

Przedmowa 9

I Wprowadzenie do problematyki odwodnienia dróg 11

1.1 Wiadomości wstępne 11

1.2 Analiza wstępna do projektu odwodnienia 13

1.3 Założenia wstępne w planowaniu 15

1.4 Prawo wodne z uwzględnieniem zagadnień prawnych odwodnień drogowych 17

2 Podstawowe wiadomości z hydrogeologii i hydrologii 23

2.1 Wiadomości wstępne 23

2.2 Pochodzenie wód podziemnych 26

2.3 Opady atmosferyczne, ich rodzaje i charakterystyka 29

2.4 Wielkość opadów 30

2.5 Natężenie opadu 30

2.6 Parowanie, sublimacja, spływ, odpływ i przepływ 33

2.7 Retencja i jej rodzaje 35

2.8 Zlewnia, jej rodzaje i charakterystyka 36

2.9 Współczynnik odpływu 36

2.10 Odbiorniki wód opadowych 37

3 Podstawy wymiarowania odwodnienia 39

3.1 Wielkość spływów z dróg i ulic 39

3.1.1 Prawdopodobieństwo pojawienia się deszczu 40

3.1.2 Czas trwania deszczu 41

3.1.3 Natężenie deszczu 41

3.1.4 Natężenie deszczu miarodajnego 43

3.1.5 Współczynnik spływu 44

3.2 Metody obliczania wielkości spływów 47

3.2.1 Metoda stałych natężeń deszczu 47

3.2.2 Metoda natężeń granicznych 48

3.2.3 Metoda graficzna Vicari-Hauffa 52

3.2.4 Metoda współczynnika opóźnienia odpływu i zmiennego współczynnika spływu 56

4 Podstawy odwodnienia powierzchni dróg i ulic 69

4.1 Powierzchnie komunikacyjne 69

4.2 Pobocze 71

4.3 Pas dzielący 72

4.4 Skarpy 72

5 Urządzenia powierzchniowe do odprowadzania wody deszczowej 73

5.1 Muldy podłużne 73

5.1.1 Mulda trawiasta 74

5.1.2 Mulda z gładkim umocnieniem dna 75

5.1.3 Mulda z porowatym umocnieniem dna 75

5.1.4 Mulda brukowana 75

5.2 Rowy odwadniające 76

- 5.2.1 Rowy przydrożne 76
- 5.2.2 Rowy stokowe 80
- 5.2.3 Przepusty drogowe 81
- 5.3 Ścieki drogowe i uliczne 82
 - 5.3.1 Ściek przykrawężnikowy zwykły 83
 - 5.3.2 Ściek przykrawężnikowy obniżony 85
 - 5.3.3 Ściek pilasty 85
 - 5.3.4 Ściek przykrawężnikowy wydzielony 87
 - 5.3.5 Ściek płaski trójkątny 88
 - 5.3.6 Ściek płaski obniżony 88
 - 5.3.7 Ściek płaski trapezowy 89
 - 5.3.8 Ściek płaski prostokątny 89
 - 5.3.11 Ściek szczelinowy 91
 - 5.3.12 Ściek drogowy trójkątny 93
 - 5.3.13 Ściek drogowy trapezowy 94
 - 5.3.14 Ściek drogowy muldowy 94
- 5.4 Wpusty deszczowe 94
 - 5.4.1 Nasady żeliwne do wpustów ulicznych 96
 - 5.4.2 Części podziemne wpustów 98
- 5.5 Wymiarowanie powierzchniowych urządzeń odwadniających 102
 - 5.5.1 Wymiarowanie cieków otwartych 102
 - 5.5.2 Wymiarowanie rynien drogowych przykrawężnikowych 104
 - 5.5.3 Wymiarowanie muld 104
 - 5.5.4 Wyznaczanie odstępów między wpustami deszczowymi 111

