

PROJEKTOWANIE, WYKONAWSTWO  
ZAGOSPODAROWANIA WÓD OPADOWYCH I  
ROZTOPOWYCH ZA POMOCĄ BŁĘKITNO-ZIELONEJ  
INFRASTRUKTURY (BZI) ORAZ SIECI I PRZYŁĄCZY  
KANALIZACJI DESZCZOWEJ

Załącznik B – Metodyka obliczania niezbędnej objętości  
zbiorników detencyjnych wód opadowych i  
roztopowych.

## I. Zakres i warunki stosowania uproszczonej metody obliczeniowej.

1. W przypadku małych systemów odwodnienia o prostej strukturze, obliczenia objętości zbiorników detencyjnych wód opadowych i roztopowych mogą być prowadzone na podstawie metody uproszczonego wymiarowania, prezentowanej w kolejnym punkcie. Przez małe systemy odwodnienia o prostej strukturze rozumie się systemy o skanalizowanej zlewni do 100 ha i o czasie przepływu wody przez ich najdłuższy kanał do 15 min.
2. W przypadku dużych zlewni (powyżej 100ha), należy stosować modelowanie hydrodynamiczne. Modelowanie hydrodynamiczne może być także stosowane w przypadku małych systemów odwodnienia, np. w celu weryfikacji poprawności ich wymiarowania niniejszą metodą obliczeniową.

## II. Częstość opadów do obliczania objętości zbiorników detencyjnych /detencji kanałowej.

1. Przyjmowana do obliczeń zbiornika detencyjnego częstość  $C_z$  deszczu miarodajnego nie może być mniejsza od częstości  $C$  przyjętej do obliczeń zasilającej go sieci odwodnienia. Należy, ze względów bezpieczeństwa, przyjmować do obliczeń objętości zbiornika detencyjnego częstość  $C_z$  deszczu miarodajnego o rząd większą od częstości  $C$  przyjętej uprzednio do obliczeń sieci odwodnienia zgodnie z poniższą Tabelą 1.

Tabela 1.

Częstość $C$ do obliczania sieci odwodnienia	Częstość $C_z$ do obliczania zbiornika detencyjnego
5 lat	10 lat
10 lat	20 lat

2. Natężenie opadów miarodajnych do projektowania systemów odwodnień należy przyjmować na podstawie aktualnego Polskiego Atlasu Natężenia Deszczu dla miasta Poznania (Poznań-Ławica) z perspektywą na rok 2050 RCP 4,5 zwanego dalej PANDa 2050 udostępnianego przez Spółkę Aquanet Retencja.
- 3 Atlas, o którym mowa w punkcie 2, powinien zawierać odczyt natężeń (wysokości) opadów miarodajnych dla wymaganej, na potrzeby prowadzonych obliczeń systemów detencyjnych, kombinacji czasów trwania  $t_d$  i częstości  $C$  występowania deszczów miarodajnych.

Zgodnie w wymaganiami Aquanet Retencja powyższe wartości należy przyjmować na podstawie aktualnego modelu opadowego PANDa 2050 (dla roku 2050) dla miasta Poznania.

4. Zgodnie z Tabelą 1 Częstość  $C_z$  deszczu miarodajnego do obliczeń niezbędnej objętości zbiornika detencyjnego/odcinka sieci pełniącego rolę zbiornika detencyjnego dla odwadnianej sieci policzonej dla  $C=5$ , wynosi  $C_z=10$ . Minimalny czas opadu  $t_{dmin}$  do wymiarowania zbiornika wynosi  $t_{dmin}=5$ minut, maksymalny czas opadu uwzględniany w obliczeniach  $t_d=4320$ minut.

## III. Metodyka obliczania niezbędnej objętości zbiorników detencyjnych/detencji kanałowej.

1. W przypadku odprowadzania wód opadowych lub roztopowych do innego systemu odwodnienia np.: miejskiej sieci kanalizacyjnej, strumienia, rowu, zbiornika wodnego do obliczeń wymaganej objętości zbiornika detencyjnego należy przyjmować odpływ dławiony

zgodny z uzyskanymi od Gestora zapewnieniem odbioru wód opadowych lub roztopowych-  
 $Q_{od}$

2. Obliczeniowa objętość zbiornika detencyjnego/detencji kanałowej  $V_{obl}$  powinna być wynikiem analizy bilansów objętości dopływu i odpływu wód opadowych lub roztopowych dla kolejnych dyskretnych wartości czasów trwania deszczu przyjmowanych z rozdzielczością nie gorszą niż 1 minuta dla czasu opadu do 5 h i nie gorszą niż 5 minut dla dłuższych czasów, zaczynając od czasu równego 5min. Obliczeniową objętość zbiornika detencyjnego należy wyznaczać z zależności:

$$V_{obl} = \max_{t_d} \left\{ 0,06 \cdot \left( q(t_d, C_z) \cdot \sum_{i=1}^n (\psi_{si} \cdot A_i) + \sum Q_{oi} - Q_{od} \right) \cdot t_d \right\}$$

gdzie:

$V_{obl}$  -obliczeniowa objętość zbiornika detencyjnego/ detencji kanałowej [m<sup>3</sup>],

