

Racjonalne i optymalne rozmieszczenie infrastruktury zielonej na terenach zurbanizowanych

Rational and optimal distribution of green infrastructure in urban areas

ARTHUR MCGARITY, WOJCIECH DĄBROWSKI

DOI 10.36119/15.2019.12.6

Wielokryterialna optymalizacja pozwala na takie rozlokowanie różnych rodzajów infrastruktury zielonej, aby uzyskać najkorzystniejszą relację pomiędzy kosztami i wszystkimi rozpatrywanymi korzyściami. Takie zadania są obecnie formułowane i rozwiązywane w różnych miejscach na świecie. Opisano tutaj model opracowany przez Agencję Ochrony Środowiska USA i nazywany SUSTAIN i kolejny przez grupę badawczą składającą się głównie z pracowników Swarthmore College oraz Uniwersytetu Johna Hopkinsa i zastosowany w projekcie infrastruktury zielonej obejmującym część miasta Filadelfia. Głównym powodem wybudowania tej infrastruktury była potrzeba zmniejszenia ilości ścieków i ładunków zanieczyszczeń zrzucanych przez ogólnospławny przelew burzowy.
Słowa kluczowe: infrastruktura zielona, optymalizacja, CSO, bioretencja.

Multiobjective optimization methods are being used to predict the most efficient allocation of financial sources in order to achieve the best trade-off solution that balances costs and the various benefits. These methods have been applied in several locations around the world. The approach developed by the U.S. EPA, called SUSTAIN, which uses heuristic evolutionary optimization, is briefly described here. Also, a simplified multiobjective approach, called StormWISE, which uses linear programming, has been applied to reduce combined sewer overflows (CSO) in Philadelphia. Both approaches are briefly described.

Key words: green infrastructure, multiobjective optimization, CSO, bioretention.

Wstęp

Tak zwana „Najlepsza praktyka gospodarowania wodami opadowymi (BMP – od *Best Management Practice*) polega na jak najdłuższym zatrzymaniu ich w miejscu, na które spadły i podczyszczaniu oraz co najmniej częściowym wykorzystaniu na cele użytkowe. Ten kierunek postępowania jest zalecany od kilkadziesiąt lat. Powstały w sumie dziesiątki tysięcy raportów badawczych oraz publikacji i setki książek na ten temat. Potężnym źródłem informacji w tym zakresie jest baza publikacji, raportów, oraz oprogramowania ogólnie dostępne na stronie Agencji Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej (www.epa.gov). Możliwe jest zastosowanie retencji szarej, albo zielonej. Przez tę pierwszą rozumie się konstrukcje inżynierskie takie, jak: zbiorniki retencyjne, przepuszczalne chodniki i powierzchnie jezdne, a przez drugie zastosowanie różnego rodzaju bioretencji. Dysponujemy szczegółowymi krajowymi opracowaniami

dotyczącymi jednego i drugiego sposobu retencionowania. Pod względem konstrukcji inżynierskich różne rozwiązania zazwyczaj żelbetowych zbiorników retencyjnych jedno i wielokomorowych, zostały opatentowane a następnie opisane w literaturze przez ośrodki akademickie w Rzeszowie i Częstochowie, a wcześniej w Krakowie [10], [16], [19], [20], [24], [26], [27]. Stan wiedzy w zakresie zastosowania bioretencji był intensywnie badany w zakresie oczyszczalni hydrofitowych w Politechnice Gdańskiej [21],[22],[29], a w zakresie dachów zielonych w Politechnice Wrocławskiej i w Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu [4].

Tak więc mamy rozpoznane same metody gospodarowania wodami deszczowymi, ale w praktyce ich stosowanie jest jeszcze dalekie od powszechności i niemal zawsze chaotyczne, co prowadzi do dużego marnotrawstwa środków finansowych. Ponieważ zastosowanie retencji szarej i zielonej w skali miasta wiąże się z dużymi kosztami, ale również przynosi korzyści i to wielorakie, a nie tylko

w zakresie zmniejszenia spływów chwilowych w czasie deszczu i podniesienia zasobów wód podziemnych i gruntowych, właściwe zastosowanie sposobów retencionowania wody wymaga w dużej skali aplikacji modeli optymalizacyjnych, bez których wydatkowanie pieniędzy jest mało efektywne.

