

Józef DZIOPAK
Joanna HYPIAK
Politechnika Rzeszowska

ANALIZA WPŁYWU PRZYROSTU POWIERZCHNI ZLEWNI NA POSZUKIWANĄ POJEMNOŚĆ ZBIORNIKA WIELOKOMOROWEGO

W artykule dokonano analizy wpływu rozwoju zlewni zurbanizowanej, a przy tym rozbudowy systemu kanalizacyjnego, na poszukiwaną objętość zbiornika retencyjnego wielokomorowego. Przeprowadzono rozważania dotyczące możliwych scenariuszy rozwoju zlewni oraz symulację zmian wymaganej objętości zbiornika dla nowych warunków.

1. Wprowadzenie

Projektowanie zbiorników retencyjnych jest procesem złożonym, wymagającym od projektanta modelowania wieloma parametrami oraz zdobycia wielu informacji, na podstawie których możliwe będzie szczegółowe scharakteryzowanie zlewni. Należy się także skupić na tych czynnikach, których zmiana w dłuższej perspektywie czasowej może w znacznym stopniu wpłynąć na zmianę objętości zbiornika retencyjnego. Szczególną uwagę należy zwrócić na jeden z komponentów systemu kanalizacyjnego znajdujących się na drodze przepływu ścieków, jakim jest oczyszczalnia ścieków. Stanowi ona element najbardziej wrażliwy na znaczne zmiany ilościowe i jakościowe dopływających ścieków. Istotne jest zapewnienie w miarę stałego dopływu, głównie z uwagi na te części obiektu, których działanie może zostać zaburzone poprzez wahania strumienia dopływających do oczyszczalni ścieków.

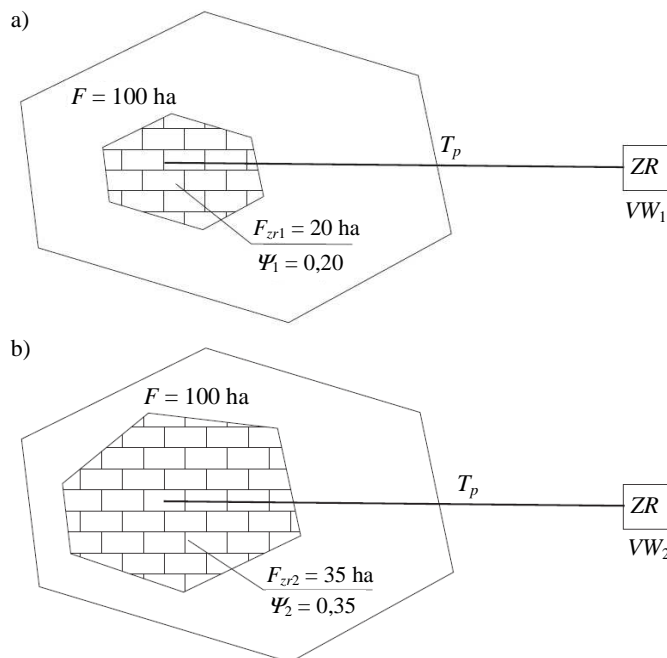
W artykule opisano wyniki podjętej przez autorów analizy zmienności w czasie istotnych elementów systemu kanalizacyjnego, parametrów projektowych oraz ich wpływu na wyznaczaną pojemność użytkową zbiornika retencyjnego.

2. Przyjęte warianty obliczeniowe

Przedstawiona została analiza wpływu przyrostu powierzchni zredukowanej zlewni na poszukiwaną objętość zbiornika retencyjnego wielokomorowego. Przeprowadzono symulacje obliczeniowe, przyjmując różne scenariusze transformacji parametrów charakteryzujących zlewnię, które dały obraz najbardziej

prawdopodobnych zmian zachodzących w zlewni oraz ukazały oddziaływanie różnych czynników obliczeniowych na użytkową objętość zbiornika retencyjnego.

W jednym z przypadków obliczeniowych, w wyniku postępującej urbanizacji, w istniejącej zlewni tereny „zielone” i nieumocnione ustępują miejsca powierzchniom nieprzepuszczalnym, takim jak: parkingi, chodniki czy ścieżki rowerowe. Konsekwencją idącego w tym kierunku rozwoju jest intensywny wzrost uszczelnienia nawierzchni zlewni. W obliczeniach ujęto ten proces poprzez zwiększanie wartości współczynnika spływu powierzchniowego ψ . Ponieważ w rozważanym przypadku do istniejącej zlewni nie są dołączane dodatkowe tereny, założono, że czas trwania deszczu miarodajnego do projektowania sieci nie będzie ulegał zmianom. Sytuację nazywaną w dalszych rozważaniach wariantem I przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Schemat zlewni ulegającej uszczelnieniu (wariant I): a) stan początkowy, b) zlewnia po wzroście uszczelnienia powierzchni; F – powierzchnia zlewni, F_{zr1} – początkowa powierzchnia zredukowana zlewni, F_{zr2} – powierzchnia zredukowana zlewni po wzroście uszczelnienia powierzchni, ψ_1 – początkowy współczynnik spływu powierzchniowego, ψ_2 – współczynnik spływu powierzchniowego po wzroście uszczelnienia powierzchni, T_p – czas dopływu ścieków do zbiornika retencyjnego, ZR – wielokomorowy zbiornik retencyjny, VW_1 – wymagana objętość zbiornika wielokomorowego dla stanu początkowego, VW_2 – wymagana objętość zbiornika wielokomorowego po wzroście uszczelnienia nawierzchni

