



Projekt NOAH

Jak wspominaliśmy we wcześniejszych publikacjach, realizujemy projekt partnerski „Ochrona Morza Bałtyckiego przed wyciekami nieoczyszczonych ścieków podczas powodzi na obszarach miejskich (NOAH)”. Projekt finansowany jest z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu INTERREG Region Morza Bałtyckiego 2014-2020, w okresie 01.01.2019 do 31.12.2021.

Problem

Problem zanieczyszczeń pochodzących z wód opadowych jest uznawany za najbardziej istotny do rozwiązania w terenach zurbanizowanych. Większość europejskich miast uporządkowała już gospodarkę ściekową i do rzek trafia zdecydowanie mniej związków biogennych. Zgodnie z danymi z Państwowego Monitoringu Środowiska w 2010 roku polskimi rzekami do Morza Bałtyckiego spłynęło ponad 300 tys. ton azotu ogólnego, a w 2018 roku już niecałe 150 tysięcy ton. Efekt wdrażania Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych jest więc bardzo wyraźny. Pozostaje wciąż największa część zanieczyszczeń obszarowych pochodzenia rolniczego oraz depozycja zanieczyszczeń z atmosfery. Poprzez przelewy z kanalizacji ogólnospławnej do odbiorników przedostają się szkodliwe substancje. Ponadto istnieje wiele rozproszonych, niekontrolowanych systemów odprowadzających wody opadowe z powierzchni zurbanizowanych – ulic, parkingów, chodników itd. Wody opadowe z powierzchni miejskich są źródłem nie tylko związków biogennych, ale również wielu innych zanieczyszczeń, takich jak: substancje ropopochodne, metale ciężkie czy wszechobecny mikroplastik. HELCOM zwraca uwagę na fakt, że ładunek niesiony przez wodę opadową powinien być włączony do źródeł rozproszonych, ponieważ tego rodzaju źródła często nie mają osobnego ujścia. W miastach brakuje kanalizacji deszczowej zintegrowanej z systemami oczyszczania tam, gdzie jest to konieczne. W dodatku w większości miejsc nie da się rozdzielić kanalizacji ogólnospławnej. Trudna sytuacja panuje w małych ośrodkach, którym trudno jest koordynować działania i prace planistyczne.

Cel projektu

Odpowiednie zarządzanie miejskimi systemami gospodarowania wodami opadowymi oraz właściwe planowanie przestrzenne są kluczowe w działaniach na rzecz ochrony środowiska. Zwiększona wielkość ładunku zanieczyszczeń, substancji odżywczych i substancji niebezpiecznych wprowadzanych

www.igwp.org.pl

Źródło informacji
o branży wod-kan



Izba Gospodarcza
WODOCIĄGI POLSKIE

do kanalizacji deszczowej i ogólnospławnej może negatywnie wpłynąć na jakość wód śródlądowych, a także morskich. Kryzys klimatyczny, który powoduje częstsze ekstremalne zjawiska pogodowe, takie jak intensywne opady deszczu poprzedzone okresami suszy, których konsekwencją są powodzie, ciągle podnoszący się poziom morza, pogłębia ten problem.

Wiadomo, że zagospodarowanie wód opadowych i roztopowych to problem generujący znaczące koszty oraz wymagający odpowiedniego podziału odpowiedzialności pomiędzy operatorem, właścicielami infrastruktury, administracją publiczną i samorządem. Niezbędny jest jednak podmiot odpowiedzialny, koordynujący wszelkie prace, mający kontrolę nad całością systemu. Ponadto konieczne jest wypracowanie wspólnego planu działania, zachęcenie interesariuszy do uporządkowania gospodarki wodami opadowymi. Tylko odpowiednia współpraca, skuteczność podejmowanych decyzji i odpowiednie narzędzia, są drogą do sukcesu. Dlatego projekt NOAH jest ogromną szansą dla nadbałtyckich miast na znalezienie dość uniwersalnego narzędzia zarządzania kanalizacją ogólnospławną.

