

**Patrycja Mikos-Studnicka
Michał Szydłowski**

PANTA RHEI OCZAMI HYDROLOGA, CZYLI JAK CYSTERSKA STRICZA STAŁA SIĘ WSPÓŁCZESNĄ STRYŻĄ

Słowa kluczowe: zlewnia zurbanizowana, antropopresja, monitoring opadów i przepływów.

PANTA RHEI BY HYDROLOGIST, HOW CISTERCIAN STRICZA BECOME A MODER STRYŻA CREEK

Keywords: urbanized catchment, anthropopressure, stormwater management.

Wstęp

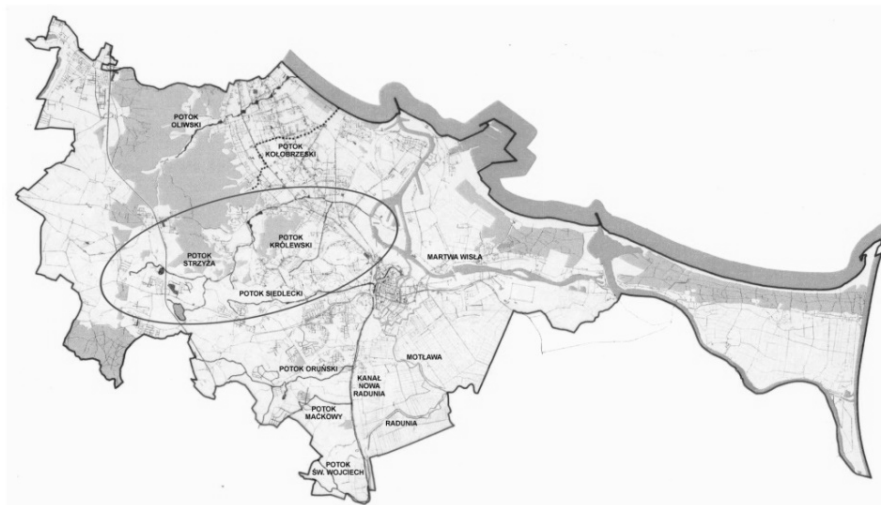
Intensywnie rozwijająca się Aglomeracja Trójmiasta wywiera ogromny wpływ na reżim hydrologiczny rzek leżących w jej obszarze. Do XVIII wieku, gdański Potok Strzyża biegł przez rozległe tereny zielone, a zabudowę jego zlewni stanowiły jedynie dwory z przyległymi folwarkami oraz małe zakłady i kuźnie napędzane wodą. Wraz z pojawieniem się nowych źródeł energii woda utraciła swe znaczenie przemysłowe. Liczne stawy i zbiorniki zostały zasypane, a naturalnie meandrujące odcinki Strzyży uregulowane i częściowo wprowadzone pod ziemię. Czasy, kiedy na potoku zlokalizowane było jedenaście młynów minęły bezpowrotnie. Dziś w zlewni potoku pracuje sześć zbiorników przepływowych z piętrzeniem wody, zaś bieg koryta cieką poddawany jest kolejnym przekształceniom. Charakter zlewni, a w szczególności sposób jej użytkowania oraz stopień uszczelnienia uległ znaczącym przemianom. Niniejszy artykuł jest próbą oszacowania i porównania odpływu wód opadowych ze zlewni Potoku Strzyża dla stanu zagospodarowania z początku XX wieku, z odpływem obserwowanym obecnie. Do tego celu wykorzystano numeryczny model opad- odpływ opracowany w Katedrze Hydrotechniki Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej.

1. Przemiany zlewni Potoku Strzyża

1.1. Charakterystyka Potoku Strzyża

Potok Strzyża jest największym gdańskim potokiem. Przepływając przez środek miasta pełni on rolę ważnego odbiornika wód opadowych i roztopowych. (Rysunek 1).

Rysunek 1. Sieć hydrograficzna Gdańska z zaznaczonym Potokiem Strzyża.



Źródło: Gdańskie Melioracje

Obszar źródłowy Strzyży leży pośród wzgórz Migowskich, całkowita powierzchnia zlewni to ok. 34 km². Dzięki bogatej rzeźbie polodowcowej w górnej części zlewni potok ma charakter górski. Konsekwencją jest intensywny transport rumowiska oraz silna erozja dna i zboczy (Rysunek 2). Wzniesienia terenu sięgają tu nawet 160 m n.p.m., a spadki zawierają się w przedziale 0,5 % – 5%.

Rysunek 2. Koryto Potoku Strzyża w Rezerwacie Lasy w Dolinie Strzyży.



Źródło: własne.