Objętość zbiornika retencyjnego zależy nie tylko od zmiennych w czasie parametrów charakteryzujących zlewnię, ale głównie od współczynnika redukcji przepływu ścieków w zbiorniku β . Wraz ze wzrostem powierzchni uszczelnionej następuje zwiększenie odpływu deszczowego, co prowadzi do przyrostu strumienia ścieków odprowadzanych systemem kanalizacyjnym. Założenie to posłużyło za podstawę do przeprowadzenia analizy wpływu przyrostu powierzchni uszczelnionej na zmianę wielkości współczynnika redukcji przepływu β przy zachowaniu stałego odpływu ścieków ze zbiornika. Wraz ze zmianami w rozwijającej się zlewni zachodzą zmiany w parametrach miarodajnych do projektowania zbiornika, takich jak czas TMW .

Kolejny wariant rozważa przypadek, gdzie istniejący system kanalizacyjny jest powiększany o nowe zlewnie. W wariancie obliczeniowym II analizuje się zatem wpływ zmienności wielkości powierzchni zredukowanej poprzez dołączanie nowych terenów do zlewni, a przez to wpływ zmienności czasu miarodajnego do projektowania sieci T_p na wymaganą użytkową objętość zbiornika. Całkowita powierzchnia uszczelniona nowego obszaru zależy od wielkości dołączonej powierzchni oraz od stopnia jej zurbanizowania. Przykład wariantu II przedstawiono na rys. 2.

Parametry obliczeniowe do wyznaczania objętości zbiorników retencyjnych dla sieci nowo projektowanych ustala się na dłuższy przedział czasowy i już na etapie projektowania należy uwzględnić zmiany, które mogą mieć miejsce w zlewni i znacząco wpłynąć na cały układ. Taka analiza zmniejsza prawdopodobieństwo wystąpienia zakłóceń w działaniu systemu kanalizacyjnego.

Rozważania dotyczące wpływu przyrostu powierzchni zredukowanej na poszukiwaną objętość zbiornika retencyjnego według wariantu I obejmują obliczanie pojemności obiektu dla założonej stałej powierzchni zlewni oraz dla zmiennego współczynnika spływu powierzchniowego ψ . Objętość zbiornika wielokomorowego obliczono ze wzorów (1) i (2), uwzględniając stosunek czasu miarodajnego do projektowania sieci T_p do czasu miarodajnego do projektowania zbiornika retencyjnego TMW [1]:

- dla $TMW \geq T_p$

$$VW = (K_d \cdot TMW^{-n} - QO)(TMW - K_d^{-1} \cdot QO \cdot T_p \cdot TMW^n) \cdot 60 \quad (1)$$

- dla $TMW < T_p$

$$VW = (K_d \cdot T_p^{-1} \cdot TMW^{1-n} - QO)(TMW - QO \cdot T_p^2 \cdot K_d^{-1} \cdot TMW^{n-1}) \cdot 60 \quad (2)$$

gdzie: VW – objętość zbiornika wielokomorowego [m^3],

K_d – parametr dopływu [$m^3 \cdot s^{1-n}$],

TMW – czas trwania deszczu miarodajny do obliczania objętości zbiorników wielokomorowych [min],

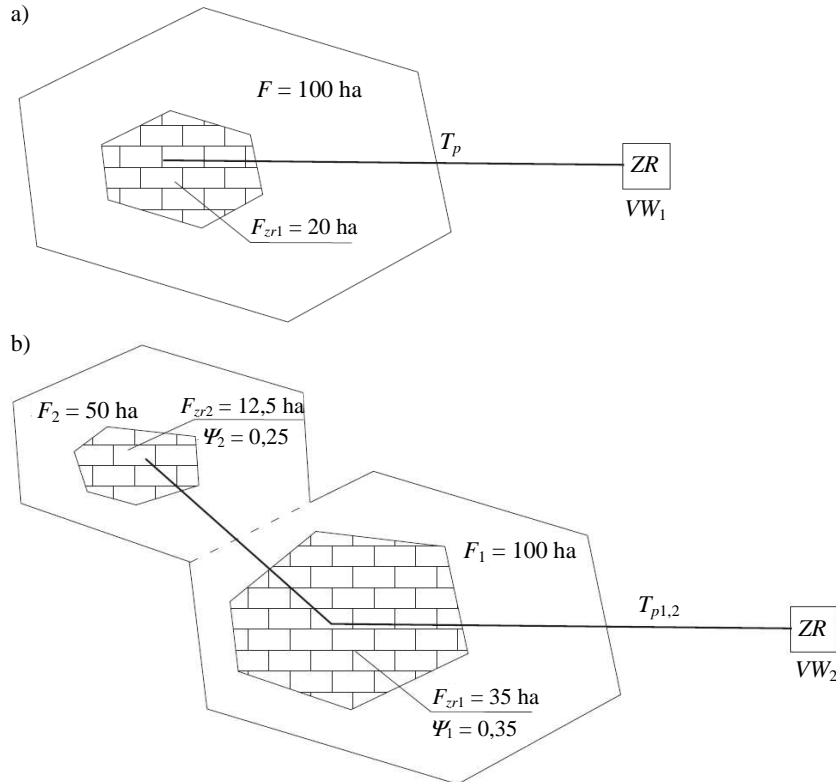
QO – odpływ ścieków ze zbiornika [m^3/s],

T_p – czas trwania deszczu miarodajny do projektowania sieci [min].