$t_d$  -czas trwania deszczu obliczeniowego [min],

$q(t_d, C_z)$ -lokalne natężenie deszczu dla czasu trwania  $t_d$  i częstości  $C_z$  [dm<sup>3</sup>/(s\*ha)]

Zgodnie z wcześniejszymi założeniami dla zbiorników detencyjnych/ detencji kanałowej częstość  $C_z$  należy przyjmować minimum C10,

$\psi_{si}$  -współczynnik splywu (i-tej) powierzchni składowej zlewni bez limitu odpływu  $A$  [-],

$A_i$  -(i-ta) powierzchnia składowa zlewni bez limitu odpływu  $A$  [ha],

Stąd:  $\sum_{i=1}^n (\psi_{si} \cdot A_i)$  – oznacza sumę powierzchni zredukowanej zlewni bez mitów odpływu

$\sum Q_{oi}$ - suma limitów odpływów z pól inwestycyjnych,

$Q_{od}$  -odpływ dławiony wód opadowych i roztopowych ze zbiornika, uzyskany od Gestora odbiornika [dm<sup>3</sup>/s].

Uwaga: Sumę powierzchni zredukowanych iloczynów powierzchni składowych i współczynników splywu zlewni bez limitu odpływu oraz sumę limitów odpływów z pól inwestycyjnych  $[\sum_{i=1}^n (\psi_{si} \cdot A_i) + \sum Q_{oi}]$  należy policzyć dla całej zlewni ciężącej do danego zbiornika.

Standardowo składa się ona ze zlewni drogowych (bez limitów odpływu) i limitów odpływu z pól inwestycyjnych  $Q_o$ .

Obliczenia prowadzi się dla kolejnych (rosnących) czasów trwania deszczu, przy spadających jednocześnie miarodajnych natężeniach deszczu. Czas trwania deszczu, przy którym wyliczona pojemność użytkowa zbiornika jest maksymalna, wyznacza miarodajny deszcz do wymiarowania zbiornika.

3. Niezbędną minimalną objętość zbiornika detencyjnego/ detencji kanałowej  $V_{min}$  należy ustalać przemnażając objętość obliczeniową  $V_{obl}$  przez współczynnik bezpieczeństwa  $f_b$

$$V_{min} = V_{obl} \cdot f_b$$

gdzie:

$V_{min}$ -niezbędna minimalna objętość zbiornika detencyjnego [m<sup>3</sup>]

$V_{obl}$ -obliczeniowa objętość zbiornika detencyjnego [m<sup>3</sup>]

$f_b$ -współczynnik bezpieczeństwa równy 1,2[-]. Tylko w przypadku zbiorników wyposażonych w przelew awaryjny oraz zbiorników, których przepełnienie nie będzie powodowało istotnego zagrożenia dla terenów sąsiednich (np. zbiorników zlokalizowanych poza terenami zurbanizowanymi) dopuszcza się stosowanie wartości 1,1.

#### 4. Czas opróżniania zbiornika o objętości $V_{min}$

Zaleca się aby czas opróżniania zbiornika detencyjnego nie przekraczał 24 godzin.

#### 5. Minimalna pojemność zbiornika detencyjnego

Zaleca się aby minimalna pojemność zbiornika detencyjnego wyliczona zgodnie z punktem 3 i spełniająca warunek 4 była nie mniejsza niż 100m<sup>3</sup>.

### IV. Przykład obliczeniowy do metodyki obliczania niezbędnej objętości zbiornika detencyjnego / detencji kanałowej wód opadowych lub roztopowych.

Przykład obliczeniowy niezbędnej objętości zbiornika detencyjnego wód opadowych odprowadzanych dotyczy przykładowej zlewni o powierzchni 60,34 [ha]

1. Wartość odpływu dławionego uzyskanego od Gestora odbiornika wynosi  $Q_{od}=100$  [dm<sup>3</sup>/s]
2. Suma limitów odpływu z pól inwestycyjnych  $\sum Q_{oi}$

Obliczenie limitów odpływów z pól inwestycyjnych  $Q_{oi}$ :

Nazwa pola inwestycyjnego	Powierzchnia pola inwestycyjnego - A	Limit odpływu z pola inwestycyjnego - $Q_{oi}$
[-]	[ha]	[dm <sup>3</sup> /s]
Z1	1,525	18,3
Z2	1,275	15,3
Z3	1,825	21,9
$\Sigma$	4,625	55,5

Skąd:

$$Q_o = A * 12 \text{ [dm}^3/\text{s]}$$

gdzie:

A- powierzchnia pola inwestycyjnego [ha]

ostatecznie  $\sum Q_{oi} = 55,5$  [dm<sup>3</sup>/s].