Projekt NOAH powstał właśnie po to, aby pomóc miastom regionu Morza Bałtyckiego zaznajomić się z tymi problemami i wypracować narzędzia, które pomogą poprawić planowanie przestrzenne i eksploatację istniejącego systemu odwadniania miast. Wspólne wdrażanie innowacyjnych rozwiązań w celu uniknięcia pogorszenia jakości wody Bałtyku spowodowanego wpływem nieoczyszczonych wód opadowych i ścieków z kanalizacji ogólnospławnej jest głównym celem projektu o akronimie NOAH. Przebudowa i likwidacja wszystkich systemów kanalizacji ogólnospławnej w miastach zlewni Morza Bałtyckiego jest oczywiście nierealistyczna, dlatego w NOAH wykorzystuje się zarówno pasywne, jak i aktywne metody, takie jak holistyczne planowanie urbanistyczne, kontrola systemów odwadniania miast w czasie rzeczywistym oraz budowanie świadomości zainteresowanych stron.

NOAH łączy komputerowe modelowanie odwodnienia z tradycyjnymi technikami planowania miejskiego. Wskazuje konieczność przejścia z rozdrobnionego planowania opartego na wybranych, małych częściach miast, do metody opartej na całej zlewni miejskiej. Małe miasta uczestniczące w projekcie mają wspólny problem z fragmentarycznym podejściem do planowania, które zwykle nie jest skuteczne. Kontrola w czasie rzeczywistym służy do retencji nadmiernego przepływu wody deszczowej w sieci, co umożliwi uniknięcie zrzutów z przelewu burzowego.

Do modelowania wykorzystuje się także pomiary jakości wody opadowej i ścieków. Objętość spływu efektywnego jest bezpośrednio związana z ilością i jakością zanieczyszczeń, które woda deszczowa spłukuje z powierzchni ziemi podczas opadów spływając do odbiornika lub kanalizacji ogólnospławnej. Odpowiednie planowanie przestrzenne może zmniejszyć odpływ, a tym samym zredukować zrzuty niebezpiecznych substancji do Morza Bałtyckiego.

Celem projektu jest więc analiza wybranych obszarów w kontekście globalnym i przy różnych scenariuszach klimatycznych, biorąc pod uwagę wielkość spływu w dolnym biegu rzek, w pobliżu ujścia do morza, gdzie spływ ten należy do czynników determinujących ładunek zanieczyszczeń.

Prowadzenie modelowania i analiz ma doprowadzić do wypracowania skutecznych metod redukcji zrzutów z przelewów kanalizacji ogólnospławnej. Metody te mają być proste w powielaniu w innych miastach.



Partnerzy

Konsorcjum projektowe składa się z 18 partnerów z 6 krajów leżących nad Morzem Bałtyckim. Liderem projektu jest Politechnika w Tallinie. Pozostali partnerzy i obserwatorzy to 6 miast różnej wielkości, 3 przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne, 4 organizacje i 7 uczelni wyższych i instytutów badawczych. Polska reprezentowana jest przez Politechnikę Gdańską, Wodociągi Słupsk i Izbę Gospodarczą Wodociągi Polskie.

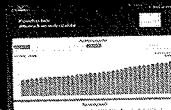
Miasta uczestniczące w projekcie mają już wiedzę i negatywne doświadczenia związane z ekstremalnymi zdarzeniami pogodowymi, niebezpieczeństwem od strony rzek, interakcjami rzeka-morze, zatorami lodowymi.

Wszystkie miasta i przedsiębiorstwa wodociągowe dysponują własnym długoletnim doświadczeniem w tej dziedzinie, często jednak nie mają wystarczających zasobów do wdrożenia innowacyjnych rozwiązań skutecznie ograniczających zagrożenia. Dzięki współpracy międzynarodowej powstają narzędzia uniwersalne, do wykorzystania w wielu innych miastach.

Listę uczestników projektu prezentuje poniższa tabela. Organizacjami wspierającymi są Związek Miast Bałtyckich, Estońskie Ministerstwo Środowiska, Izba Gospodarcza Satakunta.

Tab. 1. Uczestnicy projektu

Podmiot	Sektor	Kraj
Politechnika w Tallinie – LIDER	edukacja, badania i rozwój	Estonia
Uniwersytet Satakunta	edukacja, badania i rozwój	Finlandia
Politechnika Gdańska	edukacja, badania i rozwój	Polska
Miasto Haapsalu	podmiot publiczny	Estonia
Miasto Rakvere	podmiot publiczny	Estonia
Przedsiębiorstwo komunalne miasta Liepaja	podmiot publiczny	Łotwa
Fiński Narodowy Instytut Zasobów Naturalnych (Luke)	edukacja, badania i rozwój	Finlandia
Estońska Organizacja Wodociągów i Kanalizacji EVEL	organizacja branżowa	Estonia
Miasto Pori	podmiot publiczny	Finlandia
Uniwersytet Halmstad	edukacja, badania i rozwój	Szwecja
Izba Gospodarcza „Wodociągi Polskie”	organizacja branżowa	Polska
Politechnika w Rydze	edukacja, badania i rozwój	Łotwa
Miasto Ogre	podmiot publiczny	Łotwa
Wodociągi Słupsk	podmiot publiczny	Polska
Politechnika Duńska	edukacja, badania i rozwój	Dania
Przedsiębiorstwo Jormalas udens	małe i średnie przeds.	Łotwa
Miasto Söderhamn	podmiot publiczny	Szwecja
Przedsiębiorstwo wodociągowe w Rakvere	małe i średnie przeds.	Estonia