System SUSTAIN

Biorąc pod uwagę konieczność racjonalizacji w wydatkowaniu środków pieniężnych oraz usystematyzowania chaotycznych działań, Agencja Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych US EPA w 2003 roku rozpoczęła opracowanie kompleksowej procedury wyboru rodzaju infrastruktury zielonej (GI od *Green Infrastructure*) oraz jej umiejscowienia na terenach zurbanizowanych [23]. Opracowała ona system wspierający podejmowanie decyzji co do rozmieszczenia różnych rodzajów zabudowy zielonej w terenach zurbanizowanych. Opracowany system opatrzone skrótem SUSTAIN, który sam

prof. PhD Arthur McGarity – Swarthmore College, ORCID : ID <https://orcid.org/0000-0003-3579-5088>

prof. dr hab. inż. Wojciech Dąbrowski – Politechnika Krakowska ORCID : ID <https://orcid.org/0000-0003-0896-793X>. Adres do korespondencji: wdabrow@pk.edu.pl

w sobie sugeruje już główny cel jego utworzenia i pochodzi od pełnej nazwy anglojęzycznej „System for Urban Stormwater Treatment and Analysis”. Tak więc z wielu korzyści, które infrastruktura zielona przynosi w terenach miejskich autorzy systemu SUSTAIN uznali zagospodarowanie wód deszczowych za podstawową funkcję do spełnienia. Wynika to z istotnego wpływu przelewów burzowych w kanalizacji ogólnospławnej na stan wód powierzchniowych [5], tak w zakresie wskaźników fizyczno – chemicznych [2], [3], [9], jak i bakteriologicznych [1]. System ten ma na celu powiązanie modelowych narzędzi numerycznych do opisu w czasie rzeczywistym spływów powierzchniowych z terenu zlewni i nieustalonych przepływów przez kanały z oprogramowaniem optymalizacyjnym, służących do wskazania sposobów uzyskania założonych efektów środowiskowych jak najmniejszym kosztem. Między innymi przetestowano kompleksowo algorytmy numeryczne SWMM oraz HSPF. Ponieważ dostępne oprogramowanie do symulowania numerycznego: spływów powierzchniowych, infiltracji, parowania, retencji powierzchniowej, bioretencji, przepływów nieustalonych w kanałach i transportu nimi ścieków jest liczne, więc system SUSTAIN pozwala na importowanie danych i wyników obliczeń uzyskanych w wielu numerycznych programach działających niezależnie oraz na eksportowanie do nich wyników obliczeń i zgromadzonych w systemie SUSTAIN danych. Narzędzia do tych procedur w postaci numerycznego oprogramowania zostały umieszczone pod adresem internetowym www.epa.gov/ednrmrl/models/sustain. Optymalizacja dotyczy zazwyczaj kosztów poniesionych przy budowie infrastruktury zielonej. W takim przypadku poszukuje się najmniejszej wartości funkcji celu, którą jest koszt budowy i utrzymania tej infrastruktury. Jak w każdym zadaniu jednokryterialnym poszukiwania te zawężone są do rozwiązań spełniających zbiór warunków ograniczających, do których należą wartości wymagane co do spełnienia narzuconych kryteriów środowiskowych oraz wszystkie równania, na podstawie których prowadzi się modelowanie matematyczne przepływów nieustalonych po powierzchni zlewni oraz w kanałach, jak również prognozuje efekty technologiczne w zakresie podczyszczania wód opadowych. Tak postawione zadanie odpowiada na pytanie, jakie rodzaje infrastruktury zielonej należy przyjąć i jak ją rozmieścić aby uzyskać jak najniższym kosztem zadane efekty ekologiczne (przykładowo zadaną górną war-