Korzystając z opracowanych zależności [1], obliczono miarodajny czas TMW , krytyczny do wymiarowania zbiornika wielokomorowego, ze wzoru:

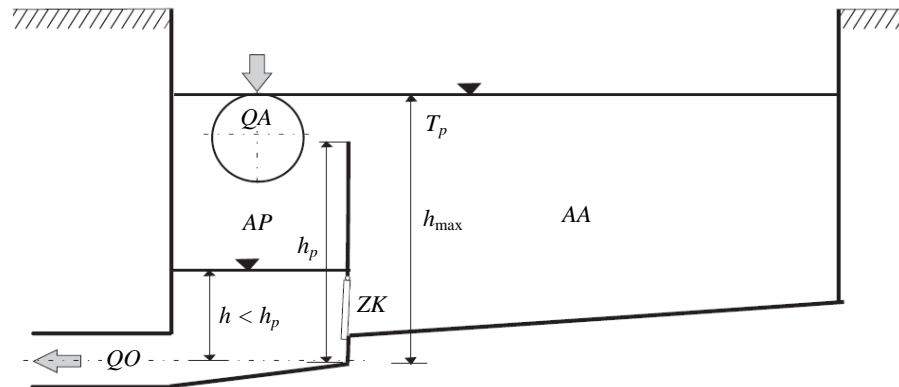
$$TMW = T_p \cdot \delta \quad (3)$$

gdzie δ jest współczynnikiem przeliczeniowym do obliczania deszczu miarodajnego przy wymiarowaniu zbiorników wielokomorowych.



Rys. 2. Schemat zlewni z przyrostem powierzchni zlewni F oraz przyrostem powierzchni zredukowanej F_{zr} dla wariantu II: a) stan początkowy, b) zlewnia po przyłączeniu nowych powierzchni; F – początkowa powierzchnia zlewni, F_1 – powierzchnia dołączonej zlewni, F_{zr1} – początkowa powierzchnia zredukowana zlewni, F_{zr2} – powierzchnia zredukowana dołączonej powierzchni, Ψ_1 – początkowy współczynnik spływu powierzchniowego, Ψ_2 – współczynnik spływu powierzchniowego dołączonej powierzchni, T_p – czas dopływu ścieków do zbiornika dla stanu początkowego, $T_{p1,2}$ – całkowity czas dopływu ścieków do zbiornika po przyłączeniu do zlewni nowych powierzchni, ZR – wielokomorowy zbiornik retencyjny, VW_1 – wymagana objętość zbiornika wielokomorowego dla stanu początkowego, VW_2 – wymagana objętość zbiornika wielokomorowego po dołączeniu nowych zlewni

Przedmiotem obliczeń jest objętość grawitacyjnego zbiornika dwukomorowego (rys. 3.) według koncepcji przedstawionej w pracy [2].



Rys. 3. Schemat zbiornika retencyjnego dwukomorowego [2]; QA – strumień ścieków dopływających do zbiornika, QO – strumień ścieków odpływających ze zbiornika, AP – komora przepływowa, AA – komora akumulacyjna, ZK – zawór klapowy otwierany do komory przepływowej AP , h – chwilowe napowietrzenie w komorze przepływowej, h_{max} – wysokość maksymalnego napowietrzenia ścieków w zbiorniku, h_p – wysokość usytuowania korony przelewu

3. Analiza przypadków

Wariant I został ukazany jako klasyczny przypadek zlewni rozwijającej się, gdzie w wyniku procesów urbanizacyjnych dochodzi do uszczelniania nawierzchni, a przez to do zwiększenia strumienia ścieków deszczowych spływających siecią kanalizacyjną. W warunkach obliczeniowych sytuację tę ukazano poprzez zmianę wielkości (wzrost) współczynnika spływu powierzchniowego ψ przy zachowaniu stałej powierzchni zlewni. Obliczenia wykonano dla różnych powierzchni, równych kolejno 25 ha, 50 ha, 100 ha oraz 200 ha, przyjmując założenia jak w tab. 1. Wyznaczanie objętości zbiornika retencyjnego VW przeprowadzono, uwzględniając różne wartości współczynnika redukcji przepływu β , począwszy od 0,1, a kończąc na wartości równej 1,0.

