

# Odwodnienie

Roman Edel

# dróg



---

# Spis treści

	<b>Przedmowa</b> .....	9
<b>1</b>	<b>Wprowadzenie do problematyki odwodnienia dróg</b> .....	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
<b>2</b>	<b>Podstawowe wiadomości z hydrogeologii i hydrologii</b> .....	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
<b>3</b>	<b>Podstawy wymiarowania odwodnienia</b> .....	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
<b>4</b>	<b>Podstawy odwodnienia powierzchni dróg i ulic</b> .....	69
4.1	Powierzchnie komunikacyjne .....	69
4.2	Pobocze .....	71
4.3	Pas dzielący .....	72
4.4	Skarpy .....	72

<b>5</b>	<b>Urządzenia powierzchniowe do odprowadzania wody deszczowej .....</b>	<b>73</b>
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
5.3.9	Ściek muldowy .....	89
5.3.10	Ściek skrzynkowy .....	90
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
<b>6</b>	<b>Podziemne urządzenia do odprowadzania wód opadowych .....</b>	<b>122</b>
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

<b>7</b>	<b>Urządzenia do regulacji odpływu deszczowego .....</b>	<b>178</b>
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
<b>8</b>	<b>Urządzenia do wchłaniania wód opadowych .....</b>	<b>215</b>
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
<b>9</b>	<b>Zbiorniki odparowujące .....</b>	<b>259</b>
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
<b>10</b>	<b>Budowle inżynierskie .....</b>	<b>267</b>
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
<b>11</b>	<b>Ochrona wód powierzchniowych i gruntu w drogownictwie .....</b>	<b>306</b>
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
<b>12</b>	<b>Podstawy odwodnienia obiektów mostowych .....</b>	<b>341</b>
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
<b>13</b>	<b>Podstawy odwodnienia lotnisk .....</b>	<b>373</b>
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	Zebrań i odprowadzenie wód opadowych .....	381
13.3	Lotniska śmigłowcowe na poziomie terenu .....	382
13.4	Parametry deszczu obliczeniowego .....	383
<b>14</b>	<b>Odwodnienie w projekcie drogowym .....</b>	<b>385</b>
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
	<b>Dodatek 1</b> Obliczanie kanalizacji deszczowej metodą współczynnika opóźnienia odpływu .....	<b>390</b>
	<b>Dodatek 2</b> Obliczanie kanalizacji deszczowej metodą zmiennego współczynnika spływu .....	<b>392</b>
	<b>Dodatek 3</b> Tablice przepływów w kanałach kołowych dla $k = 2,5$ mm .....	<b>394</b>
	<b>Wykaz symboli, jednostek i oznaczeń .....</b>	<b>398</b>
	<b>Bibliografia .....</b>	<b>402</b>
	<b>Skorowidz .....</b>	<b>407</b>