tość ładunku ChZT zrzucanego rocznie przez przelewy burzowe). Możliwe jest zastosowanie wielokrotne optymalizacji jednokryterialnej w taki sposób, aby funkcja celu za każdym razem dotyczyła wybranego efektu środowiskowego, a koszty zostały przeniesione do zbioru warunków ograniczających. Zadania tego typu odpowiadają na pytanie rodzaju „Na ile w ramach tych samych nakładów finansowych można uzyskać lepsze efekty środowiskowe pod wybranym względem, przy poniesieniu nie większych nakładów finansowych i nie gorszych efektach środowiskowych pod każdym innym względem. Ta technologia stosowana jest z powodzeniem w wielu pracach, na przykład przy rozpatrywaniu funkcji cyklu życia (LCA) produktów. Ostatnio podjęto również w literaturze problem formułowania i rozwiązywania oraz aplikacji zadań optymalizacji wielokryterialnej w odniesieniu do najkorzystniejszego rozmieszczenia infrastruktury zielonej na terenach zurbanizowanych [23]. Zastosowanie złożonych modeli transportu masy (wód/ścieków i ładunków zanieczyszczeń) przewodami kanalizacyjnymi wymaga wykonania co najmniej setek, a często tysięcy, symulacji numerycznych działania kanalizacji w różnych wariantach ułożenia infrastruktury zielonej w celu jej optymalnego rozmieszczenia. Wymaga to długotrwałych i żmudnych obliczeń, a przede wszystkim zgromadzenia znacznej bazy danych o opadach deszczu, topografii i ukształtowaniu terenu, sieci kanalizacyjnej i warunkach wodno – gruntowych oraz pogody, jak również o jakości ścieków. Dlatego podejmowane są prace nad modelami uproszczonymi, bazujące na optymalizacji liniowej [18], o których napiszemy w drugim artykule.

Możliwość aplikacji modeli

Zastosowanie algorytmu optymalizacyjnego pozwala na najbardziej efektywne rozlokowanie środków przeznaczonych na rozmieszczenie terenów zielonych dla różnorodnych celów, z których jednym z głównych jest bioretencja. W odniesieniu do nowo budowanych części miasta możliwe jest sformułowanie wymagań co do zagospodarowania wód deszczowych na terenie inwestycji i można zasugerować rozwiązanie wynikające z zastosowanego modelu optymalizacyjnego. Należy się wówczas spodziewać, że deweloper wybierze sugerowane rozwiązanie, jako najtańsze spośród wszystkich, które spełniać będą ustalone wymagania co do ograniczeń narzuconych na wielkość

i jakość odprowadzanych wód deszczowych. Jeżeli nawet wybierze rozwiązanie inne niż wydawaniu Wytycznych Technicznych Zabudowy (o ile nie ma planu zagospodarowania przestrzennego), a później zatwierdzaniu projektu i uzyskiwaniu pozwolenia na budowę powinien przedstawić rozwiązanie dające nie gorszy efekt technologiczny niż ten wynikający z rozwiązania zadania optymalizacyjnego. W takiej sytuacji wybranie przez inwestora innego rozwiązania nie zaburza wyników rozwiązania zadania optymalizacyjnego na pozostałym terenie. W odniesieniu do zabudowy istniejącej, możliwości wpływania na decyzję o wprowadzeniu inwestycji zwiększających udział terenów zielonych i bioretencji w prywatnym terenie zabudowanym są ograniczone. Uzasadnione jest stosowanie zachęty w postaci zmniejszenia wysokości opłat za odprowadzanie wód deszczowych. Niemniej stare części miast są najmniej przygotowane na takie inwestycje, a budynki zamieszkałe są głównie przez osoby starsze, o mniejszych możliwościach finansowych oraz ograniczonej aktywności życiowej. Dlatego w praktycznych aplikacjach zadań optymalizacyjnych dotyczących optymalnego rozplanowania przestrzennego bioretencji w starych częściach miasta najpraktyczniej jest narzucić odpływy zbliżone do dotychczasowych i nie przeprowadzać tam optymalizacji wyboru metod bioretencji i jej ułożenia przestrzennego. Chyba, że dotyczy to terenów należących do jednostki osadniczej. Możliwości aplikacyjne dotyczą nie tylko nowych dzielnic miast, ale również terenów słabo zabudowanych [8].