Długość całkowita potoku wynosi ok. 13 km, średni przepływ przy ujściu do Martwej Wisły to 0,175 m³/s [5]. W dolnym biegu potok płynie naprzemiennie w kanale otwartym lub zamkniętym, podążając przez zwartą zabudowę miejską (Rysunek 3) i ostatecznie uchodząc do Martwej Wisły.

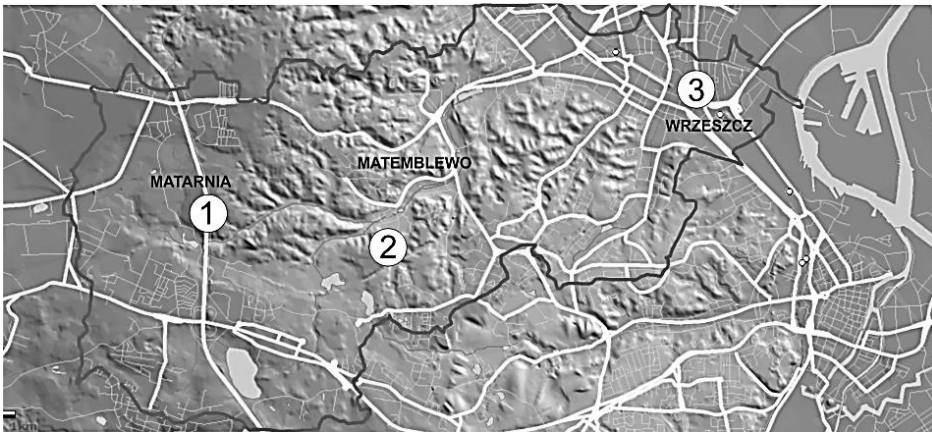
Rysunek 3. Rejon Alei Żołnierzy Wyklętych w Gdańsku z widocznym zbiornikiem retencyjnym Srebrzysko, Potok Strzyża płynąc częściowo bajpasem, a częściowo przez zbiornik, kieruje się w stronę Alei Grunwaldzkiej.



Źródło: Pomorska Kolej Metropolitalna.

Ciek lewostronnie zasilany jest przez Potok Matarnicki, a prawostronnie przez potoki Jasień i Królewski (Rysunek 4).

Rysunek 4. Granica zlewni Potoku Strzyża wraz z dopływami: 1. Potok Matarnicki, 2. Potok Jasień, 3. Potok Królewski.



Podkład mapowy – źródło: <http://www.gis.gdansk.pl>.

W zlewni Potoku Strzyża znajduje się jedenaście zbiorników retencyjnych, w tym dwa naturalne i dziewięć sztucznych (Tablica 1).

Tablica 1. Zbiorniki retencyjne w zlewni Potoku Strzyża.

Zbiornik	Powierzchnia (ha)	Pojemność retencyjna (m ³)
Kiełpinek	3,67	60 000
Nowiec II	0,52	8 336
Górne Młyny	0,42	2 630
Ogradowa	0,30	1 500
Potokowa-Słowackiego	0,30	6 700
Srebrniki	2,58	64 500
Kilińskiego	0,46	16 000
Jezioro Jasień (8)	21,12	264 028
Zbiornik Jasień (9)	3,75	48 487
Wileńska (10)	1,28	7 070
Uphagena (11)	0,10	600

1.2. Historia osadnictwa w zlewni Potoku Strzyża

Woda od zarania dziejów stanowiła paradygmat rozwoju cywilizacji, kultury i kształtowania krajobrazu [11]. Związek człowieka z wodą jest równie silnie widoczny w przypadku omawianej zlewni. Ślady osadnictwa w rejonie Potoku Strzyża, czyli obszarze współczesnej dzielnicy Gdańska–Strzyży, datowane są na X wiek naszej ery. Położona w pobliżu osada Oliwa, wraz z wioskami Brętowo, Nowiec, Niedźwiednik, Jaśkowy Młyn, Kamienny Młyn, od końca XIII wieku zarządzane były przez opactwo oliwskich Cystersów. Potok Strzyża przepływał w tym czasie przez dwie wsie Górną i Dolną Strzyżę. W roku 1188 gdański książę Sambor I wydał dekret zezwalający Cystersom budować na Strzyży obiekty przemysłowe napędzane wodą: „Insuper ipsis libertatem conferimus construendi molendina in rivulo, qui Stricza nominatur...Dalej, pozwalamy im pobudować jeden mały młyn nad potokiem Strzyżą.” (fragment dekretu wydanego przez księcia Sambora I, źródło: Archiwum Państwowe w Gdańsku).

