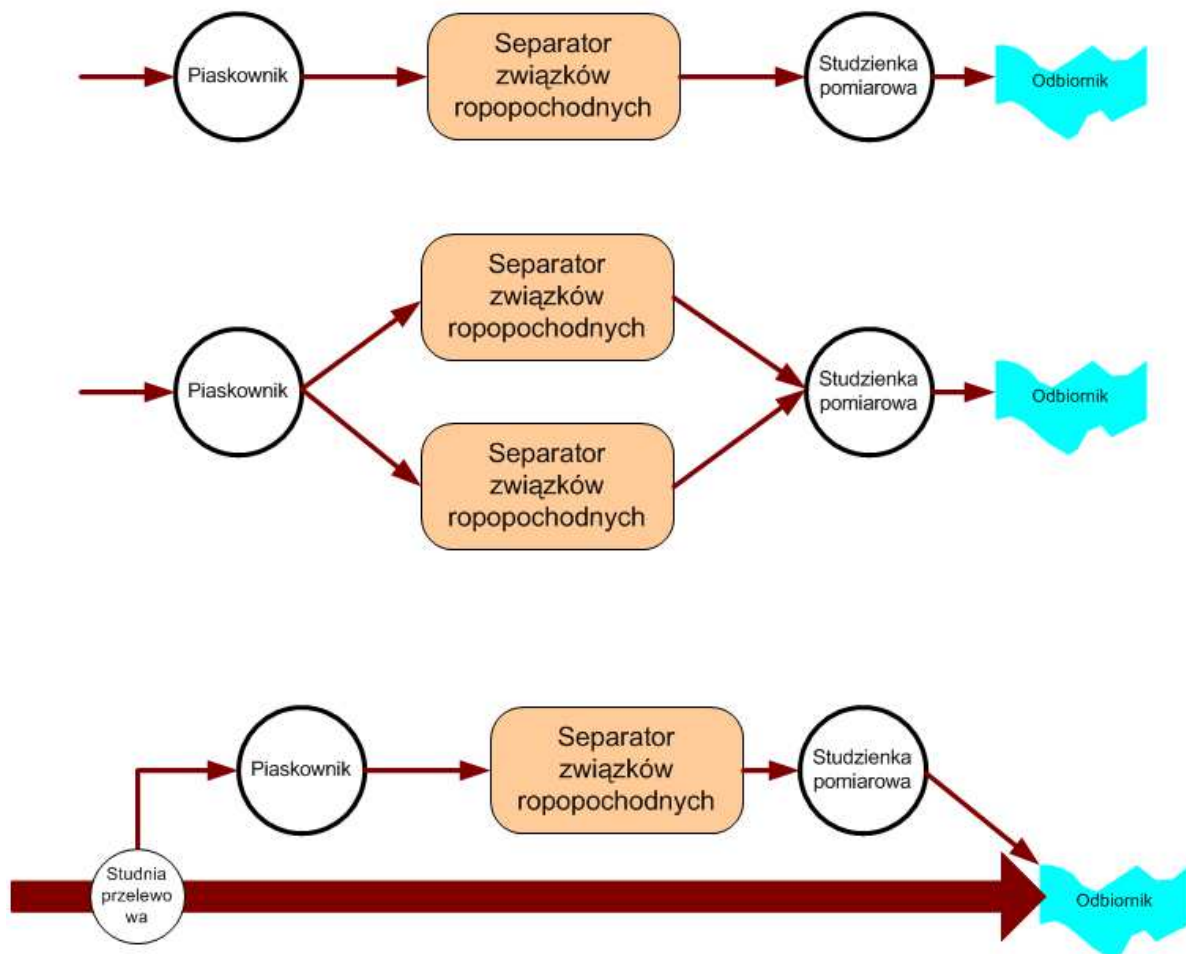


Rysunek 38 Przykład separatora koalescencyjnego połączonego z funkcją piaskownika (źródło: www.esox.pl)

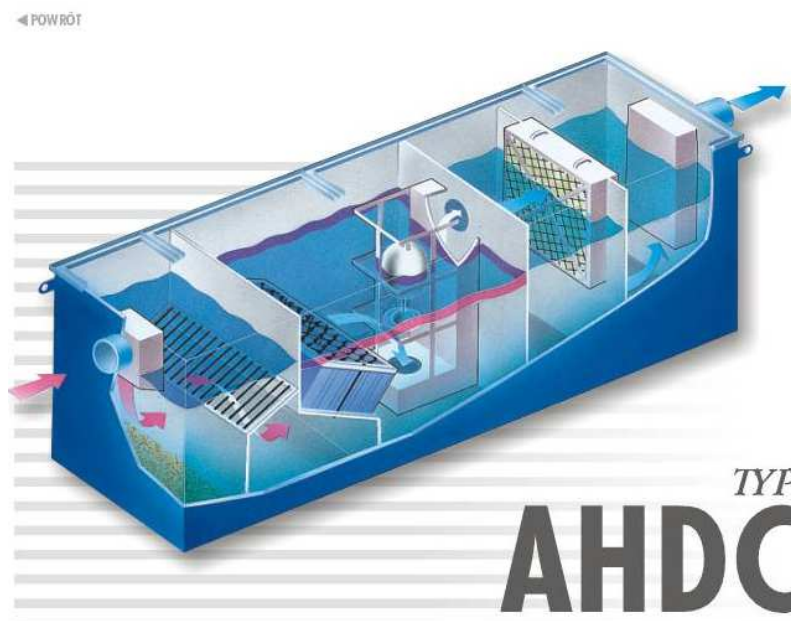
Separator lamelowy powinien być każdorazowo chroniony przez separator piasku. W odniesieniu do separatorów, należy bezwzględnie zapewnić przepływ grawitacyjny, chyba, że wytyczne producenta dopuszczają inaczej. Separatory należy lokalizować w terenie poza ciągami komunikacyjnymi z możliwością obsługi przez pojazdy specjalistyczne. W zależności od rozwiązania, wyróżnia się kilka schematów pracy urządzeń piaskownik-separator substancji ropopochodnych. W większości przypadków opisanych w dalszej części *Koncepcji* zdecydowano się na układ piaskownik i separator substancji ropopochodnych „na by-pass’ie” (Rysunek 39).