Bioretencja a klimat

Konieczność stosowania bioretencji, a dla jej efektywnego rozplanowania modeli optymalizacyjnych, wynika między innymi ze zmian klimatycznych. W Wielkiej Brytanii przewiduje się, że do roku 2020 w wyniku urbanizacji ilość ścieków zrzucanych przez przelewy burzowe w tym kraju wzrośnie z 140.000 m³ /rok do 170.000 m³ /rok jeżeli nie zatrzymamy, chociaż częściowo, w miejscu opadu i nie wykorzystamy wód opadowych. Zgodnie z tymi przewidywaniami [7] spływy z około 20% powierzchni szczelnych należałoby zagospodarować na miejscu, aby przy obecnej zabudowie ilość zrzucanych ścieków z przelewów burzowych nie zmieniła się do roku 2080. Tymczasem wręcz przeciwnie, prognozuje się iż do tego czasu całkowita powierzchnia jezdni

i chodników wzrośnie aż o 50%, a w dodatku powierzchnia dachów również się zwiększy o 20%. Duże spływy powierzchniowe z terenu jednostki osadniczej nie mają zazwyczaj istotnego wpływu na wielkość wezbrań w dużym cieku, który przez taką miejscowość przepływa. Wywołują natomiast stany powodziowe na krótkich ciekach, dla których obszar zurbanizowany stanowi znaczną część ich powierzchni zlewni. Dlatego coraz częściej przy rozbudowie powierzchni zajętej przez budownictwo jedno i wielorodzinne stawiany jest warunek, aby odpływy maksymalne z terenu zabudowanego nie przekraczały wartości obserwowanych przed rozbudową. Tak postawiony warunek można spełnić jedynie przez zastosowanie retencji, a bioretencja jest najbardziej odpowiednim sposobem na jej utworzenie. Konkurencją dla bioretencji są rozwiązania sieci kanalizacyjnych oparte na retencji szarej, a więc zbiorniki retencyjne, w tym zbiorniki kanałowe, które łatwiej jest wpasować w ciasną zabudowę niż zbiorniki prostokątne [19]. Jeżeli zbiorniki te są budowane w celu zmniejszenia zrzutów przez przelewy burzowe do odbiorników to najkorzystniejszym ich usytuowaniem jest umieszczenie ich tuż przed przelewami burzowymi. Wówczas pierwszy przelew skierowuje nadmiar ścieków z przepelnionego kanału do zbiornika retencyjnego, a dopiero drugi przelew z tego zbiornika do rzeki [6],[9],[25]. Takie ustawienie zbiornika zapobiega sytuacjom, w których w wyniku zmienności opadów w czasie i w przestrzeni dochodzi do zrzutów deszczowych w czasie gdy zbiorniki retencyjne są jedynie częściowo napełnione. Jednakże przekazanie zgromadzonych w tych zbiornikach wód deszczowych i roztopowych zmieszanych w systemie kanalizacji ogólnospławnej do oczyszczalni ścieków komunalnych ma konsekwencje w postaci znacznego obniżenia temperatury oczyszczanych ścieków w okresie zimowym oraz zmniejszenia zawartości w nich węgla organicznego. W Niemczech przyjęto, że 80% ładunku ChZT wprowadzanych do kanalizacji ogólnospławnej z powierzchni ulic i chodników powinno być retencionowanych i oczyszczanych [9]. Gdyby przyjąć, że te ścieki retencionowane będą w całości w infrastrukturze szarej, a więc w żelbetonowych zbiornikach retencyjnych, to należałoby przetrzymać 60% objętości spływów i następnie przestać je do oczyszczalni ścieków z uwagi na mniejsze ładunki ChZT w wodach deszczowych odpływających pod koniec opadów. Oce-