Tabela 1. Założenia do obliczeń objętości VW zbiornika retencyjnego w zależności od wzrostu wielkości powierzchni zredukowanej

H	C	ψ	F			
[mm]	[lata]	-	[ha]			
600	2	0,10	25	50	100	200
		0,15				
		...				
		0,95				
		1,00				

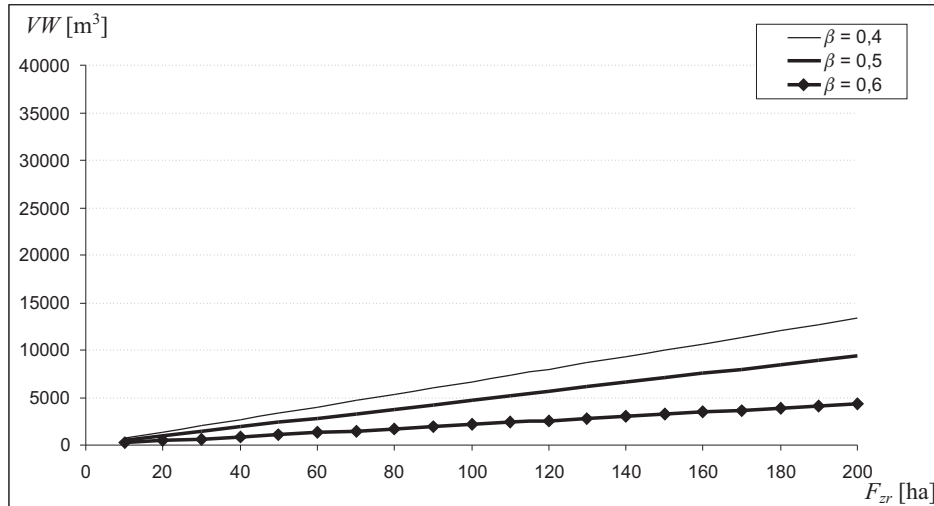
Wyniki obliczeń objętości zbiornika VW dla przykładowej 50-hektarowej zlewni zestawiono w tab. 2. Z uwagi na brak dopływów z nowych zlewni przyjęto, że czas miarodajny do projektowania sieci T_p pozostanie stały względem przyrostu powierzchni uszczelnionej.

Tabela 2. Zmiana odpływu ścieków ze zbiornika retencyjnego w zależności od przyrostu powierzchni uszczelnionej F_{zr} dla danych: $H = 600$ mm i $C = 2$ lata

F	ψ	F_{zr}	T_p	QA	β	QO	TMW	V
[ha]	-	[ha]	[min]	[m ³ /s]	-	[m ³ /s]	[min]	[m ³]
50	0,05	2,5	40	0,14	0,6	0,08	36,8	26
50	0,10	5,0	40	0,28	0,6	0,17	36,8	52
50	0,15	7,5	40	0,42	0,6	0,25	36,8	79
50	0,20	10,0	40	0,56	0,6	0,33	36,8	105
50	0,25	12,5	40	0,69	0,6	0,42	36,8	131
50	0,30	15,0	40	0,83	0,6	0,50	36,8	157
50	0,35	17,5	40	0,97	0,6	0,58	36,8	184
50	0,40	20,0	40	1,11	0,6	0,67	36,8	210
50	0,45	22,5	40	1,25	0,6	0,75	36,8	236
50	0,50	25,0	40	1,39	0,6	0,83	36,8	262
50	0,55	27,5	40	1,53	0,6	0,92	36,8	289
50	0,60	30,0	40	1,67	0,6	1,00	36,8	315
50	0,65	32,5	40	1,81	0,6	1,08	36,8	341
50	0,70	35,0	40	1,94	0,6	1,17	36,8	367
50	0,75	37,5	40	2,08	0,6	1,25	36,8	394
50	0,80	40,0	40	2,22	0,6	1,33	36,8	420
50	0,85	42,5	40	2,36	0,6	1,42	36,8	446
50	0,90	45,0	40	2,50	0,6	1,50	36,8	472
50	0,95	47,5	40	2,64	0,6	1,58	36,8	499
50	1,00	50,0	40	2,78	0,6	1,67	36,8	525

Jeżeli dochodzi do wzrostu powierzchni uszczelnionych, oznacza to nową sytuację w zlewni położonej powyżej zbiornika retencyjnego. Wraz z przyrostem powierzchni zredukowanej F_{zr} , który często następuje w wyniku postępującej urbanizacji terenów odwadnianych, dochodzi do zwiększenia strumienia ścieków dopływających do zbiornika retencyjnego. W rozważanym przykładzie sieć kanalizacyjna nie ulega rozbudowie, wobec czego czas T_p , a tym samym TMW w tym przypadku nie ulegają zmianie.

Zależność wpływu przyrostu powierzchni uszczelnionej na objętość zbiornika dla trzech różnych wielkości współczynnika redukcji strumienia ścieków β przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Zależność objętości zbiornika retencyjnego VW od przyrostu powierzchni zredukowanej dla wariantu I przy zmiennej wartości odpływu QO dla danych: $F = 200$ ha, $H = 600$ mm i $C = 2$ lata

