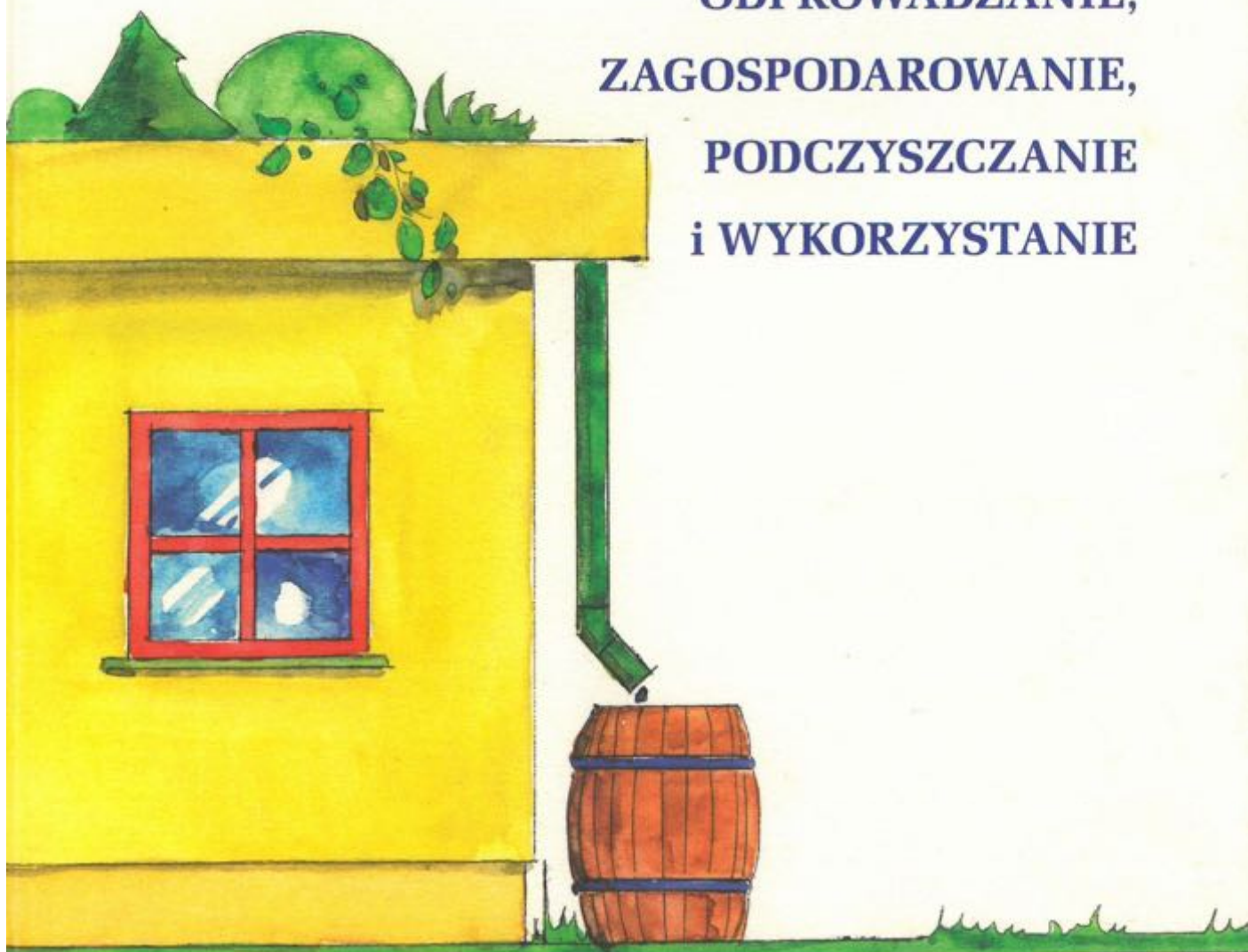


Jadwiga Królikowska • Andrzej Królikowski

# WODY OPADOWE

ODPROWADZANIE,  
ZAGOSPODAROWANIE,  
PODCZYSZCZANIE  
i WYKORZYSTANIE



Wydawnictwo Seidel-Przywecki Sp. z o.o. 2012

# Spis treści

Spis treści .....	5
1. Wstęp .....	9
Literatura .....	12
2. Charakterystyka wód deszczowych .....	13
2.1. Metody prognozowania ilości wód deszczowych .....	13
2.2. Jakość wód deszczowych .....	22
2.2.1. Źródła zanieczyszczeń wód deszczowych .....	22
2.2.2. Charakterystyka zanieczyszczeń występujących w ściekach opadowych .....	24
2.2.3. Czynniki wpływające na charakterystykę jakościową (skład) ścieków deszczowych ..	31
Literatura .....	37
3. Zagrożenia wynikające ze spływów deszczowych .....	39
Literatura .....	50
4. Uwarunkowania prawne związane z gospodarką wodami opadowymi i roztopowymi .....	51
Literatura .....	64
5. Sposoby odprowadzania wód deszczowych .....	65
5.1. Zbiornicza kanalizacja deszczowa .....	65
5.2. Naturalne sposoby odprowadzania wód deszczowych .....	89
5.2.1. Wprowadzenie .....	89
5.2.2. Muldy podłużne .....	90
5.2.3. Rowy odwadniające .....	93
5.2.4. Zbiorniki odparowujące .....	97
5.3. Infiltracja i retencja wód deszczowych .....	99
5.3.1. Charakterystyka ogólna .....	99
5.3.2. Systemy infiltracji powierzchniowej .....	101
5.3.3. Systemy infiltracji z retencją powierzchniową na terenach zielonych .....	106
5.3.3.1. Infiltracja wody deszczowej z niecek chłonnych .....	106
5.3.3.2. Infiltracja wody deszczowej ze zbiorników chłonnych (infiltracyjno-retencyjnych) .....	107
5.3.4. Systemy infiltracji podziemnej .....	109
5.3.4.1. Infiltracja podziemna wód deszczowych z wykorzystaniem studni chłonnych .....	110
5.3.4.2. Infiltracja podziemna wód deszczowych z wykorzystaniem rigoli .....	114
5.3.4.3. Infiltracja podziemna wód deszczowych wraz z retencją .....	115
5.3.5. Systemy retencji wód deszczowych .....	127
Literatura .....	139

6. Wymiarowanie urządzeń do odprowadzania wód deszczowych .....	141
6.1. Sposoby uzyskania i dobór parametrów opadu miarodajnego w zależności od sposobu odprowadzania wód deszczowych i potencjału zagrożenia .....	141
6.2. Metody obliczeniowe kanalizacji deszczowej .....	146
6.3. Uwarunkowania pozwalające zastosować naturalne sposoby odprowadzania wód deszczowych .....	157
6.4. Metody wymiarowania urządzeń do retencji oraz infiltracji wód deszczowych i jej wielkości .....	157
6.4.1. Wymiarowanie rowów odwadniających .....	159
6.4.2. Wymiarowanie zbiornika odparowującego .....	160
6.4.3. Wymiarowanie urządzeń infiltracji powierzchniowej .....	161