Rysunek 39 Schemat separatorów pracujących na by-pass'ie (źródło: www.wavin.pl)



Rysunek 40 Wybrane układy pracy piaskownik-separator cieczy lekkich



Rysunek 41 Przykład budowy separatora kompaktowego koalescencyjnego z dodatkową komorą sorpcyjną (źródło: www.separator.pl)

Usuwanie piasku, zawiesin łatwo opadających i olejów ze ścieków deszczowych może być realizowane przy pomocy innych urządzeń niż separatory i filtry gruntowe. Do oczyszczenia znacznych ilości wód deszczowych można wykorzystywać osadniki o konstrukcji zapewniającej usuwanie substancji sedymentujących i flotujących (lżejszych od wody). Osadniki takie charakteryzują się przeważnie znaczną skutecznością oczyszczania, stanowiąc ponadto zbiorniki retencyjne ze względu na dość duże komory.

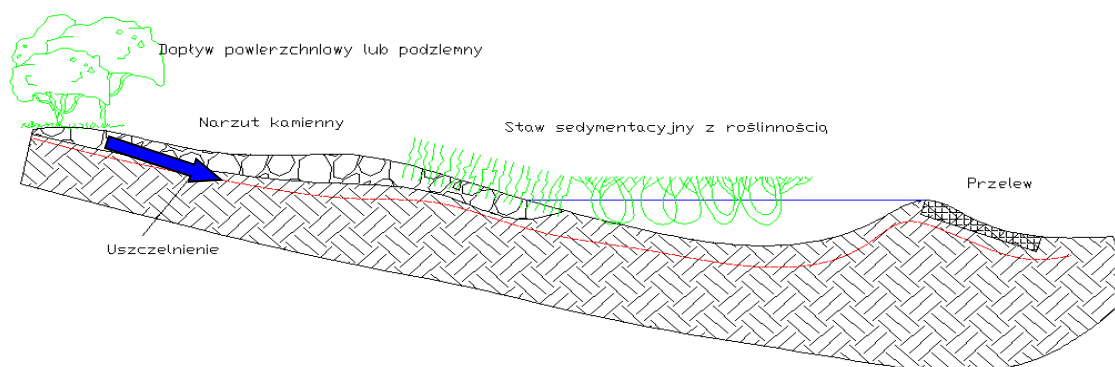
Uzupełnienie przedstawionych w niniejszym rozdziale urządzeń do oczyszczania ścieków deszczowych z zawiesin mineralnych i substancji ropopochodnych stanowią pasaże roślinne. Pasaże nadają się do oczyszczania wód deszczowych pochodzących z niewielkich powierzchni, zanieczyszczonych głównie substancjami rozpuszczonymi. Dobór odpowiednich roślin warunkuje wysoki stopień oczyszczenia ścieków, zwłaszcza w okresie letnim. Rozwiązanie to wymaga okresowych prac polegających na pielęgnacji i koszeniu roślinności. Zastosowanie pasaży roślinnych w ogólnym bilansie oczyszczania ścieków deszczowych ma znaczenie marginalne, tym niemniej stanowi propozycję odwodnienia małych powierzchni uszczelnionych. Do oczyszczenia większych ilości ścieków rozważyć należy budowę stawów sedymentacyjnych.

Położenie analizowanych zlewni w stosunku do odbiornika oraz obecność terenów niezabudowanych implikują rozwiązanie związane z wykorzystaniem urządzeń opartych na naturalnych procesach biologiczno-roślinnych, sorpcyjnych i retencji gruntowej. Stawy sedymentacyjne mogą stanowić fragment parku przyrodniczego związanego z zagospodarowaniem terenów położonych wokół oczyszczalni ścieków, włączając w to

planowaną budowę zbiornika retencyjnego. Stawy sedymentacyjne stanowiłyby wówczas obiekty związane z małą retencją przy pełnym zachowaniu swojej funkcjonalności związanej z oczyszczaniem ścieków deszczowych. Zachodzące w stawach procesy sedymentacji oraz tlenowego i beztlenowego rozkładu zanieczyszczeń nie wymagają dostarczania energii z zewnątrz. Podobnie jak większość urządzeń wykorzystujących funkcje życiowe roślin zielonych i mikroorganizmów, stawy sedymentacyjne wymagają okresowej konserwacji i czyszczenia dna. Ze względu na bujny rozwój różnorodnej roślinności w czasie zbiornika, obiekty te dają się łatwo wkomponować w otoczenie, podnosząc tym samym jego przyrodniczą i krajobrazową wartość.



Rysunek 42 Przykład stawu sedymentacyjnego odwadniającego drogę ekspresową (źródło: Dorota Gatkowska-Jeleńska1
Józef Jeleński2 – Naturalna estetyka zbiorników retencyjnych deszczówki)



Rysunek 43 Przykład wykonania stawu sedymentacyjnego