Cystersi dobrze wykorzystali nadane im przywileje. Od tego czasu teren zlewni potoku oddawany był w dziedziczne dzierżawy, głównie rodóm niemieckich przedsiębiorców. Wykorzystując naturalny bieg cieku budowano tu liczne młyny, tartaki, folusze, cegielnie oraz kuźnie wodne, w tym srebra i miedzi. W szczytowym okresie w zlewni Strzyży działało jedenaście młynów



o różnym przeznaczeniu. Od połowy XVI wieku przy osadzie Kleinhammer funkcjonował browar zasilany wodami potoku (Rysunek 5.). Zakład zyskał swą świetność na początku XVIII wieku, kiedy to nad stawem parkowym wybudowany został murowany rokokowy dwór, otoczony wyśmienitym parkiem ozdobionym rzeźbami Daniela Eggerta (www.browargdanski.pl).

Rysunek 5. Fragment planu Wrzeszcza z 1807 r. z widocznym majątkiem Kleinhammer i Potokiem Strzyża.

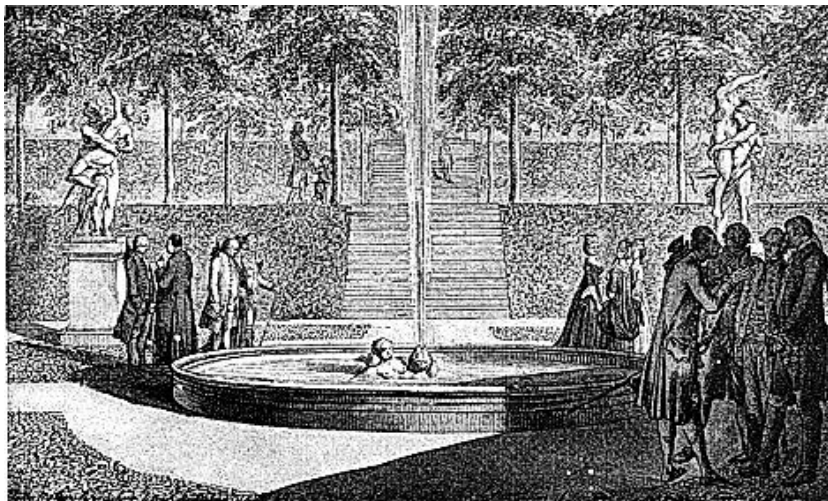


Źródło: Biblioteka Gdańska PAN.

U schyłku XVIII wieku charakter zlewni Potoku Strzyża zaczął ulegać zmianie. Był to okres rozkwitu budownictwa mieszczańskiego oraz licznie powstających, ozdobianych ogrodami, stawami i fontannami, rezydencji bogatych gdańszczan (Rysunek 6).



Rysunek 6. XVIII wieczna grafika Daniela Chodowieckiego przedstawiająca ogród przed pałacem gdańskiego armatora Rottenburgh'a, zaaranżowany nad Potokiem Strzyża.



Źródło: www.dawnygdansk.pl

W 1814 r. Strzyżę Dolną wraz z Wrzeszczem przyłączono do Gdańska. Wieś Strzyża Górna, według spisu z 1864 roku, liczyła 436 mieszkańców zamieszkujących 28 domostw. Dodatkowo znajdowało się w niej 6 obiektów przemysłowych oraz 26 wolnych od podatku. W 1902 osadę, liczącą już 2565 mieszkańców, przyłączono do Gdańska [3].

Wiek XIX to epoka pary wodnej, energii elektrycznej i spalinowej, a co za tym idzie intensywnego rozwoju rejonu dzisiejszego Wrzeszcza. Woda utraciła swoje przemysłowe znaczenie, czego konsekwencją było zasypywanie nieużytkowanych zbiorników i stawów. Dawna zabudowa o charakterze wiejskim w części centralnej została zastąpiona dzielnicami willowymi i kamienicami (www.danzig-online.pl). Do roku 1910 wybudowano wiele nowych ulic, a Potok Strzyża w znacznej mierze skanalizowano, bądź odcinkami wprowadzono pod ziemię. Towarzyszące dworom zakłady przemysłowe oraz tereny zielone degradowano rzecz taniego budownictwa mieszkalnego, fabryk oraz tras komunikacyjnych.

1.3. Wiek XX oraz czasy współczesne

Na początku XX wieku przekształcenia zlewni Potoku Strzyża były szczególnie widoczne w jej środkowej i dolnej części. Tkanka miejska rozrastała się i zagęszczała zwłaszcza w rejonach głównych szlaków komunikacyjnych i terenów przemysłowych. Oszacowano, że uszczelnione było wówczas 20% całkowitej powierzchni zlewni (Rysunek 7).