6.4.4. Wymiarowanie zbiorników retencyjnych .....	166
6.5. Sposoby zabezpieczania urządzeń do sztucznej infiltracji przed kolmatacją .....	173
Literatura .....	176
7. Osady powstające w systemach kanalizacji deszczowej .....	179
7.1. Charakterystyka ogólna .....	179
7.2. Obiekty systemu kanalizacji deszczowej, w których zachodzi proces sedymentacji zawieszin ..	180
7.2.1. Wpusty deszczowe uliczne i sieć kanałów .....	180
7.2.2. Urządzenia do podczyszczania ścieków opadowych .....	181
7.3. Charakterystyka osadów w świetle dotychczasowych badań .....	181
7.3.1. Charakterystyka ilościowa osadów .....	181
7.3.2. Właściwości fizyczno-chemiczne osadów ze ścieków opadowych .....	182
7.4. Charakterystyka i ocena jakości osadów na podstawie kompleksowych badań przeprowadzonych na terenie Białegostoku .....	185
7.4.1. Dane o obiektach wytypowanych do badań .....	185
7.4.2. Charakterystyka jakościowa osadów z wpustów ulicznych .....	186
7.4.2.1. Właściwości fizyczne osadów .....	186
7.4.2.2. Skład fizyczno-chemiczny osadów .....	187
7.4.3. Charakterystyka jakościowa osadów z urządzeń do podczyszczania ścieków opadowych .....	189
7.4.3.1. Właściwości fizyczne osadów .....	189
7.4.3.2. Skład fizyczno-chemiczny osadów .....	189
7.4.4. Ocena jakości osadów z wpustów ulicznych i urządzeń podczyszczających .....	191
7.4.5. Charakterystyka mikrobiologiczna i parazytologiczna osadów z systemu kanalizacji deszczowej .....	191
7.4.5.1. Znaczenie sanitarne oceny wpływu organizmów chorobotwórczych na jakość osadów .....	191
7.4.5.2. Procesy biologiczne zachodzące w przewodach kanalizacyjnych .....	192
7.4.5.3. Charakterystyka wskaźników mikrobiologicznych i parazytologicznych do oceny stanu sanitarnego osadów .....	193
7.4.5.4. Zanieczyszczenia mikrobiologiczne i parazytologiczne w osadach z wpustów ulicznych i urządzeń podczyszczających ścieki opadowe .....	196
7.4.5.5. Ocena sanitarna osadów z wpustów ulicznych i urządzeń podczyszczających ścieki opadowe .....	198
7.5. Problemy eksploatacyjne i sposoby postępowania z osadami pochodzącymi z urządzeń systemu kanalizacji deszczowej .....	199
7.5.1. Zarys problemu .....	199
7.5.2. Klasyfikacja osadów z urządzeń systemu kanalizacji deszczowej .....	200
7.5.3. Oczyszczanie deszczowych wpustów ulicznych i urządzeń podczyszczających ścieki opadowe .....	201
7.5.3.1. Oczyszczanie deszczowych wpustów ulicznych i postępowanie z powstającymi w nich osadami .....	201
7.5.3.2. Eksploatacja urządzeń do podczyszczania ścieków opadowych .....	202
Literatura .....	204