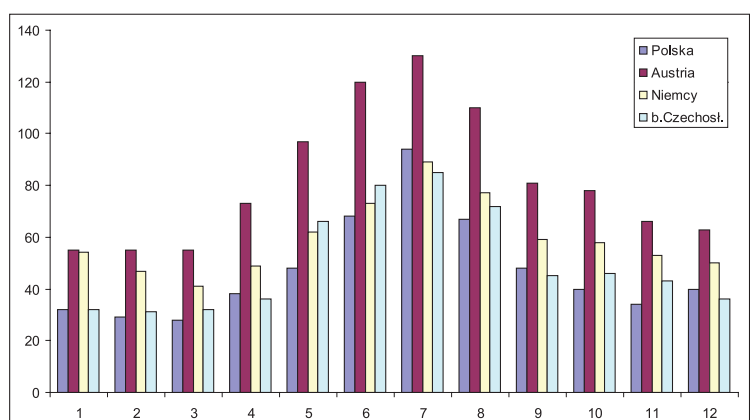
nia się, że wymaga to zwiększenia przepustowości oczyszczalni ścieków o około 20% w skali rocznej [9]. Już na początku tego wieku objętość ściekowych zbiorników retencyjnych w Niemczech wynosiła ponad 12 km³ i ścieki te przekazywane są sukcesywnie do oczyszczalni ścieków, co często niekorzystnie zmienia ich skład, zmniejszając udział ogólnego węgla organicznego (OWO), a w zimie zmniejsza temperaturę, co szczególnie utrudnia proces nityfikacji. Takich negatywnych wpływów unika się przy zastosowaniu retencji zielonej. Ponadto inwestowanie w zbiorniki retencyjne typu szarego jest kosztowne. O ile dla dużych sieci kanalizacyjnych wymagane jest numeryczne modelowanie transportu zanieczyszczeń do przelewów burzowych [12], o tyle dla małych zlewni kanalizacyjnych korzysta się z metod uproszczonych. Według nomogramów ATV w Niemczech na jeden hektar powierzchni szczelnej zlewni przewiduje się 20m³ do 40m³ pojemności zbiorników retencyjnych. W Polsce sieci kanalizacji deszczowej i ogólnospławnej są niemal w całości o zbyt małej przepustowości z uwagi na to, że stosowane w ubiegłych latach powszechnie równanie Błaszczyka na natężenie opadu deszczu znacznie zaniżało wartości natężenia opadu [14],[15],[17],[28], w niektórych przypadkach nawet do 40%. Do wymiarowania kanałów stosuje się model statyczny, a opady często przemieszczają się nad zlewnią [11], co znacznie może zmieniać przepływy przez kanały. Przeprowadzając porównanie z warunkami niemieckimi należy mieć na uwadze, że w Polsce klimat jest bardziej kontynentalny i dlatego średnie roczne wysokości opadów mniejsze. Jednakże niekoniecznie oznacza to, że dla warunków klimatycznych w Polsce należy spodziewać się dolnej granicy 20m³ wymaganej objętości szarych zbiorników retencyjnych na 1ha szczelnej powierzchni zlewni. Jak bowiem wynika z rysunku 1 największe wysokości

opadów, tak w Polsce jak i w Niemczech, Austrii i w Czechach przypadają na lipiec i akurat w tym miesiącu średnia wieloletnia wysokość opadów w Polsce jest nawet nieznacznie większa niż w Niemczech. Ponadto przy obecnych zmianach klimatycznych, co prawda w skali naszego kraju nie ma jednoznacznie udokumentowanego wzrostu średniej rocznej wysokości opadu, tak jak to można wykazać w skali całego kontynentu, ale nie ulega wątpliwości iż wydłużają się okresy czasu pomiędzy opadami, a ich intensywność rośnie [7]. Tak więc w Polsce konieczne jest znaczne zwiększenie retencji tereno-wej i/lub infrastruktury zielonej, dającej wielorakie korzyści oprócz zmniejszenia odpływu wód deszczowych ze zlewni.

Przelewy awaryjne

Zazwyczaj zmniejszenie ładunków zanieczyszczeń zrzucanych przez przelewy burzowe kanalizacji ogólnospławnej przyjmuje się za najistotniejszą rolę infrastruktury zielonej w terenach silnie zurbanizowanych. Jeszcze większe zagrożenie dla środowiska mogą stanowić zrzuty przez przelewy awaryjne oczyszczalni ścieków. Problem ten jest przemilczany w Polsce gdyż w przeciwieństwie do U.S.A. [6] nie ma procedury prawnej zmuszającej zakład komunalny do przekazywania informacji i gromadzenia ich na szczeblu krajowym, a co najważniejsze do zwolnienia z odpowiedzialności kierownictwo przedsiębiorstwa komunalnego i obsługę oczyszczalni ścieków i kanalizacji, o ile odpowiedzialna instytucja ma opracowany i zatwierdzony przez Agencję Ochrony Środowiska U.S.A. plan zmierzający do ograniczenia zrzutów awaryjnych wraz z harmonogramem kosztów, prowadzone działania są zgodne z tym planem, a zrzut ścieków zostanie w ciągu 24 godzin zgłoszony i raportowany szczegółowo w ustawowym terminie [6].