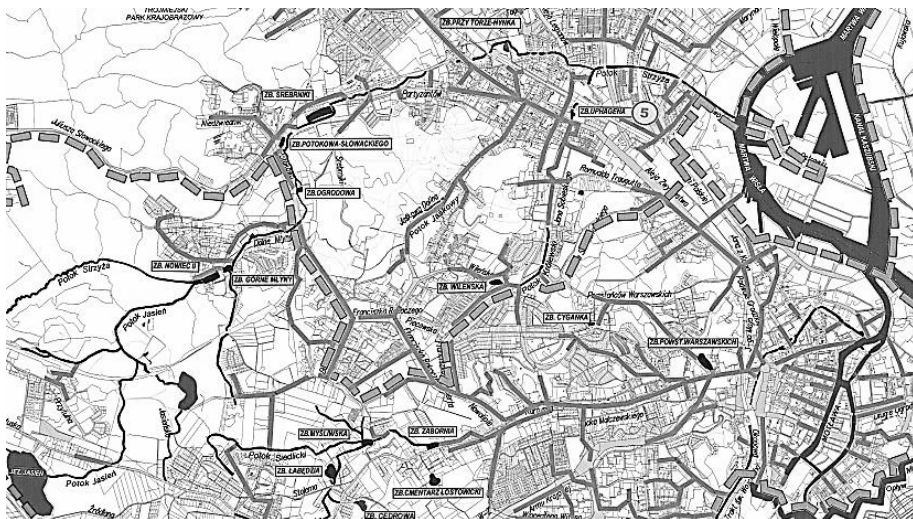
Rysunek 7. Zagospodarowanie zlewni Potoku Strzyża wraz z zabudową hydro-techniczną w roku 1933.



Podkład mapowy – źródło: archiwum Politechnik Gdańskiej.

Obecnie, atrakcyjnymi terenami pod różnego rodzaju inwestycje stały się także okalające Gdańsk wzgórza morenowe, leżące w obszarze źródłowym ciek. W górnej części zlewni potoku gwałtownie przybywa powierzchni uszczelnionych, mniej lub całkowicie nieprzepuszczalnych, o zmienionym działalnością człowieka spadku i współczynnikiem szorstkości (Rysunek 8).

Rysunek 8. Zagospodarowanie zlewni Potoku Strzyża wraz z zabudową hydro-techniczną stan obecny.



Źródło: Gdańskie Melioracje.

Na podstawie dokumentacji technicznej, map oraz wizji lokalnych ustalono, że w roku 2011 użytkowanych było blisko 40% powierzchni zlewni Potoku Strzyża [7] (Tablica 2). Szacunkowo procentowy udział terenów zamieszkałych oraz handlowo-przemysłowych wraz z drogami i ulicami, w roku 2016 sięgnął 50%.

Tablica 2. Użytkowanie powierzchni zlewni Potoku Strzyża w roku 2011.

Rodzaj powierzchni zlewni	Pole powierzchni (km ²)	Udział procentowy (%)
Tereny handlowe i przemysłowe	1,153	3,40
Tereny zamieszkałe	11,312	33,39
Drogi i ulice	0,637	1,88
Tereny otwarte: łąki, parki, ogródki działkowe	11,390	33,62
Lasy	9,033	26,66
Wody	0,358	1,06
Zlewnia – suma	33,883	100,00

2. Antropogeniczna zmiana odpływu ze zlewni Potoku Strzyża

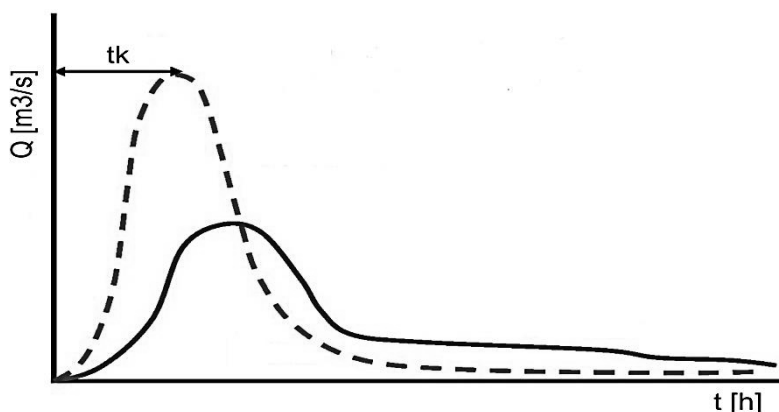
2.1. Zagrożenie powodziowe

Na przestrzeni osiemdziesięciu lat intensywnej urbanizacji zlewni potoku, zmianie uległ hydrogram odpływu wód opadowych. Chodzi tu głównie o wzrost ilości i tempa spływu wód po powierzchni terenu i w korytach cieku. Pierwotny cykl hydrologiczny, w tym takie procesy jak retencja naturalna, infiltracja, czy przepływ podziemny, w wyniku działalności ludzkiej ulegają znacznemu zaburzeniu, czego wynikiem jest zmiana charakteru oraz wzrost dynamiki spływu powierzchniowego [2].