Z uwagi na fakt, że odpływ ścieków ze zbiornika retencyjnego jest ustalany już w fazie projektowania obiektu, na podstawie pewnej stałej wartości współczynnika redukcji odpływu β , w nowych warunkach obliczeniowych wzrost strumienia dopływających ścieków może wpłynąć na zwiększenie odpływu QO ze względu na podtopienie kolektora dopływowego w wyniku przepełnienia zbiornika retencyjnego. Dla stałej wartości parametru β wymagana pojemność zbiornika retencyjnego zwiększa się liniowo w stosunku do wzrostu uszczelnienia nawierzchni, co ukazano na rys. 4. Podobne rezultaty otrzymano w wyniku badań symulacyjnych dla zbiornika grawitacyjno-pompowego na kanalizacji ogólnospławnej [3]. Grawitacyjny odpływ ze zbiornika retencyjnego najczęściej jest realizowany poprzez otwory z zaworami klapowymi, wobec czego przepustowość otworu wylotowego o danym przekroju poprzecznym będzie oscylować, w zależności od prędkości, wokół pewnej stałej wartości. Można zatem wnioskować, że projektowana dla określonych warunków przestrzeń retencyjna w dłuższej perspektywie czasowej stanie się niewystarczająca. W przypadku gdy ścieki odprowadzane są pompowo, rozwiązaniem problemu zwiększonego dopływu ścieków może być uruchomienie dodatkowych zespołów pompowych, które spowodują zwiększenie odpływu QO proporcjonalnie do wzrostu dopływu QA , ale pod warunkiem, że sieć poniżej zbiornika przyjmuje dodatkowe ΔQO . Rozwiązanie to jednak może skutkować koniecznością rozbudowy oczyszczalni ścieków, z uwagi na zwiększoną ilość dopływających do niej ścieków.

Chcąc zachować stałą wartość odpływu QO ze zbiornika, należy już na etapie projektowania przeprowadzić symulację zmienności współczynnika β

względem wzrostu strumienia dopływających ścieków QA , której wyniki zestawiono w tab. 3.

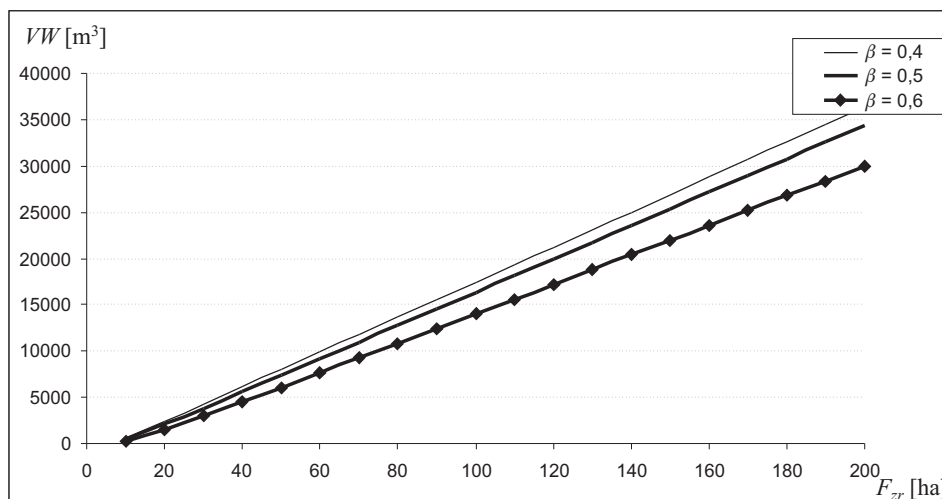
Tabela 3. Zmienność współczynnika redukcji β w zależności od przyrostu powierzchni uszczelnionej F_z przy zachowaniu stałego odpływu ze zbiornika dla danych: $H = 600$ mm i $C = 2$ lata

F	ψ	F_z	T_p	QA	β	QO	T_m	V
[ha]	-	[ha]	[min]	[m ³ /s]	-	[m ³ /s]	[min]	[m ³]
50	0,05	2,5	40	0,13	0,40	0,05	47,6	116
50	0,10	5	40	0,25	0,20	0,05	101,8	465
50	0,15	7,5	40	0,38	0,13	0,05	179,4	919
50	0,20	10	40	0,51	0,10	0,05	261,4	1456
50	0,25	12,5	40	0,64	0,08	0,05	347,8	2065
50	0,30	15	40	0,76	0,07	0,05	434,8	2735
50	0,35	17,5	40	0,89	0,06	0,05	571,4	3471
50	0,40	20	40	1,02	0,05	0,05	714,3	4260
50	0,45	22,5	40	1,14	0,04	0,05	952,4	5093
50	0,50	25	40	1,27	0,04	0,05	952,4	5980
50	0,55	27,5	40	1,40	0,04	0,05	952,4	6869
50	0,60	30	40	1,52	0,03	0,05	1538,5	7865
50	0,65	32,5	40	1,65	0,03	0,05	1538,5	8908
50	0,70	35	40	1,78	0,03	0,05	1538,5	9951
50	0,75	37,5	40	1,91	0,03	0,05	1538,5	10995
50	0,80	40	40	2,03	0,02	0,05	2857,1	11932
50	0,85	42,5	40	2,16	0,02	0,05	2857,1	13215
50	0,90	45	40	2,29	0,02	0,05	2857,1	14499
50	0,95	47,5	40	2,41	0,02	0,05	2857,1	15782
50	1,00	50	40	2,54	0,02	0,05	2857,1	17066