UWAGA: W przypadku, w którym obliczeniowe miarodajne natężenie deszczu  $q(t_d, C_z)$  ze wzoru (1) osiągnie wartość poniżej 12 [dm<sup>3</sup>/s\*ha] (około 770min dla opadu C10) wartość  $\sum Q_{oi}$  we wzorze (1) dla kolejnych kroków obliczeniowych należy przyjmować zgodnie z formułą:  $\sum Q_{oi} = \sum A * q(t_d, C_z)$

#### 3. Obliczenie sumy powierzchni zredukowanej zlewni bez limitów odpływu $\sum_{i=1}^n (\psi_{si} \cdot A_i)$

Zestawienie powierzchni całkowitych i zredukowanych dla zlewni bez limitów odpływu (zlewnia drogowa):

ostatecznie  $\sum_{i=1}^n (\psi_{si} \cdot A_i) = 4,84$  [ha]



Zlewnia cząstkowa drogi	Pokrycie terenu	Powierzchnia $A_i$	Współczynnik splywu $\psi_{si}$	Powierzchnia zredukowana $A_{zred\ i}$
[-]	[-]	[ha]	[-]	[ha]
Zlewnia Fd1	Jezdnia drogowa o szerokości X metrów (nawierzchnia asfaltowa)	1,50	0,90	1,35
	Chodnik o szerokości X metrów po dwóch stronach jezdni (chodnik płyty betonowe)	1,1675	0,60	0,70
	Pas zieleni o szerokości X metra po dwóch stronach jezdni (zieleń, nieokreślona)	0,3325	0,15	0,05
	Suma:	3,00	Suma:	2,10
Zlewnia Fd2	Jezdnia drogowa o szerokości X metrów (nawierzchnia asfaltowa)	1,10	0,90	0,99
	Chodnik o szerokości X metrów po dwóch stronach jezdni (chodnik płyty betonowe)	0,62	0,60	0,37
	Pas zieleni o szerokości X metra po dwóch stronach jezdni (zieleń, nieokreślona)	0,28	0,15	0,04
	Suma:	2,00	Suma:	1,40
Zlewnia Fd3	Jezdnia drogowa o szerokości X metrów (nawierzchnia asfaltowa)	0,99		0,89
	Chodnik o szerokości X metrów po dwóch stronach jezdni (chodnik płyty betonowe)	0,90		0,40
	Pas zieleni o szerokości X metra po dwóch stronach jezdni (zieleń, nieokreślona)	0,60	0,15	0,05
	Suma:	1,98	Suma:	1,34

Uwaga1: Wartości współczynników splywu dla danej nawierzchni należy w pierwszej kolejności uzyskać/potwierdzić u projektanta branży drogowej.

Uwaga2: W przypadku braku szczegółowych danych odnośnie projektu drogowego dopuszcza się określenie odpływu ze zlewni drogowej przy użyciu uśrednionych współczynników splywu po uzyskaniu akceptacji ze strony Aquanet Retencja.

Uśrednione współczynniki splywu zawarto w tabeli 2(\*)

**Uwaga3: Zgodnie z aktualnymi wytycznymi wodę z chodników, ścieżek rowerowych, pasów zieleni powinno się zagospodarowywać lokalnie.**

**Dodatkowo zaleca się stosowanie powierzchni przepuszczalnych.**

- Niezbędne do obliczeń przykładowe lokalne natężenia deszczów miarodajnych  $q(t_d, C_z)$  odczytane z atlasu opadowego zestawiono w tabeli 3 (\*)
- Obliczenia bilansów objętości dopływu i odpływu wód opadowych lub roztopowych dla kolejnych dyskretnych czasów trwania deszczu przedstawiono w tabeli poniżej:

Lokalne wartości natężeń deszczów miarodajnych  $q$  dla C=10 lat i obliczeniowe objętości zbiornika  $V_{obl}$  dla kolejnych czasów trwania  $t_d$ :

Czas trwania opadu $t_d$ [min]	$q(t_d, C_z)$ [dm <sup>3</sup> /(s*ha)]	$V_{obl}$ [m <sup>3</sup> ]	Czas trwania opadu $t_d$ [min]	$q(t_d, C_z)$ [dm <sup>3</sup> /(s*ha)]	$V_{obl}$ [m <sup>3</sup> ]	Czas trwania opadu $t_d$ [min]	$q(t_d, C_z)$ [dm <sup>3</sup> /(s*ha)]	$V_{obl}$ [m <sup>3</sup> ]	Czas trwania opadu $t_d$ [min]	$q(t_d, C_z)$ [dm <sup>3</sup> /(s*ha)]	$V_{obl}$ [m <sup>3</sup> ]
			106	57,96	1501,01	211	33,58	1494,23	316	24,38	1393,52
			107	57,53	1501,81	212	33,45	1493,58	317	24,32	1392,31
			108	57,10	1502,59	213	33,33	1492,92	318	24,26	1391,11
			109	56,69	1503,35	214	33,21	1492,25	319	24,20	1389,89
5	464,59	661,24	110	56,28	1504,08	215	33,08	1491,58	320	24,14	1388,68
6	416,21	709,18	111	55,88	1504,78	216	32,96	1490,89	321	24,08	1387,46
7	379,25	752,25	112	55,48	1505,46	217	32,84	1490,20	322	24,02	1386,24