Przykładowy hydrogram odpływu ze zlewni zurbanizowanej oraz zlewni przed urbanizacją przedstawiono na rysunku 9. Po urbanizacji skróceniu ulega czas wystąpienia przepływu maksymalnego, zwiększa się maksymalne natężenie przepływu oraz całkowita objętość odpływu ze zlewni, zaś przepływ podziemny zostaje zredukowany.



Rysunek 9. Hydrogram odpływu ze zlewni przed urbanizacją – linia ciągła, hydrogram odpływu ze zlewni po urbanizacji – linia przerywana.



Źródło: [4]

Transformacja opadu atmosferycznego w odpływ na terenach miejskich, cechuje się skróconym czasem koncentracji i recesji opadu, a także wzrostem objętości spływu powierzchniowego [10]. Antropogeniczne przemiany powierzchni zlewni, w połączeniu z coraz częściej występującymi gwałtownymi zjawiskami pogodowymi, skutkują zwiększeniem liczby powodzi typu flash floods, tj. powodzi błyskawicznych. Jest to zjawisko wysoce niekorzystne zarówno ze względów ekonomicznych, jak i komfortu życia oraz bezpieczeństwa mieszkańców miast [6].

Obrazem przemian, które zaszły w zlewni Potoku Strzyża na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat, są powtarzające się wylania potoku oraz groźne awarie obiektów hydrotechnicznych [8]. W 2001 roku po opadzie dobowym wynoszącym ok 130 mm, pękła zapora czołowa zbiornika Srebrzysko zalewając niżej położone dzielnice Gdańska oraz główne arterie miasta, w tym Aleję Grunwaldzką. Z kolei w roku 2010 po trwającym dwie doby opadzie uszkodzeniu uległa zapora zbiornika retencyjnego Nowiec II w Matemblewie.

2.2. Monitoring opadów i przepływów w zlewni Potoku Strzyża

W latach 2011–2013 zespół naukowy Katedry Hydrotechniki, Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechniki Gdańskiej, zrealizował projekt badawczo-rozwojowy pt. „Monitorowanie, modelowanie i analiza zagrożenia powodziowego w małej zlewni miejskiej na przykładzie zlewni Potoku Strzyża w Gdańsku”. W przedsięwzięciu wzięły udział Gdańskie Melioracje oraz Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku [7].

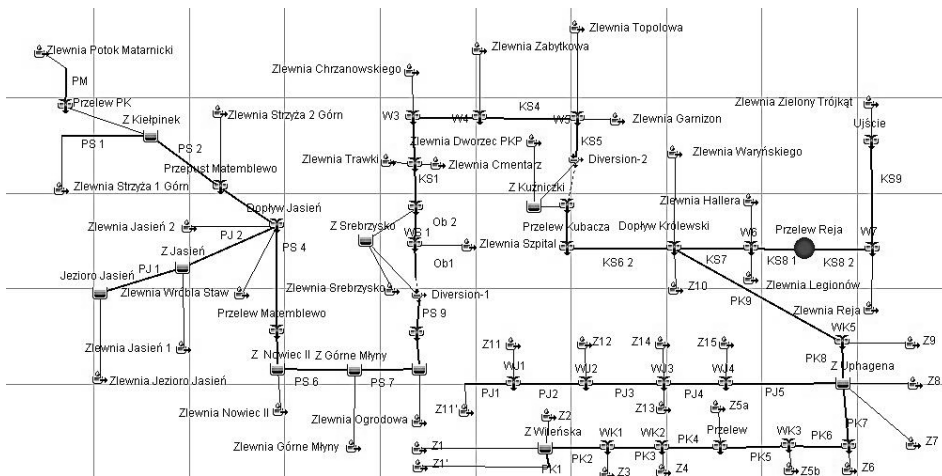
Celem projektu była budowa systemu monitoringu opadów i przepływów w zlewni Potoku Strzyża, na który składały się ultradźwiękowe sondy pomiaru poziomu zwierciadła wody, przyrządy do pomiaru natężenia przepływu i ci-



śnienia hydrostatycznego w kanalizacji deszczowej oraz deszczomierze objętościowe. Zgromadzone dane są archiwizowane, zaś informacja hydrologiczna dostępna jest na stronie internetowej Melioracji Gdańskich www.pomiary.gdmel.pl.