Modelowanie

Istotną częścią projektu jest modelowanie, które ma posłużyć do zdobycia wiedzy na temat aktualnych i prognozowanych przepływów w kanalizacji oraz zagrożeń związanych z przepełnieniem sieci.

Etapy budowy modeli obejmują:

- (1) Wybór odpowiedniego obszaru pilotażowego;
- (2) Zbieranie danych o sieci ze źródeł takich jak mapy, systemy GIS, dane o użytkowaniu gruntów, wyniki pomiarów terenowych, rysunki projektowe, dane wysokościowe, układ ulic i budynków, cieków wodnych, wód gruntowych, bazy danych itd.
- (3) Podjęcie decyzji o możliwym do osiągnięcia poziomie wierności modelu;
- (4) Wykonanie wstępnego modelu dla badanego obszaru;
- (6) Wypełnianie luk w danych (na podstawie metod statystycznych, danych literaturowych oraz interpolacji lub ekstrapolacji dostępnych danych);
- (7) Sprawdzanie poprawności danych i zmniejszanie niepewności przy pomocy lokalnych specjalistów;
- (8) Przeprowadzanie pomiarów w terenie w celu kalibracji i walidacji modelu.

Modelowanie oparte jest na otwartym systemie SWMM (Storm Water Management Model) opracowanym przez Agencję Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych (EPA). SWMM został opracowany po to, aby wspierać lokalne, stanowe i krajowe zadania związane z zarządzaniem wodami opadowymi w celu zmniejszenia odpływu poprzez infiltrację i retencję, a także pomóc w zmniejszeniu zrzutów, które powodują zanieczyszczenie odbiorników wodnych. Model jest dość uniwersalny, prosty w obsłudze i darmowy, dlatego stosowany coraz powszechniej na całym świecie. Wykorzystywany jest do planowania, analiz i projektowania związanego z odpływem wody deszczowej, kanałami ogólnospławnymi i sanitarnymi oraz innymi systemami odwadniającymi. SWMM pozwala śledzić ilość i jakość odpływu generowanego w każdej zlewni oraz natężenie przepływu, wypełnienie kanałów i jakość wody w sieci kanalizacyjnej. Ponadto umożliwia uwzględnienie różnych procesów hydrologicznych, które mają wpływ na obszary miejskie. Obejmują one zmienne w czasie opady deszczu, parowanie, zaleganie i topnienie śniegu, retencję w zagłębieniach terenu, infiltrację opadów w glebę, perkolację infiltrowanej wody do warstw wód podziemnych, przepływy między wodą gruntową a systemem odwadniającym, wychwytywanie i zatrzymywanie zanieczyszczeń.

Zmienność przestrzenną we wszystkich tych procesach osiąga się poprzez podzielenie obszaru badań na zbiór mniejszych obszarów zlewni.

SWMM zawiera również elastyczny zestaw funkcji modelowania hydraulicznego, używanych do sterowania odpływem i monitoringu jakości wody.



Kontrola w czasie rzeczywistym (Real Time Control)

Prace nad narzędziem do kontroli spływów w czasie rzeczywistym mają doprowadzić do minimalizacji skutków zwiększonego podczas opadów przepływu wody w sieci kanalizacyjnej. Rozpatrywane skutki dotyczą zarówno ilości wody (podtopienia), jak i jakości (negatywny wpływ na odbiorniki). Kontrola pracy kanalizacji ma w projekcie dwa wymiary. Pierwszym z nich jest zastosowanie opracowanego w ramach projektu oprogramowania (RCT Tools) w celu optymalizacji pracy kanalizacji na obszarach pilotażowych. Optymalizacja polega na iteracyjnym uruchamianiu modeli matematycznych przy jednoczesnej, wirtualnej regulacji przepływu poprzez elementy infrastruktury hydrotechnicznej (np. zbiorniki, regulatory przepływu). Wynikiem analiz będzie propozycja optymalnego scenariusza sterowania pracą systemu kanalizacyjnego tak, aby osiągnąć najmniejszą, możliwą technicznie objętość przelewów z kanalizacji. Wyniki te pozwolą na optymalne wykorzystanie istniejącej infrastruktury hydrotechnicznej, ale też na zaproponowanie nowych rozwiązań, które zostaną przetestowane w sposób wirtualny.