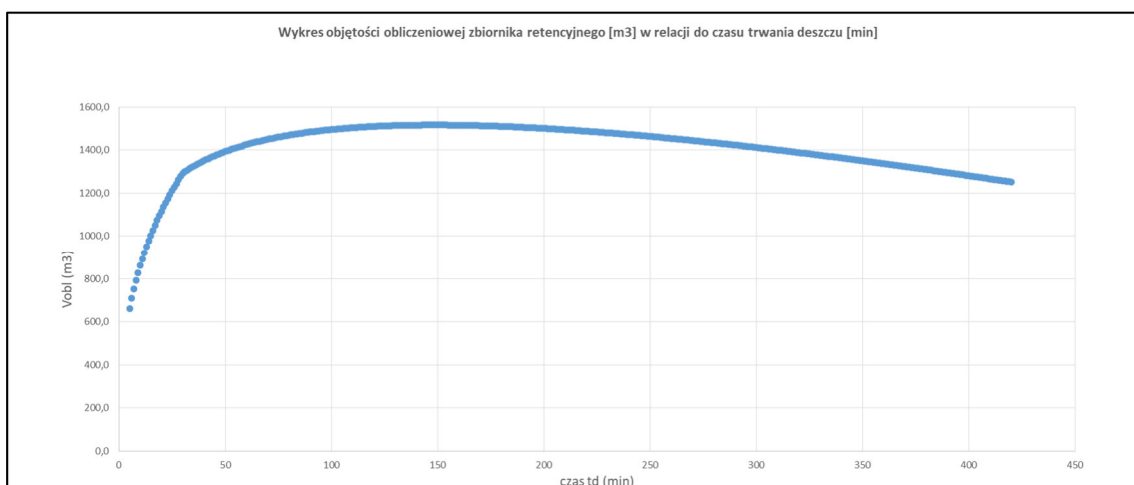
8	349,90	791,53	113	55,09	1506,12	218	32,72	1489,51	323	23,96	1385,01
9	325,90	827,75	114	54,71	1506,75	219	32,60	1488,80	324	23,90	1383,78
10	305,83	861,44	115	54,33	1507,36	220	32,49	1488,09	325	23,84	1382,55
11	288,75	893,00	116	53,96	1507,95	221	32,37	1487,37	326	23,78	1381,31
12	273,98	922,74	117	53,59	1508,52	222	32,25	1486,65	327	23,73	1380,07
13	261,07	950,88	118	53,23	1509,06	223	32,14	1485,92	328	23,67	1378,83
14	249,65	977,62	119	52,88	1509,59	224	32,03	1485,18	329	23,61	1377,58
15	239,48	1003,12	120	52,53	1510,09	225	31,91	1484,43	330	23,56	1376,33
16	230,33	1027,50	121	52,18	1510,57	226	31,80	1483,68	331	23,50	1375,07
17	222,06	1050,89	122	51,84	1511,03	227	31,69	1482,92	332	23,44	1373,82
18	214,54	1073,37	123	51,51	1511,47	228	31,58	1482,15	333	23,39	1372,56
19	207,65	1095,01	124	51,18	1511,89	229	31,47	1481,38	334	23,33	1371,29
20	201,33	1115,90	125	50,86	1512,29	230	31,36	1480,60	335	23,28	1370,02
21	195,49	1136,09	126	50,53	1512,67	231	31,25	1479,81	336	23,22	1368,75
22	190,08	1155,63	127	50,22	1513,03	232	31,15	1479,02	337	23,17	1367,48
23	185,05	1174,57	128	49,91	1513,38	233	31,04	1478,22	338	23,11	1366,20
24	180,36	1192,95	129	49,60	1513,70	234	30,94	1477,42	339	23,06	1364,92
25	175,97	1210,80	130	49,30	1514,01	235	30,83	1476,61	340	23,01	1363,64
26	171,86	1228,17	131	49,00	1514,29	236	30,73	1475,79	341	22,95	1362,35
27	167,99	1245,08	132	48,71	1514,56	237	30,62	1474,97	342	22,90	1361,06
28	164,34	1261,55	133	48,41	1514,82	238	30,52	1474,14	343	22,85	1359,77
29	160,90	1277,62	134	48,13	1515,05	239	30,42	1473,30	344	22,79	1358,47
30	157,64	1293,30	135	47,85	1515,27	240	30,32	1472,46	345	22,74	1357,17
31	153,60	1299,99	136	47,57	1515,47	241	30,22	1471,61	346	22,69	1355,87
32	149,78	1306,45	137	47,29	1515,65	242	30,12	1470,75	347	22,64	1354,56
33	146,17	1312,69	138	47,02	1515,82	243	30,02	1469,89	348	22,58	1353,25
34	142,75	1318,71	139	46,75	1515,97	244	29,93	1469,03	349	22,53	1351,94
35	139,51	1324,53	140	46,49	1516,11	245	29,83	1468,16	350	22,48	1350,62
36	136,43	1330,16	141	46,22	1516,23	246	29,73	1467,28	351	22,43	1349,31
37	133,50	1335,62	142	45,97	1516,33	247	29,64	1466,40	352	22,38	1347,98
38	130,70	1340,90	143	45,71	1516,42	248	29,54	1465,51	353	22,33	1346,66
39	128,04	1346,01	144	45,46	1516,50	249	29,45	1464,61	354	22,28	1345,33
40	125,50	1350,97	145	45,21	1516,55	250	29,36	1463,71	355	22,23	1344,00
41	123,06	1355,78	146	44,96	1516,60	251	29,26	1462,80	356	22,18	1342,67
42	120,74	1360,44	147	44,72	1516,63	252	29,17	1461,89	357	22,13	1341,33
43	118,50	1364,97	148	44,48	1516,64	253	29,08	1460,98	358	22,08	1339,99
44	116,36	1369,37	149	44,25	1516,64	254	28,99	1460,05	359	22,03	1338,65
45	114,31	1373,64	150	44,01	1516,63	255	28,90	1459,12	360	21,99	1337,30
46	112,33	1377,79	151	43,78	1516,60	256	28,81	1458,19	361	21,94	1335,96
47	110,44	1381,82	152	43,55	1516,56	257	28,72	1457,25	362	21,89	1334,60
48	108,61	1385,74	153	43,33	1516,50	258	28,63	1456,31	363	21,84	1333,25
49	106,85	1389,56	154	43,10	1516,43	259	28,54	1455,36	364	21,79	1331,89
50	105,15	1393,27	155	42,88	1516,35	260	28,46	1454,40	365	21,75	1330,53
51	103,51	1396,87	156	42,66	1516,25	261	28,37	1453,44	366	21,70	1329,17
52	101,93	1400,39	157	42,45	1516,14	262	28,28	1452,48	367	21,65	1327,81
53	100,40	1403,80	158	42,24	1516,02	263	28,20	1451,51	368	21,61	1326,44
54	98,93	1407,13	159	42,02	1515,89	264	28,11	1450,53	369	21,56	1325,07
55	97,50	1410,37	160	41,82	1515,74	265	28,03	1449,55	370	21,51	1323,69
56	96,11	1413,53	161	41,61	1515,58	266	27,95	1448,57	371	21,47	1322,32