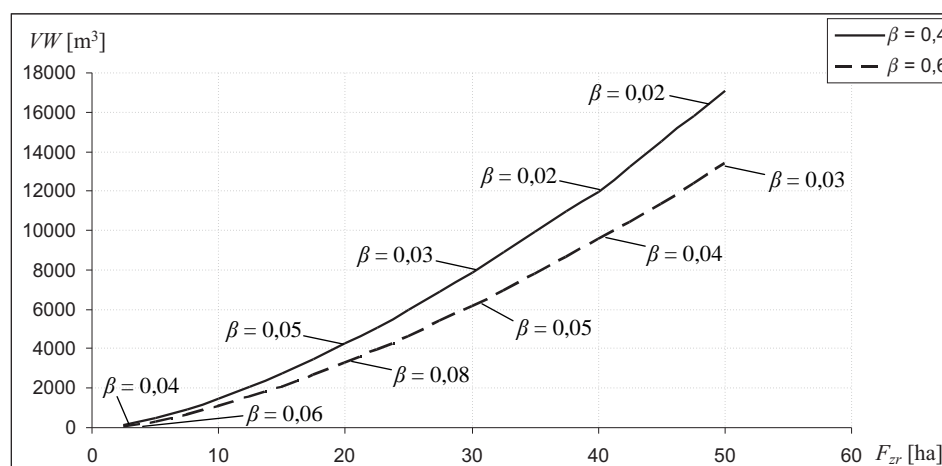
Zależność wpływu przyrostu powierzchni uszczelnionej na objętość zbiornika przy zachowaniu stałego odpływu ze zbiornika przedstawiono na rys. 5.

Projektując zbiornik na podstawie stałego stopnia redukcji przepływu ścieków, nie można zagwarantować, że wraz ze zmianą parametrów projektowych otrzymana pojemność obiektu będzie wystarczająca. Wyniki obliczeń zamieszczone w tab. 3. wskazują na to, że objętość zbiornika będzie się zwiększać. Początkowe założenie obliczeniowe o stałym β w dłuższej perspektywie czasowej okazuje się być jedynie pobożnym życzeniem i znacznie odbiega od początkowych ustaleń. Zależność objętości retencyjnej od powierzchni zredukowanej zlewni przedstawia się w tym przypadku w sposób nieliniowy, co zobrazowano na rys. 6.

Nieco inaczej wygląda rozkład wynikowych wartości obliczeniowych dla wariantu II, gdzie system ulega rozszerzeniu o nowe zlewnie, co przedstawiono w tab. 4. Dynamikę wzrostu objętości wraz z przyłączaniem do systemu kanalizacyjnego nowych zlewni przedstawiono na rys. 7.



Rys. 5. Zależność objętości zbiornika retencyjnego VW od przyrostu powierzchni zredukowanej dla wariantu I, przy zachowaniu stałego odpływu QO ze zbiornika dla danych: $F = 200$ ha, $H = 600$ mm i $C = 2$ lata



Rys. 6. Zależność objętości zbiornika retencyjnego VW od przyrostu powierzchni zredukowanej dla wariantu I, przy zachowaniu stałego odpływu QO ze zbiornika dla danych: $F = 50$ ha, $H = 600$ mm i $C = 2$ lata

Jeżeli do układu dołączane są nowe powierzchnie, powoduje to wydłużenie czasu dopływu ścieków do zbiornika. Zależność objętości VW od przyrostu powierzchni zlewni F układu się tutaj nieliniowo, co podkreśla zmienność parametrów projektowych w czasie eksploatacji systemu, a przez to dynamikę wzrostu wymaganej objętości. W rozważanym przypadku oprócz przyrostu powierzchni

Tabela 4. Zmiana odpływu ścieków ze zbiornika retencyjnego w zależności od przyrostu powierzchni zlewni F przy zmiennym współczynniku spływu ψ dla danych: $H = 600$ mm i $C = 2$ lata