Rys. 1
Średnie miesięczne wysokości opadów w Polsce, Austrii, Niemczech i w byłej Czechosłowacji, zestawione na podstawie danych dostępnych w internecie



LITERATURA

- [1] Ashley R.M., Dąbrowski W., Dry and storm weather transport of Coliforms and Faecal Streptococci in combined sewage, *Water Sci. Technol.*, 1995, 31, 7, 311-21
- [2] Ashley R.M., Dąbrowski W., Mendel K., Stępień P., Empiryczna ocena zależności pomiędzy wskaźnikami ścieków w kanalizacji, *Ochrona Środowiska*, 1996, 3(62), 33-36
- [3] Beichert J., Influence of sewer sediments on the overflow load for various combined sewer systems, *Wat.Sci.Tech.*, 1992, Vol.25, 217-224
- [4] Burszta-Adamczak E., Zielone dachy jako element zrównoważonych systemów odwadniających na terenach zurbanizowanych. Monografie CLXXV, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Wrocław 2014
- [5] Dąbrowski W., Ocena wielkości ładunków zrzuconych przez przelewy burzowe, *Gaz,Woda i Technika Sanitarna*, 2007, marzec, 22-25
- [6] Dąbrowski W., Dąbrowska B., Zrzuty wprost z kanalizacji sanitarnej, *Instal*, 2015, 4, 56-58
- [7] Dąbrowski W., Dąbrowska B., Przewidywany wpływ zmian klimatu na dysfunkcję systemów odprowadzania ścieków, *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 2012, 1, 17-20
- [8] Dąbrowski W., Rola retencji terenowej w ograniczeniu spływów powierzchniowych na przykładzie pola golfowego, *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 2007, 12, 17-21
- [9] Dąbrowski W., Wpływ kanalizacji na środowisko, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2004, 218 str
- [10] Dziopak J., Nowa konstrukcja kanalizacyjnego zbiornika retencyjnego typu Contract, *Ochrona Środowiska*, 1984, 4434/3-4, (20-21), 59-62
- [11] Dziopak J. Starzec M., Influence of direction and velocity of precipitation displacement on sewage system dimensioning, *Czasopismo Inżynierii Łądowej, Środowiska i Architektury, JCEAA*, t. XXXI, z.61, July-September, 2014, 63-81
- [12] EN 752:2008 „Drain and sewer systems outside buildings”, styczeń 2008, (PNK 2008)
- [13] Environmental Protection Agency, State Water Resources Control Board, Sanitary sewer overflow incident map, www.waterboards.ca.gov/water_issues/program/sso/sso_map/sso_pub.shtml, stan z 14.07.2015
- [14] Kaźmierczak B., Kotowski A., Verification of storm water drainage capacity in hydrodynamic modeling, *Prace Naukowe Instytutu Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej*, Wrocław 2012, 92, monografia 57, 142pp.
- [15] Kaźmierczak B., Kotowski A., Depth-duration frequency rainfall model for dimensioning and modelling of Wrocław drainage systems, *Environmental Protection Engineering*, 2012, 38, 4, 127-138
- [16] Kisiel A., Kisiel J., Malmur R., Mrowiec M., Retention tanks as key elements of modern drainage systems, *Czasopismo Techniczne*, 2008, 1-5, 41-63
- [17] Kotowski A., Podstawy bezpiecznego wymiarowania odwodnień terenów, *Seidel-Przywecki*, Warszawa 2011, str. 527
- [18] McGarity A.E., Mszalny S., Cohen J., StormWSE model using green infrastructure to achieve Philadelphia's CSO volume reductions at minimum cost, *Proceedings from the ASCE-EWRI Congress in Sacramento, CA, May 2017*
- [19] Mrowiec M., Efektywne wymiarowanie i dynamiczna regulacja kanalizacyjnych zbiorników retencyjnych, monografie – Politechnika Częstochowska, 2009, nr 171
- [20] Mrowiec M., Kocharńska O., Szeląg B., Application of the vacuum-driven tanks – technical and economical analysis, *Inżynieria i Ochrona Środowiska*, 2014, 17, 1, 31-40 (in Polish)
- [21] Obarska-Pempkowiak H., Gajewska M., Wojciechowska E., *Hydrofitowe oczyszczanie wód i ścieków*, PWN, Warszawa 2010
- [22] Obarska-Pempkowiak H., Gajewska M., Wojciechowska E., *Prezent state and future of Wetland technology in environmental protection in Poland*. Pawłowski L., Dudzińska M., Pawłowski A. (eds, Ecological Engineering), Taylor&Francis Group, Londyn, 2007, str 63-70
- [23] Shoemaker L., Rivero J., Alvi K., Zhen J.X., Paul S., Rafi T., Tetra Tech, Inc., SUSTAIN – A framework for placement of Best Management Practices in urban watersheds to protect water quality, EPA Contract No. GS-10F-0268K, National Risk Management Research Laboratory, Office of Research and Development, US Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH 45268, EPA-/600/R-09/095, Sept. 2009
- [24] Styś D., Application of numerical simulation in design of innovative Kalipso-type sewage tank, *Environment Protection Engineering*, 2010, 36, 3, 113-126
- [25] Stirrup M., Marchand D., Simulation of combined sewer overflow storage tank, *Journal of Water Management Modeling*, 2002, R208-17. doi: 10.14796/JWMM.R208-17, 271-287
- [26] Szeląg B., Bąk Ł., Probabilistic model for the annual number of storm overflow discharges in a stormwater drainage system, *Urban Water Journal*, 2016, wrzesień, 15-20
- [27] Szeląg B., Kiczko A., The graphic method of sizing pipe reservoir for short, high intensity rainfalls, *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Land Reclamation*, 2014, 46, 3, 221-232
- [28] Węglarczyk S., On the correctness of the Blaszczyk equation for design rainfall calculations, *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich / Infrastructure and Ecology of Rural Areas*, PAN, Nr 3/IV/2013, 63-76
- [29] Wojciechowska E., Zastosowanie zielonej infrastruktury do ograniczania zanieczyszczenia wód powierzchniowych w zlewni miejskiej, *Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN*, 2018, vol. 147, 154 str.