W ramach zadania, na podstawie przeprowadzonych pomiarów terenowych, obliczeń oraz dokumentacji technicznej, utworzony został w programie HEC–HMS wstępny model hydrologiczny opad–odpływ dla zlewni potoku (Rysunek 10).

Rysunek 10. Struktura modelu zlewni Potoku Strzyża opracowana w programie HEC–HMS, szary punkt – przekrój kontrolny przy ulicy Reja w Gdańsku.



W latach 2015–2017, prace w zlewni Potoku Strzyża są kontynuowane. Realizowany obecnie projekt badawczo-rozwojowy pt. „Sterowanie retencją wód opadowych i roztopowych oraz prognozowanie zagrożenia powodziowego w przymorskiej zlewni zurbanizowanej”, ponownie prowadzony jest przez Politechnikę Gdańską we współpracy z Gdańskimi Melioracjami oraz Wojewódzkim Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku.

Powstały wcześniej model transformacji opadu w odpływ ze zlewni potoku, poddany został procedurze identyfikacji i weryfikacji. Dzięki systemowi monitoringu opadów i przepływów w przekrojach kontrolnych Potoku Strzyża, możliwe stało się porównywanie odpływów obserwowanych, z odpływami obliczanymi za pomocą modelu, dla tych samych wysokości opadów.

Skalibrowany model może zostać wykorzystany do opracowania metod przewidywania skutków zalewów o charakterze lokalnym, modelowania parametrów hydraulicznych przepływu wody na terenach narażonych na zalanie, a także stać się elementem systemu wczesnego ostrzegania mieszkańców Gdańska przed ryzykiem powodzi ze strony Potoku Strzyża.

2.3. Odpływ ze zlewni Potoku Strzyża

Chcąc prześledzić zmianę charakteru odpływu ze zlewni Potoku Strzyża, przeprowadzono symulację odpływu w przekroju kontrolnym przy ulicy Reja w Gdańsku (Rysunek 7), dla deszczy o różnym prawdopodobieństwie wystąpienia p i czasie trwania t , uwzględniając ich przestrzenną zmienność [1]. Wybrany przekrój zamyka niemal całą zlewnię potoku, znajdując się w niedalekiej odległości jego ujścia do Martwej Wisły. Obliczenia przeprowadzono dla użytkowania zlewni oraz zabudowy hydrotechnicznej Potoku Strzyża z roku 1933 oraz 2016. Najistotniejsze różnice między stanem historycznym, a obecnym dotyczyły liczby zbiorników retencyjnych oraz stopnia uszczelnienia powierzchni zlewni. Założono szacunkowo, że w 1933 roku powierzchnia zlewni potoku uszczelniona była w 20%, zaś w 2016 roku w 50%. Symulacje odpływu przeprowadzono dla następujących deszczy hipotetycznych: $p=1\%$ i $t=1h$, $p=10\%$ i $t=1h$, $p=20\%$ i $t=1h$ oraz $p=1\%$ i $t=6h$, $p=10\%$ i $t=6h$, $p=20\%$ i $t=6h$. Obliczone objętości odpływu dla poszczególnych epizodów opadowych, dla zlewni z lat 1933 oraz 2016 przedstawiono w tablicy 3.

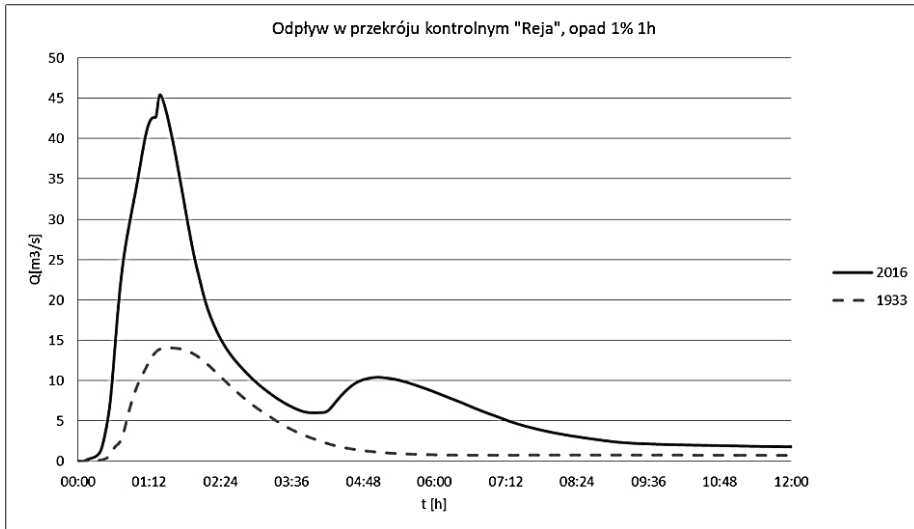
Tablica 3. Odpływ ze zlewni Potoku Strzyża w latach 1933 i 2016.