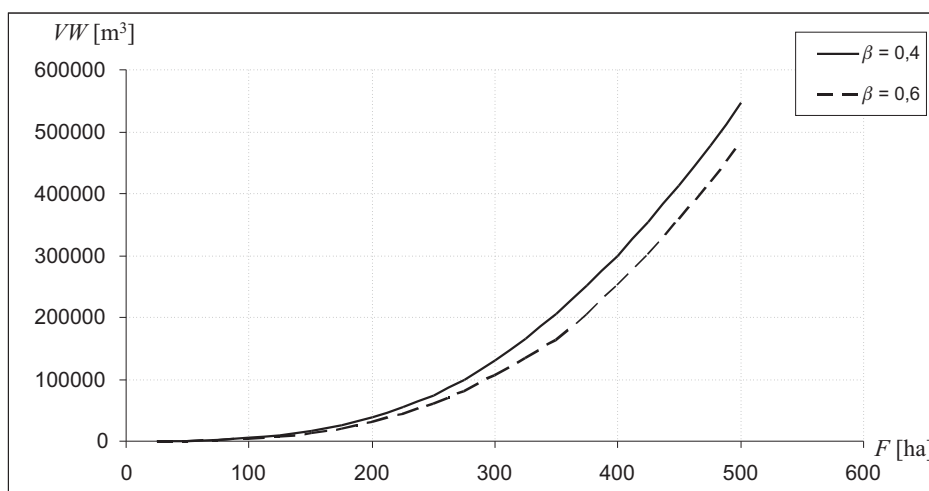
F	ψ	F_x	T_p	q_{dm}	QA	β	QO	T_m	V
[ha]	-	[ha]	[min]	[dm ³ /s]	[dm ³ /s]	-	[m ³ /s]	[min]	[m ³]
25	0,05	1,25	20	80,66	0,10	0,6	0,06	18,5	15
50	0,10	5,00	40	50,81	0,25	0,6	0,15	36,9	76
75	0,15	11,25	50	43,79	0,49	0,6	0,30	46,2	184
100	0,20	20,00	60	38,78	0,78	0,6	0,47	55,4	347
125	0,25	31,25	75	33,42	1,04	0,6	0,63	69,3	584
150	0,30	45,00	90	29,59	1,33	0,6	0,80	83,1	894
175	0,35	61,25	105	26,70	1,64	0,6	0,98	97,0	1281
200	0,40	80,00	120	24,43	1,95	0,6	1,17	110,8	1748
225	0,45	101,25	135	22,58	2,29	0,6	1,37	124,7	2301
250	0,50	125,00	150	21,05	2,63	0,6	1,58	138,5	2942
275	0,55	151,25	165	19,76	2,99	0,6	1,79	152,4	3674
300	0,60	180,00	180	18,64	3,36	0,6	2,01	166,2	4500
325	0,65	211,25	195	17,67	3,73	0,6	2,24	180,1	5424
350	0,70	245,00	210	16,82	4,12	0,6	2,47	193,9	6447
375	0,75	281,25	225	16,07	4,52	0,6	2,71	207,8	7572
400	0,80	320,00	240	15,39	4,92	0,6	2,95	221,6	8802
425	0,85	361,25	255	14,78	5,34	0,6	3,20	235,5	10139
450	0,90	405,00	270	14,23	5,76	0,6	3,46	249,3	11584
475	0,95	451,25	285	13,72	6,19	0,6	3,72	263,2	13141
500	1,00	500,00	300	13,26	6,63	0,6	3,98	277,0	14810

uszczelnionej obserwuje się wydłużenie czasu dopływu ścieków do zbiornika, a w konsekwencji czasu miarodajnego do projektowania zbiornika wielokomorowego TMW . Powoduje to wzrost wymaganej objętości w stosunku do przyrostu powierzchni uszczelnionej (rys. 8.) intensywniejszy od występującego w wariancie I, gdzie powierzchnia zlewni była stała, a system kanalizacyjny nie ulegał rozbudowie.

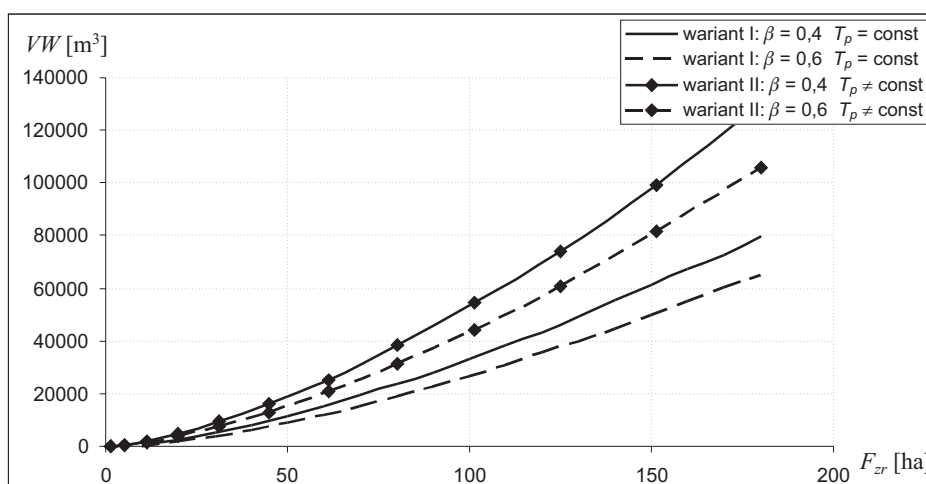
Projektowanie zbiornika retencyjnego jest zadaniem niezwykle złożonym. W tabeli 5. zestawiono wyniki obliczeń objętości jednostkowej według nomogramów Błaszczyka [4, 5] i porównano je z objętością uzyskaną w czasie prowadzonej przez autorów analizy, przypadającą na 1 ha powierzchni zredukowanej dla wybranych współczynników redukcji β .

Podczas gdy nie ma istotnych różnic między wartościami objętości jednostkowych dla wariantu I, to w wariancie II wyniki znacznie się od siebie różnią. Niewątpliwie ma na to wpływ zmiana czasu dopływu do zbiornika, gdy dołączane są do systemu nowe zlewnie. Jest to kolejny wniosek, który przemawia za

dokładną analizą powierzchni odwadnianej na etapie projektowania zbiornika retencyjnego.