57	94,78	1416,60	162	41,41	1515,41	267	27,86	1447,58	372	21,42	1320,94
58	93,48	1419,60	163	41,20	1515,22	268	27,78	1446,58	373	21,38	1319,55
59	92,22	1422,51	164	41,01	1515,03	269	27,70	1445,58	374	21,33	1318,17
60	91,00	1425,36	165	40,81	1514,82	270	27,62	1444,57	375	21,29	1316,78
61	89,81	1428,13	166	40,61	1514,60	271	27,54	1443,56	376	21,24	1315,39
62	88,66	1430,83	167	40,42	1514,37	272	27,46	1442,55	377	21,20	1314,00
63	87,55	1433,46	168	40,23	1514,12	273	27,38	1441,53	378	21,15	1312,60
64	86,46	1436,03	169	40,04	1513,87	274	27,30	1440,50	379	21,11	1311,20
65	85,40	1438,53	170	39,85	1513,60	275	27,22	1439,47	380	21,06	1309,80
66	84,38	1440,97	171	39,67	1513,33	276	27,14	1438,44	381	21,02	1308,40
67	83,38	1443,34	172	39,49	1513,04	277	27,06	1437,40	382	20,98	1306,99
68	82,40	1445,66	173	39,30	1512,74	278	26,99	1436,36	383	20,93	1305,58
69	81,45	1447,92	174	39,13	1512,43	279	26,91	1435,31	384	20,89	1304,17
70	80,53	1450,13	175	38,95	1512,11	280	26,83	1434,26	385	20,85	1302,76
71	79,63	1452,28	176	38,77	1511,78	281	26,76	1433,20	386	20,80	1301,34
72	78,75	1454,37	177	38,60	1511,44	282	26,68	1432,14	387	20,76	1299,92
73	77,90	1456,42	178	38,43	1511,08	283	26,61	1431,07	388	20,72	1298,50
74	77,06	1458,41	179	38,26	1510,72	284	26,53	1430,00	389	20,68	1297,08
75	76,24	1460,35	180	38,09	1510,35	285	26,46	1428,92	390	20,63	1295,65
76	75,45	1462,25	181	37,92	1509,97	286	26,39	1427,84	391	20,59	1294,22
77	74,67	1464,09	182	37,76	1509,57	287	26,31	1426,76	392	20,55	1292,79
78	73,91	1465,89	183	37,59	1509,17	288	26,24	1425,67	393	20,51	1291,35
79	73,17	1467,65	184	37,43	1508,76	289	26,17	1424,58	394	20,47	1289,92
80	72,44	1469,36	185	37,27	1508,34	290	26,10	1423,48	395	20,43	1288,48
81	71,73	1471,03	186	37,11	1507,90	291	26,03	1422,38	396	20,39	1287,04
82	71,04	1472,66	187	36,95	1507,46	292	25,96	1421,27	397	20,35	1285,59
83	70,36	1474,24	188	36,80	1507,01	293	25,88	1420,16	398	20,30	1284,14
84	69,69	1475,78	189	36,64	1506,55	294	25,82	1419,05	399	20,26	1282,70
85	69,04	1477,29	190	36,49	1506,08	295	25,75	1417,93	400	20,22	1281,24
86	68,41	1478,75	191	36,34	1505,60	296	25,68	1416,81	401	20,18	1279,79
87	67,78	1480,18	192	36,19	1505,12	297	25,61	1415,68	402	20,14	1278,33
88	67,17	1481,57	193	36,04	1504,62	298	25,54	1414,55	403	20,10	1276,87
89	66,57	1482,93	194	35,89	1504,11	299	25,47	1413,42	404	20,07	1275,41
90	65,98	1484,25	195	35,75	1503,60	300	25,40	1412,28	405	20,03	1273,95
91	65,41	1485,53	196	35,60	1503,08	301	25,34	1411,13	406	19,99	1272,48
92	64,84	1486,78	197	35,46	1502,55	302	25,27	1409,99	407	19,95	1271,01
93	64,29	1488,00	198	35,32	1502,00	303	25,21	1408,84	408	19,91	1269,54
94	63,75	1489,18	199	35,18	1501,46	304	25,14	1407,68	409	19,87	1268,07
95	63,22	1490,33	200	35,04	1500,90	305	25,07	1406,52	410	19,83	1266,60
96	62,69	1491,45	201	34,90	1500,33	306	25,01	1405,36	411	19,79	1265,12
97	62,18	1492,53	202	34,76	1499,76	307	24,94	1404,19	412	19,76	1263,64
98	61,68	1493,59	203	34,63	1499,18	308	24,88	1403,02	413	19,72	1262,16
99	61,18	1494,62	204	34,49	1498,59	309	24,82	1401,85	414	19,68	1260,67
100	60,70	1495,62	205	34,36	1497,99	310	24,75	1400,67	415	19,64	1259,19
101	60,22	1496,58	206	34,22	1497,38	311	24,69	1399,49	416	19,61	1257,70
102	59,75	1497,52	207	34,09	1496,77	312	24,63	1398,30	417	19,57	1256,20
103	59,29	1498,44	208	33,96	1496,15	313	24,56	1397,11	418	19,53	1254,71
104	58,84	1499,32	209	33,83	1495,52	314	24,50	1395,92	419	19,49	1253,22
105	58,39	1500,18	210	33,71	1494,88	315	24,44	1394,72	420	19,46	1251,72