Prawdopodobieństwo	Czas	Objętość odpływu	Objętość odpływu
p	t	V₁₉₃₃	V₂₀₁₆
(%)	(h)	(m ³)	(m ³)
1	1	156 942	449 219
10	1	65 092	225 090
20	1	43 391	164 281
1	6	358 523	802 156
10	6	143 297	396 200
20	6	95 978	305 855

Porównanie obliczonych hydrogramów odpływu dla lat 1933 i 2016, w przekroju kontrolnym Reja, dla prawdopodobieństwa wystąpienia deszczu $p=1\%$ i czasu jego trwania $t=1h$ przedstawiono na rysunku 11. Wartość szczytowa odpływu dla roku 1933 wyniosła $Q_{\max}=14,1$ m³/s, a dla roku 2016 $Q_{\max}=45,4$ m³/s.



Rysunek 11. Odływ w przekroju kontrolnym Reja, linią przerywaną oznaczono hydrogram odpływu ze zlewni dla roku 1933, linią ciągłą oznaczono hydrogram odpływu ze zlewni dla roku 2016.



Zakończenie

Wykonane obliczenia wykazały istotną zmianę hydrogramu odpływu. Objętość odpływu wód opadowych ze zlewni Potoku Strzyża dla stanu z roku 2016, symulowanego dla poszczególnych epizodów deszczowych o różnych prawdopodobieństwach wystąpienia oraz czasach trwania, każdorazowo jest około 3 krotnie większa niż objętość odpływu ze zlewni dla stanu z 1933 roku (Tabela 4).

Tablica 4. Odływ ze zlewni Potoku Strzyża w latach 1933 i 2016.

P (%)	t (h)	Przyrost objętości odpływu $V_{odp_{1933}}/V_{odp_{2016}}$
1	1	0,35
10	1	0,29
20	1	0,26
1	6	0,45
10	6	0,36
20	6	0,31

Maksymalna wartość hydrogramu odpływu w przekroju kontrolnym Reja, dla roku 2016 oraz $p=1\%$ i $t=1h$, wyniosła $Q_{max}=45,4m^3/s$, zaś maksymalna przepustowość koryta w tym miejscu, wynosi $Q=54,7m^3/s$.

Skłania to do konkluzji, że w przypadku postępującego przyrostu powierzchni nieprzepuszczalnych, takich jak np. inwestycje mieszkaniowo-usługowe zlokalizowane na górnych tarasach Gdańska, przepustowość rozpatrywanego przekroju może okazać się niewystarczająca.

Proces urbanizacji jest nieunikniony, dlatego niezwykle istotnym zadaniem dla aglomeracji gdańskiej staje się zwiększenie bezpieczeństwa przeciwpowodziowego miasta poprzez odpowiednie zagospodarowanie wód opadowych, w tym tych odpływających ze zlewni Potoku Strzyża. Może być to zrealizowane poprzez wdrożenie zasad opartych na zrównoważonym rozwoju, opracowanych w 1996 roku przez Europejską Akademię Środowiska Mieszkaniowego (EA-UE) i dotyczących budowy nowych osiedli. Opracowany program zakłada traktowanie wody, jako kreatywnego elementu planowania, a terenów otwartych, jako nieodłącznej części zespołów mieszkalnych. Powstające obiekty hydrotechniczne, takie jak zbiorniki retencyjne, dodatkowo powinny spełniać rolę przestrzeni rekreacyjnej z funkcją krajobrazową oraz poprawiać mikroklimat miasta [9]. Założenie to z powodzeniem realizują Gdańskie Melioracje. Wyremontowany zbiornik Kiełpinek, czy nowopowstały zbiornik Jasień (oba w zlewni Potoku Strzyża) stanowią nowe, śródmiejskie miejsca wypoczynku o dużych walorach przyrodniczych i estetycznych (Rysunek 12).

Rysunek 12. Zbiornik Jasień w Gdańsku.



Źródło: www.gdansk.pl

Traktowanie błękitnej i zielonej infrastruktury, jako kreatywnego elementu planowania przestrzeni miejskiej pozwala zwiększyć retencję naturalną, a co za tym idzie zmniejszyć odpływ powierzchniowy ze zlewni i ograniczyć ryzyko powodzi. Zintegrowanie działań związanych z monitoringiem opadów



i przepływów w zlewni Potoku Strzyża ze sterowaniem retencją wód oraz coraz częściej dająca się zauważyć koegzystencja terenów miejskich z wodą, przyczyniają się do zrównoważonego rozwoju nowoczesnego miasta Gdańska.