Drugim wymiarem tego zadania, jest uruchomienie systemu przedstawiającego stan pracy kanalizacji w oparciu o bieżące wyniki monitoringu, prognozy meteorologiczne i model matematyczny, który korzystając z tych źródeł danych ma dostarczać informację o bieżącym i prognozowanym stanie wypełnienia kanalizacji, przelewach i jakości wód i ścieków.

Warstwa określająca ekstremalne warunki pogodowe (Extreme Weather Layer – EWL)

Warstwa EWL modelu jest połączeniem modelowania i bazy GIS planowania przestrzennego gminy. Łączy wyniki modelu hydraulicznego z mapami katastralnymi w celu wizualizacji lokalizacji miejsc zagrożonych podtopieniami i powodzią. Lokalizacje te powinny być przedmiotem szczególnej uwagi podczas przyszłych prac planistycznych. Do EWL włączono różne scenariusze klimatyczne, pozwalające analizować skuteczność działań łagodzących, takich jak zbiorniki retencyjne czy zielononiebieska infrastruktura.

Trudnością okazało się przyjęcie jednego scenariusza zamian klimatu dla wszystkich miast uczestniczących w projekcie. Eksperci oprą się na scenariuszach bazujących na tzw. scenariuszach RCP (representative concentration pathways). Baza danych RCP ma na celu udokumentowanie prognoz dotyczących emisji, stężeń zanieczyszczeń i zmiany pokrycia terenu. Opiera się na prognozowanych zmianach stężenia gazów cieplarnianych, dla których następnie obliczono zmiany parametrów meteorologicznych. Do projektu NOAH wybrano dwa scenariusze RCP4.5 i RCP8.5 oraz trzeci scenariusz, który powstaje na bazie lokalnych historii ekstremów pomiarowych.

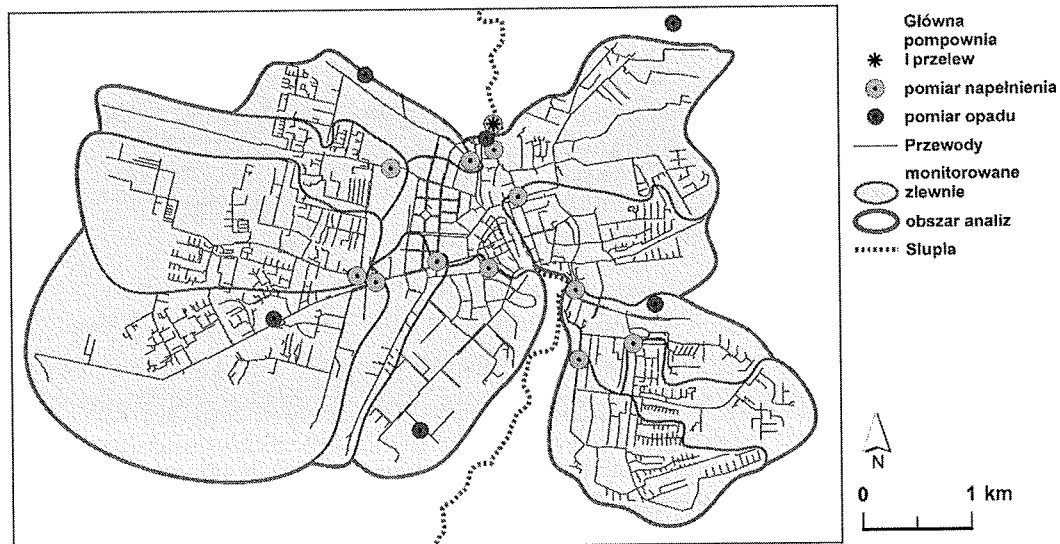
Każdy scenariusz zakłada wzrost temperatury, a ocieplenie różni się w zależności od regionu, najwyższe występuje na szerokościach północnych.

Uczestnicy projektu przyjęli, że warstwa informacyjna EWL ma się opierać na zasięgu wody wpływającej ze studzienek na ulice w czasie przepełnienia kanalizacji.