Zgodnie z zapisami z punktu III.2 do obliczeń objętości zbiornika należy przyjmować czasy od  $t_{dmin}=5\text{min}$  do  $t_{dmax}=4320\text{min}$  (72 godziny) - wg potrzeb.

Wyniki obliczeń bilansowych można zobrazować na przedstawionym niżej rysunku:



#### 6. Obliczenie niezbędnej minimalnej wielkości zbiornika detencyjnego/ detencji kanałowej

Zgodnie z powyższą tabelą i rysunkiem czasem miarodajnym do określenia niezbędnej objętości zbiornika detencyjnego/detencji kanałowej jest czas  $t_d=148\text{min}$ . Wówczas występuje największa różnica pomiędzy dopływem do zbiornika a odpływem ze zbiornika.

Stąd:

$$V_{obl}=0,06*(44,48*4,84+55,5-100)*148=1516,64 \text{ m}^3$$

Zgodnie z punktem III.3 przyjęto współczynnik  $f_b=1,2$

Niezbędna minimalna objętość zbiornika detencyjnego/detencji kanałowej  $V_{min}$  wynosi:

$$V_{min}=V_{obl} \cdot f_b=1516,64 \cdot 1,2=1819,97 \text{ m}^3$$

Uwaga: W przypadku zbiorników detencyjnych otwartych należy powierzchnię sływu z punktu IV.3 zwiększyć o powierzchnię czaszy zbiornika  $F_{zb}$  (współczynnik sływu= 1,0) i wykonać ewentualnie ponowne obliczenia wymaganej pojemności zbiornika detencyjnego.

#### 7. Obliczenie czasu opróżniania zbiornika

$$t_{opr} = V_{min}/(3,6*Q_{od})=1820/(3,6*100)=5,06 \text{ h}$$

## ZALĄCZNIKI:

Tabela 2(\*): Uśrednione współczynniki spływu

Rodzaj nawierzchni	wsp. spływu $\psi$
nawierzchnie asfaltowe	0,90
nawierzchnie betonowe (drogi jezdne)	0,85
nawierzchnie z płyt betonowych, chodniki, parkingi (spoiny szczelne)	0,90
nawierzchnie z płyt betonowych, chodniki, parkingi (bez zalanych spoin)	0,80
nawierzchnie betonowe z kostki betonowej typu Behaton (bez zalanych spoin)	0,80
nawierzchnie z płyt betonowych ażurowych wypełnione kruszywem (posadowione na podbudowie z zagęszczonego piasku)	0,40
nawierzchnie z płyt betonowych ażurowych wypełnione kruszywem (posadowione na podbudowie stabilizowanej cementem)	0,60
nawierzchnie kamienne, klinkierowe (spoiny szczelne)	0,80
nawierzchnie kamienne, klinkierowe (bez zalanych spoin)	0,50
nawierzchnie tłuczniowe (posadowione na podbudowie bez stabilizacji cementem)	0,25
nawierzchnie tłuczniowe (posadowione na podbudowie stabilizowane cementem) np.: torowiska	0,60
nawierzchnie żwirowe (posadowione na podbudowie bez stabilizacji cementem)	0,25
rampy, zjazdy do garażu podziemnego (wykonane np. z kostki betonowej)	0,95
powierzchnie nieumocnione	0,20
chodniki pokryte płytami betonowymi	0,70
chodniki nie pokryte płytami, podwórza i aleje	0,60
skarpy pokryte trawą o nachyleniu > 15o i < 45o	0,30
skarpy pokryte trawą o nachyleniu > 45o	0,60
ogrody	0,15
parki	0,10
zielen (nieokreślona)	0,15
woda, zbiorniki wodne, zbiorniki retencyjne	1,0
Dachy – podział ogólny	
Dachy o nachyleniu < 10o	0,90
Dachy o nachyleniu > 10o	1,00
Rodzaj pokrycia dachu (o nachyleniu < 10 o)	
Dach (papa, blacha, itp.)	0,95
Dachy z lupka	0,80
Dachy żwirowe (dachy płaskie, kruszywo o granulacji 16-32 mm, grubość warstwy min. 7 cm)	0,60