Rys. 7. Zależność wymaganej objętości zbiornika VW od przyrostu powierzchni F dla zmiennego czasu przepływu T_p i przy zachowaniu stałej wartości odpływu QO dla wariantu II



Rys. 8. Zależność wymaganej objętości zbiornika VW od przyrostu powierzchni szczelnej F_{zr} przy zachowaniu stałej wartości odpływu QO dla wariantów I i II

Tabela 5. Porównanie objętości jednostkowych V_j otrzymanych przez autorów i objętości jednostkowych V_{jBL} wyznaczonych według Błaszczyka

F	F_x	V	β	V_j	V_{jBL}
[ha]	[ha]	[m ³]	-	[m ³ /ha]	[m ³ /ha]
wariant I					
$T_p = \text{const}, QO = \text{const}$					
200	10	8	0,90	1	2
200	20	1034	0,44	52	55
200	30	2674	0,30	89	70
200	40	4656	0,22	116	120
200	50	6921	0,18	138	150
200	60	9429	0,15	157	160
200	70	12163	0,13	174	165
200	80	15085	0,11	189	200
200	90	18214	0,10	202	200
wariant II					
$T_p \neq \text{const}, QO = \text{const}$					
25	1,25	0,90	0	37	1
50	5	0,36	267	109	60
5	11,25	0,18	1183	175	90
100	20	0,12	3007	238	150
125	31,25	0,09	6019	299	190

4. Podsumowanie

Projektowanie zbiornika wielokomorowego jest procesem niezwykle złożonym, wymagającym wielu przemyśleń i analiz, co potwierdzają przeprowadzone rozważania. Wraz z dołączaniem nowych obszarów do zlewni system kanalizacyjny zostaje obciążony większym strumieniem ścieków, przez co rosną wymagania dotyczące bezpieczeństwa, związane z ochroną przed przepełnieniem sieci i jej elementów. Z przeprowadzonych analiz wynika, że przyjmowanie w obliczeniach stałej wartości współczynnika redukcji przepływu β jest niestety idealistyczne. W przypadku wzrostu powierzchni zlewni bądź zwiększania się stopnia jej uszczelnienia następuje zwiększenie wymaganej objętości zbiornika retencyjnego. Sprawa staje się bardziej problematyczna, gdy dotyczy zbiornika uśredniającego, zlokalizowanego przed oczyszczalnią ścieków, która jako obiekt wrażliwszy w całym systemie na zmiany strumienia dopływających ścieków powinna mieć zapewniony w miarę ustabilizowany dopływ. Problem można rozstrzygnąć dwojako: albo dokonując rozbudowy oczyszczalni o kolejne linie technologiczne, albo rozbudowując zbiornik o kolejne komory, których obliczona dodatkowa objętość pozwoli na przetrzymanie ścieków dopływających z nowych zlewni.

Zbiorniki retencyjne należą do niezwykle kosztownych inwestycji, a ich projektowanie wymaga pełnej i wszechstronnej analizy aktualnej charakterystyki zlewni wraz z siecią kanalizacyjną. Projektant powinien mieć możliwość ciągłej współpracy z osobami odpowiedzialnymi za plany zagospodarowania przestrzennego miasta na najbliższe lata. Znając plany rozbudowy terenu skanalizowanego, można dokonywać bardziej realistycznych założeń projektowych, w przyszłości zaś spodziewać się określonych przyrostów dopływających ścieków. Możliwa jest wtedy również analiza zmienności najważniejszych parametrów projektowych. Całe postępowanie mogą w dużej mierze komplikować zmiany wprowadzane do planowanych inwestycji przez osoby odpowiedzialne za zagospodarowanie terenów należących do miasta.

Przewiduje się cykl artykułów dotyczących etapowania inwestycji kanalizacyjnych w zakresie możliwości rozbudowy zbiorników retencyjnych na sieciach kanalizacji ogólnospławnej oraz rozdzielczej.

Literatura

1. Dziopak J.: Analiza teoretyczna i modelowanie wielokomorowych zbiorników kanalizacyjnych, Zakład Graficzny Politechniki Krakowskiej, Kraków 1992.
2. Dziopak J.: Modelowanie wielokomorowych zbiorników retencyjnych w kanalizacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2004.
3. Słyś D.: Retencja zbiornikowa i sterowanie dopływem ścieków do oczyszczalni, Komitet Inżynierii Środowiska PAN, Lublin 2009.
4. Błaszczyk P. (red.): Zasady planowania i projektowania systemów kanalizacyjnych w aglomeracjach miejsko-przemysłowych i dużych miastach, Wydawn. Instytutu Kształtowania Środowiska, Warszawa 1983.
5. Kalinowski M.: Zasady projektowania zbiorników retencyjno-sedymencyjnych ścieków deszczowych, Wydawn. Instytutu Ochrony Środowiska, Warszawa 1990.

IMPACT ANALYSIS OF DRAINAGE AREA INCREASE ON VOLUME OF MULTI-CHAMBER STORAGE RESERVOIRS

Summary

In the paper analysis of the impact of the development of an urban area on the volume of the multi-chamber storage reservoir have been made. The expansion of the sewerage system has been also taken into account. The authors have conducted considerations concerning the possible scenarios for the development of catchment area and simulated changes of the volume of storage reservoir required for the new conditions.

Złożono w Oficynie Wydawniczej w listopadzie 2010 r.