6 Podziemne urządzenia do odprowadzania wód opadowych 122

- 6.1 Kanalizacja deszczowa 122
 - 6.1.1 Układy sieci kanalizacji deszczowej 123
 - 6.1.2 Przekroje poprzeczne i zagłębienia kanałów 124
 - 6.1.3 Spadki kanałów i prędkości przepływów 127
 - 6.1.4 Przepływ ścieków w kanałach zamkniętych 131
- 6.2 Drenaż 135
 - 6.2.1 Drenaż kombinowany 139
 - 6.2.2 Drenaż zwykły 139
 - 6.2.3 Warstwa drenująca 140
 - 6.2.4 Projektowanie ciągów drenarskich 141
 - 6.2.5 Drenaż francuski 144
- 6.3 Studnie kanalizacyjne 156
 - 6.3.1 Studnie rewizyjne 157
 - 6.3.2 Studnie połączeniowe i rozgałęzieniowe 159
 - 6.3.3 Studnie wpustowe 159
 - 6.3.4 Studnie kaskadowe 160
 - 6.3.5 Studnie kanalizacyjne z tworzyw sztucznych 162
 - 6.3.6 Studnie drenażowe z tworzyw sztucznych 167
- 6.4 Warstwy chłonno-drenujące 168

- 6.4.1 Warstwy filtracyjne 169
- 6.4.2 Warstwa odsączająca skarpy 175
- 6.4.3 Drenaż przyporowy 175
- 6.4.4 Wgłębna warstwa odsączająca 177
- 6.4.5 Rów infiltracyjny 177

7 Urządzenia do regulacji odpływu deszczowego 178

- 7.1 Urządzenia retencyjne 178
 - 7.1.1 Uwagi ogólne 178
 - 7.1.2 Wymiarowanie małych zbiorników retencyjnych 179
- 7.2 Ukształtowanie zbiornika retencyjnego 195
 - 7.2.1 Zamknięte zbiorniki retencyjne 196
 - 7.2.2 Otwarte zbiorniki retencyjne 199
- 7.3 Regulatory przepływu 209
 - 7.3.1 Budowa i zastosowanie regulatorów przepływu 209
 - 7.3.2 Zasada działania regulatorów przepływu 210
 - 7.3.3 Rodzaje regulatorów przepływu 211

8 Urządzenia do wchłaniania wód opadowych 215

- 8.1 Podstawy wymiarowania urządzeń chłonnych 217
 - 8.1.1 Usytuowanie urządzeń chłonnych 223
 - 8.1.2 Rodzaje urządzeń chłonnych 224
- 8.2 Zbiornik chłonny 225
- 8.3 Mulda chłonna 226
- 8.4 Studnia chłonna 229
 - 8.4.1 Wymiarowanie studni chłonnych metodą Maaga 230
 - 8.4.2 Wymiarowanie studni chłonnych metodą filtracji bocznej 238
- 8.5 Skrzynki i komory drenażowe 244
 - 8.5.1 Wstęp 244
 - 8.5.2 Skrzynka rozsączająca 247
 - 8.5.3 Komora drenażowa (filtracyjna) 249
 - 8.5.4 Projektowanie systemu komór drenażowych 253
 - 8.5.5 Obliczenie wielkości odpływu w systemie infiltracji do gruntu 256
 - 8.5.6 Obliczenie wielkości odpływu w systemie zatrzymania pierwszej fali spływu 257
- 8.6 Ocena działania urządzeń chłonnych 257

9 Zbiorniki odparowujące 259

- 9.1 Teoretyczne podstawy parowania 260
- 9.2 Wymiarowanie zbiornika odparowującego metodą retencyjną 263
- 9.3 Wymiarowanie zbiornika odparowującego metodą bilansu wodnego zlewni 264
- 9.4 Uwagi końcowe dotyczące projektowania zbiorników odparowujących 265