## Współczynniki spływu dla rozwiązań BZI

Rodzaj nawierzchni	wsp. spływu $\psi$
eko krata trawnikowa parkingowa wypełniona trawą (nacisk 360 kN/oś)	0,25
eko krata parkingowa wypełniona tłuczniem (nacisk 360 kN/oś)	0,30
dach zielony płaski (kąt nachylenia 0-5°) w systemie intensywnym (zielen wysoka, substrat o gr. min. 26 cm)	0,30
dach zielony płaski (kąt nachylenia 0-5°) w systemie intensywnym (zielen wysoka, substrat o gr. min. 26 cm)	0,30
dach zielony płaski (kąt nachylenia 0-5°) w systemie ekstensywnym (zielen niska, substrat o gr. 8-10 cm)	0,5
dach zielony skośny (kąt nachylenia 5-15°)	0,60
dach zielony skośny stromy (kąt nachylenia 10-30°)	0,70
dach zielony na płycie garażu podziemnego	0,60
maty rozchodnikowe na dachu zielonym	jak wyżej
maty rozchodnikowe na terenie z utwardzoną półprzepuszczalną podbudową (np. torowiska)	0,55
ogród deszczowy, niecka infiltracyjna, pasaż roślinny, rów infiltracyjny, wypustki uliczne	1,00

Tabela 3 (\*): Zestawienie czasów trwania deszczu  $t_d$  i odpowiadające im natężenia deszczów miarodajnych  $q(t_d, C)$  wg PANDa 2050 dla Poznania C=C10 dla czasów trwania deszczu od  $t_{dmin}=5$  do  $t_d=480$  min. W razie potrzeb większy zakres danych, dla dłuższych czasów opadu, należy pozyskiwać bezpośrednio z katalogu PANDa 2050 lub uzyskać informacje od Aquanet Retencja.