Obchody 80. rocznicy powołania Katowickiego Oddziału PZITS



W dniu 22 listopada 2019 roku katowicki Oddział PZITS zorganizował obchody 80 rocznicy powołania Oddziału. Uroczystość odbyła się w jubileuszowym roku 100-lecia powstania Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych w Polsce.

Jubileusz był okazją do podziękowania naszym koleżankom i kolegom, którzy w ostatnich latach wyróżnili się swoim zaangażowaniem w pracy społecznej na rzecz Stowarzyszenia. Oprócz zaszczytnych honorowych złotych odznak PZITS z diamentem, prezes Zarządu Głównego PZITS, Krystyna Korniak-Figa, wręczyła również osobom z najdłuższym stażem w Stowarzyszeniu jubileuszowe medale 100-lecia PZITS ufundowane przez Zarząd Główny dla uczczenia roku jubileuszowego.



Gratulacje z okazji jubileuszu dla wszystkich członków Oddziału, na ręce kol. prezes Ewy Dworskiej, złożyli przedstawiciele innych oddziałów, stowarzyszeń zgrupowanych w FSN NOT, uczelni technicznych (Politechniki Śląskiej i ATH w Bielsku-Białej) oraz licznie zgromadzonych przedstawicieli zakładów wodociągowych i firm branżowych współpracujących z katowickim Oddziałem PZITS.

Przewodniczący Rady Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa, Roman Karwowski, składając gratulacje z okazji jubileuszu podkreślił bardzo

dobłą współpracę Izby ze Stowarzyszeniem oraz znaczący wkład przedstawicieli PZITS-u w proces powstawania Izby Inżynierów Budownictwa na Śląsku. W uznaniu zasług i podziękowaniu za dotychczasową współpracę oddział katowicki został uhonorowany Medalem ŚIO-IIB. Medal w imieniu Kapituły wręczył Roman Karwowski, Przewodniczący Rady ŚIO-IIB.

Obszerną relację zamieścimy w nr 1/2020 *Instal*.