10 Budowle inżynierskie 267

- 10.1 Przepusty 267
 - 10.1.1 Usytuowanie i długość przepustu 269

- 10.1.2 Ukształtowanie przepustu w przekroju poprzecznym nasypu 269
- 10.1.3 Głowice przepustów 274
- 10.1.4 Rodzaje przepustów 276
- 10.1.5 Wymiarowanie parametrów hydraulicznych obiektów mostowych 282
- 10.1.6 Minimalne wymiary przepustów 295
- 10.1.7 Przepusty ekologiczne 296
- 10.2 Syfony 299
- 10.3 Filtracja wody pod przepustem 300
- 10.4 Stopnie, progi, kaskady, niecki i bystrza 302
 - 10.4.1 Stopnie 302
 - 10.4.2 Progi 303
 - 10.4.3 Kaskady 304
 - 10.4.4 Bystrza 304

11 Ochrona wód powierzchniowych i gruntu w drogownictwie 306

- 11.1 Instalacje oddzielaczy cieczy lekkich 307
 - 11.1.1 Separatory olejowe 308
 - 11.1.2 Wymiarowanie separatora olejowego 311
- 11.2 Separatory koalescencyjne 317
 - 11.2.1 Budowa i działanie separatora koalescencyjnego 317
 - 11.2.2 Konserwacja separatora koalescencyjnego 319
 - 11.2.3 Inspekcja generalna separatora koalescencyjnego 319
- 11.3 Lamelowe separatory olejowe 320
 - 11.3.1 Budowa i działanie lamelowego separatora olejowego 320
 - 11.3.2 Eksploatacja lamelowych separatorów olejowych 322
 - 11.3.3 Inspekcja generalna separatora lamelowego 323
- 11.4 Osadniki 323
- 11.5 Konstrukcja nawierzchni na powierzchniach narażonych na działanie substancji ropopochodnych 326
 - 11.5.1 Schemat ideowy stacji paliw 326
 - 11.5.2 Rodzaje konstrukcji nawierzchni 328
 - 11.5.3 Podłoże gruntowe 328
 - 11.5.4 Warstwa mrozoochronna 331
 - 11.5.5 Podbudowa 332
 - 11.5.6 Warstwa jezdna 333

12 Podstawy odwodnienia obiektów mostowych 341

- 12.1 Odwodnienie mostów w obrębie fundamentów przyczółków i podpór 343
- 12.2 Odwodnienie pomostów 348
 - 12.2.1 Nawierzchnie mostów drogowych 350
 - 12.2.2 Drenaż nawierzchni mostów 353
 - 12.2.3 Izolacja 354
 - 12.2.4 Odprowadzenie wód opadowych z powierzchni mostów 355
 - 12.2.5 Urządzenia dylatacyjne na mostach drogowych 356
- 12.3 Przewody kanalizacji deszczowej 361

- 12.4 Wpusty deszczowe w obiektach mostowych 364
- 12.4.1 Rodzaje wpustów mostowych 367
- 12.4.2 Montaż wpustów w mostach betonowych 370

13 Podstawy odwodnienia lotnisk 373

- 13.1 Powierzchnie wchodzące w skład lotniska dla samolotów 374
- 13.2 Odwodnienie powierzchniowe 376
 - 13.2.1 Spadki podłużne 377
 - 13.2.2 Pochylenia poprzeczne 379
 - 13.2.3 Zebranie i odprowadzenie wód opadowych 381
- 13.3 Lotniska śmigłowcowe na poziomie terenu 382
- 13.4 Parametry deszczu obliczeniowego 383

14 Odwodnienie w projekcie drogowym 385

- 14.1 Wyniki obliczeń hydraulicznych 385
- 14.2 Plan sytuacyjny 385
- 14.3 Przekrój podłużny 385
- 14.4 Przekroje poprzeczne (normalne) 386
- 14.5 Plany wysokościowe i warstwicowe 386
- 14.6 Symbole graficzne przedstawiające elementy odwodnienia 387

Dodatek 1 Obliczanie kanalizacji deszczowej metodą współczynnika opóźnienia odpływu 390

Dodatek 2 Obliczanie kanalizacji deszczowej metodą zmiennego współczynnika spływu 392

Dodatek 3 Tablice przepływów w kanałach kołowych dla $k = 2,5$ mm 394

Wykaz symboli, jednostek i oznaczeń 398

Bibliografia 402

Skorowidz 407