Czas trwania opadu t [min]	Średnie natężenie deszczu $dm^3/(s*ha)$	Czas trwania opadu t [min]	Średnie natężenie deszczu $dm^3/(s*ha)$	Czas trwania opadu t [min]	Średnie natężenie deszczu $dm^3/(s*ha)$	Czas trwania opadu t [min]	Średnie natężenie deszczu $dm^3/(s*ha)$	Czas trwania opadu t [min]	Średnie natężenie deszczu $dm^3/(s*ha)$	Czas trwania opadu t [min]	Średnie natężenie deszczu $dm^3/(s*ha)$	Czas trwania opadu t [min]	Średnie natężenie deszczu $dm^3/(s*ha)$	Czas trwania opadu t [min]	Średnie natężenie deszczu $dm^3/(s*ha)$
		61	89,81	121	52,18	181	37,92	241	30,22	301	25,34	361	21,94	421	19,42
		62	88,66	122	51,84	182	37,76	242	30,12	302	25,27	362	21,89	422	19,38
		63	87,55	123	51,51	183	37,59	243	30,02	303	25,21	363	21,84	423	19,35
		64	86,46	124	51,18	184	37,43	244	29,93	304	25,14	364	21,79	424	19,31
5	464,59	65	85,40	125	50,86	185	37,27	245	29,83	305	25,07	365	21,75	425	19,28
6	416,21	66	84,38	126	50,53	186	37,11	246	29,73	306	25,01	366	21,70	426	19,24
7	379,25	67	83,38	127	50,22	187	36,95	247	29,64	307	24,94	367	21,65	427	19,20
8	349,90	68	82,40	128	49,91	188	36,80	248	29,54	308	24,88	368	21,61	428	19,17
9	325,90	69	81,45	129	49,60	189	36,64	249	29,45	309	24,82	369	21,56	429	19,13
10	305,83	70	80,53	130	49,30	190	36,49	250	29,36	310	24,75	370	21,51	430	19,10
11	288,75	71	79,63	131	49,00	191	36,34	251	29,26	311	24,69	371	21,47	431	19,06
12	273,98	72	78,75	132	48,71	192	36,19	252	29,17	312	24,63	372	21,42	432	19,03
13	261,07	73	77,90	133	48,41	193	36,04	253	29,08	313	24,56	373	21,38	433	18,99
14	249,65	74	77,06	134	48,13	194	35,89	254	28,99	314	24,50	374	21,33	434	18,96
15	239,48	75	76,24	135	47,85	195	35,75	255	28,90	315	24,44	375	21,29	435	18,92
16	230,33	76	75,45	136	47,57	196	35,60	256	28,81	316	24,38	376	21,24	436	18,89
17	222,06	77	74,67	137	47,29	197	35,46	257	28,72	317	24,32	377	21,20	437	18,85
18	214,54	78	73,91	138	47,02	198	35,32	258	28,63	318	24,26	378	21,15	438	18,82
19	207,65	79	73,17	139	46,75	199	35,18	259	28,54	319	24,20	379	21,11	439	18,79
20	201,33	80	72,44	140	46,49	200	35,04	260	28,46	320	24,14	380	21,06	440	18,75
21	195,49	81	71,73	141	46,22	201	34,90	261	28,37	321	24,08	381	21,02	441	18,72
22	190,08	82	71,04	142	45,97	202	34,76	262	28,28	322	24,02	382	20,98	442	18,69
23	185,05	83	70,36	143	45,71	203	34,63	263	28,20	323	23,96	383	20,93	443	18,65
24	180,36	84	69,69	144	45,46	204	34,49	264	28,11	324	23,90	384	20,89	444	18,62
25	175,97	85	69,04	145	45,21	205	34,36	265	28,03	325	23,84	385	20,85	445	18,59
26	171,86	86	68,41	146	44,96	206	34,22	266	27,95	326	23,78	386	20,80	446	18,55
27	167,99	87	67,78	147	44,72	207	34,09	267	27,86	327	23,73	387	20,76	447	18,52
28	164,34	88	67,17	148	44,48	208	33,96	268	27,78	328	23,67	388	20,72	448	18,49
29	160,90	89	66,57	149	44,25	209	33,83	269	27,70	329	23,61	389	20,68	449	18,45
30	157,64	90	65,98	150	44,01	210	33,71	270	27,62	330	23,56	390	20,63	450	18,42
31	153,60	91	65,41	151	43,78	211	33,58	271	27,54	331	23,50	391	20,59	451	18,39
32	149,78	92	64,84	152	43,55	212	33,45	272	27,46	332	23,44	392	20,55	452	18,36
33	146,17	93	64,29	153	43,33	213	33,33	273	27,38	333	23,39	393	20,51	453	18,32
34	142,75	94	63,75	154	43,10	214	33,21	274	27,30	334	23,33	394	20,47	454	18,29
35	139,51	95	63,22	155	42,88	215	33,08	275	27,22	335	23,28	395	20,43	455	18,26
36	136,43	96	62,69	156	42,66	216	32,96	276	27,14	336	23,22	396	20,39	456	18,23
37	133,50	97	62,18	157	42,45	217	32,84	277	27,06	337	23,17	397	20,35	457	18,20
38	130,70	98	61,68	158	42,24	218	32,72	278	26,99	338	23,11	398	20,30	458	18,17
39	128,04	99	61,18	159	42,02	219	32,60	279	26,91	339	23,06	399	20,26	459	18,13
40	125,50	100	60,70	160	41,82	220	32,49	280	26,83	340	23,01	400	20,22	460	18,10
41	123,06	101	60,22	161	41,61	221	32,37	281	26,76	341	22,95	401	20,18	461	18,07
42	120,74	102	59,75	162	41,41	222	32,25	282	26,68	342	22,90	402	20,14	462	18,04
43	118,50	103	59,29	163	41,20	223	32,14	283	26,61	343	22,85	403	20,10	463	18,01
44	116,36	104	58,84	164	41,01	224	32,03	284	26,53	344	22,79	404	20,07	464	17,98
45	114,31	105	58,39	165	40,81	225	31,91	285	26,46	345	22,74	405	20,03	465	17,95
46	112,33	106	57,96	166	40,61	226	31,80	286	26,39	346	22,69	406	19,99	466	17,92
47	110,44	107	57,53	167	40,42	227	31,69	287	26,31	347	22,64	407	19,95	467	17,89
48	108,61	108	57,10	168	40,23	228	31,58	288	26,24	348	22,58	408	19,91	468	17,86
49	106,85	109	56,69	169	40,04	229	31,47	289	26,17	349	22,53	409	19,87	469	17,83
50	105,15	110	56,28	170	39,85	230	31,36	290	26,10	350	22,48	410	19,83	470	17,80
51	103,51	111	55,88	171	39,67	231	31,25	291	26,03	351	22,43	411	19,79	471	17,77
52	101,93	112	55,48	172	39,49	232	31,15	292	25,96	352	22,38	412	19,76	472	17,74
53	100,40	113	55,09	173	39,30	233	31,04	293	25,88	353	22,33	413	19,72	473	17,71
54	98,93	114	54,71	174	39,13	234	30,94	294	25,82	354	22,28	414	19,68	474	17,68
55	97,50	115	54,33	175	38,95	235	30,83	295	25,75	355	22,23	415	19,64	475	17,65
56	96,11	116	53,96	176	38,77	236	30,73	296	25,68	356	22,18	416	19,61	476	17,62
57	94,78	117	53,59	177	38,60	237	30,62	297	25,61	357	22,13	417	19,57	477	17,59
58	93,48	118	53,23	178	38,43	238	30,52	298	25,54	358	22,08	418	19,53	478	17,56
59	92,22	119	52,88	179	38,26	239	30,42	299	25,47	359	22,03	419	19,49	479	17,53
60	91,00	120	52,53	180	38,09	240	30,32	300	25,40	360	21,99	420	19,46	480	17,50