8. Zielone dachy .....	207
8.1. Charakterystyka ogólna .....	207
8.2. Funkcje i cele zielonego dachu .....	208
8.3. Budowa zielonych dachów oraz stawiane im wymagania projektowe .....	212
Literatura .....	229
9. Podczyszczanie wód deszczowych .....	231
9.1. Metody określania stopnia zanieczyszczenia ścieków deszczowych w zależności od charakterystyki zlewni .....	231
9.2. Technologie możliwe do zastosowania w podczyszczaniu wód deszczowych .....	232
9.2.1. Informacje wstępne .....	232
9.2.2. Sedymentacja .....	233
9.2.3. Filtracja .....	238
9.2.4. Flotacja .....	240
9.2.5. Koalescencja .....	245
9.2.6. Rozkład biologiczny w ożywionej strefie gleby .....	246
9.3. Urządzenia do podczyszczania wód deszczowych .....	247
9.3.1. Wprowadzenie .....	247
9.3.2. Urządzenia do oczyszczania wód we wpustach ulicznych .....	248
9.3.3. Koryta filtracyjne z substratem .....	252
9.3.4. Filtry gruntowe .....	254
9.3.5. Separatory zanieczyszczeń cięższych od wody (osadniki i piaskowniki) .....	256
9.3.6. Separatory substancji lżejszych od wody .....	263
9.3.7. Pasaże roślinne .....	276
9.3.8. Stawy sedymentacyjne .....	278
9.3.9. Hydrofitowe oczyszczanie wód opadowych .....	279
9.3.10. Kompaktowe urządzenie zespołowe .....	288
9.4. Dobór urządzeń do podczyszczania ścieków deszczowych w zależności od stopnia ich zanieczyszczenia .....	289
9.4.1. Zasady doboru urządzeń do podczyszczania ścieków deszczowych .....	289
9.4.2. Wymiarowanie urządzeń do podczyszczania ścieków deszczowych .....	291
9.4.2.1. Separatory piasku (piaskowniki) .....	291
9.4.2.2. Separatory cieczy lekkich .....	292
9.4.2.3. Osadniki wód deszczowych .....	294
9.4.2.4. Pasaż roślinny .....	294
9.4.2.5. Staw sedymentacyjny .....	295
9.4.2.6. Osadnik szlamowy .....	296
Literatura .....	297
10. Hydroseparator – przelew burzowy o zakrzywionej koronie .....	301
10.1. Przelewy burzowe – źródło zanieczyszczenia wód powierzchniowych .....	301
10.2. Historia rozwoju i charakterystyka hydroseparatora .....	306
10.3. Badania hydrauliczne na modelu hydroseparatora typu Vortex .....	312
Literatura .....	322
11. Formy wykorzystania wód deszczowych .....	325
11.1. Wprowadzenie .....	325
11.2. Wykorzystywanie wód opadowych do kształtowania i zasilania elementów krajobrazu lokalnego .....	325
11.3. Wykorzystywanie wód opadowych do celów rolniczych .....	333
11.4. Wykorzystywanie wód opadowych w gospodarstwach domowych .....	334
Literatura .....	351
Reklamy sponsorów wydania .....	353
Wybrane rysunki w wersji kolorowej .....	361