Bibliografia

1. Bielecka K., Weinerowska-Bords K., Szydłowski M, 2012, Analiza czasowej i przestrzennej zmienności opadów w zlewni Potoku Strzyża w Gdańsku., Inżynieria Morska i Geotechnika, nr 6, s. 490–500.
2. Fletcher T.D., Andrieu H., Hamel P. 2013, *Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art*, Advances in Water Resources, Vol 51, No. 261–279.
3. Januszajtis A. 2011 *Od Gyddanyzc do Wielkiego Gdańska. Dzielnice Gdańska – Nazwy, historia*. Wyd. Marpress.
4. Liu, J., Sample, D., Bell, C., and Guan, Y. 2014, *Review and Research Needs of Bioretention Used for the Treatment of Urban Stormwater Water*, 10.3390/w6041069, 1069–1099. Online publication date: 1-Apr-2014.
5. Mikos-Studnicka P., Szydłowski M. 2015: *Wpływ jakości danych hydrologicznych na oszacowanie odpływu ze zlewni miejskiej na przykładzie Potoku Strzyża w Gdańsku* Inżynieria Ekologiczna, Nr. 44, s. 139–153.
6. Pociask-Karteczka J., Żychowski J., 2014, *Powodzie błyskawiczne (flash floods) – przyczyny i przebieg*, [w:] T. Ciupa, R. Suligowski, red. Woda w mieście, Monografie Komisji Hydrologicznej PTG, 2, 213–226.
7. Szydłowski M. (red.) 2011, *Monitorowanie, modelowanie i analiza zagrożenia powodziowego w małej zlewni miejskiej na przykładzie zlewni Potoku Strzyża w Gdańsku*. Umowa dotacji nr WFOS/D/201/162/2011 zawarta między Wojewódzkim Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku a Politechniką Gdańską.
8. Szydłowski M., Zima P., 2013 *Zastosowanie modelu opad-odpływ do oszacowania spływu wód opadowych z górnej części zlewni potoku Strzyża w Gdańsku, poprzedzającego awarię zbiornika Nowiec II//Problemy obliczania przepływów ekstremalnych w zlewniach kontrolowanych i niekontrolowanych. Tom II/ ed. Benjamin Więzik Warszawa: Komitet Gospodarki Wodnej PAN, 2013, s. 83–100.*
9. Januchta-Szostak A., 2010. Miasto w symbiozie z wodą. Town and Water Symbiosis, Czasopismo Techniczne "Technical Transactions" Nr 6-A/1/2010; zeszyt 14, rok 107, numer specjalny pt. Miasto oszczędne, tom 2, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków.
10. Weinerowska-Bords K. 2010, *Wpływ uproszczeń na obliczanie spływu deszczowego w zlewni zurbanizowanej*. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.



11. Zięba S., 1995: *Rola wody w kształtowaniu cywilizacji*. [w:] Woda zasadą życia. Fetkowski A. (red:) Zakład ekologii człowieka KUL, Lublin, s. 11–24

Streszczenie

Artykuł stanowi porównanie odpływu ze zlewni Potoku Strzyża w latach 1933 i 2016. W ciągu ostatnich osiemdziesięciu lat intensywnej urbanizacji naturalne pokrycie zlewni zastąpiły liczne powierzchnie nieprzepuszczalne. Antropopresja ograniczyła retencję powierzchniową, proces infiltracji i przepływ podziemny. Ponadto zmianie uległa naturalna sieć drenażu zlewni. Ryzyko powodzi w Gdańsku wzrosło na skutek zwiększonej objętości odpływu ze zlewni Potoku Strzyża.

Summary

The article contains comparison of the runoff from the Strzyża Creek catchment in years 1933 and 2016. In the last eighty years of intensive urbanization the natural cover of the Strzyża Creek basin has been replaced with many impermeable surfaces. Anthropopressure caused reduction of the surface storage, limitation of the infiltration and base flow. Moreover the natural drainage patterns have been completely changed. The flood risk in the Strzyża Creek catchment rose as the greater runoff rates flow into storm water collection systems, reservoirs and surrounding water bodies.

Informacja o autorach

mgr inż. Patrycja Mikos- Studnicka
dr hab. inż. Michał Szydłowski, prof. nadzw. PG

Politechnika Gdańska,
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska,
Katedra Hydrotechniki