Słupsk

Do modelowania w Słupsku wydzielono zlewnię o powierzchni 22 km², która jest obsługiwana w części przez system kanalizacji ogólnospławnej z przelewem burzowym znajdującym się przy kolektorze głównym prowadzącym ścieki do oczyszczalni (rys. 1). Na potrzeby analiz obszar został podzielony na 12 zlewni cząstkowych, z których każda wyposażona jest w miernik wypełnienia kanału. Poza tym w ramach projektu zainstalowano 6 deszczomierzy.



Rys. 1. Mapa monitorowanej zlewni w Słupsku

Politechnika Gdańska podjęła się stworzenia modelu dla wytypowanej zlewni w Słupsku. Do modelu wykorzystano dane wejściowe, które można podzielić na cztery główne grupy (przedstawione w tabeli poniżej).

Wyniki monitoringu Wodociągów Słupsk i Politechniki Gdańskiej	Przestrzenne:
<ul style="list-style-type: none"> - poziom wypełnienia kanałów - stężenia zanieczyszczeń - wydajność pracy pomp - opad atmosferyczny - produkcja / zużycie wody - poziom wody w Słupi 	<ul style="list-style-type: none"> - dane o sieci (długość, rzędne, głębokość, materiał, średnica i kształt przekroju) - lokalizacja studzienek, zbiorników i pompowni - ukształtowanie terenu - zagospodarowanie terenu - mapa ulic i zabudowy
Prognozowane:	Monitoringu zewnętrznego:
<ul style="list-style-type: none"> - opad atmosferyczny 	<ul style="list-style-type: none"> - przepływ w rzece Słupi i jej stan - opad atmosferyczny - jakość wód w odbiorniku

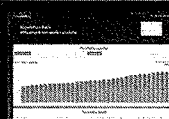
Model składa się z ponad pięciu tysięcy odcinków kanalizacji i studzienek. Obszar, dla którego obliczany jest spływ powierzchniowy, podzielono na 280 zlewni, które charakteryzowano pod względem kształtu, nachylenia, szorstkości podłoża i udziału powierzchni nieprzepuszczalnych. W modelu poza spływem powierzchniowym i infiltracją wód opadowych konieczne było uwzględnienie także dopływu ścieków sanitarnych. Dopływ ten wprowadzono na podstawie godzinowych i sezonowych profili, wyznaczonych na podstawie 10-minutowych danych o produkcji i odpływie ścieków w okresach bezopadowych. Jako parametry jakości ścieków, obliczane modelem, wybrane zostały zawiesina i chemiczne zapotrzebowanie na tlen. Parametry te zostały wybrane w oparciu o dostępność danych na potrzeby kalibracji i walidacji modelu. Wynikiem modelowania są dane o natężeniu przepływu i poziomie ścieków w kanalizacji, a także o jakości ścieków w poszczególnych fragmentach sieci. Model jest nadal w trakcie kalibracji, a wyniki obliczeń, w tym wyniki dotyczące wpływu ekstremalnych zjawisk opadowych (warstwa EWL), planowane są na koniec roku 2020.

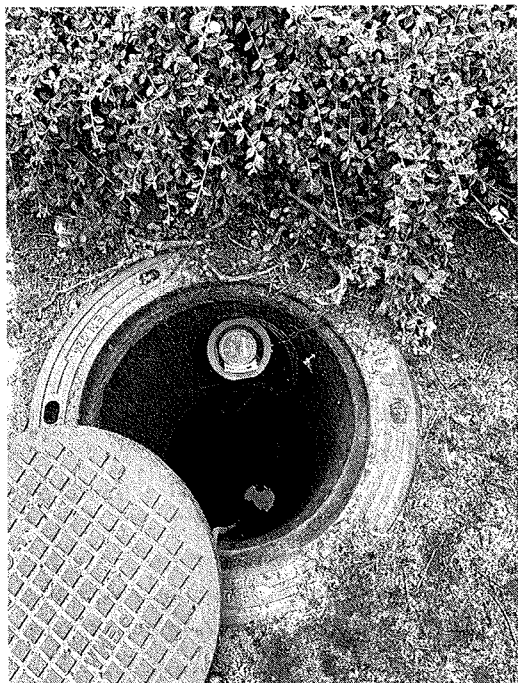
Spotkanie polskiego zespołu w Słupsku

Polski zespół projektu spotkał się w Słupsku, aby zapoznać się ze stanem prac. Na kwiecień planowane było spotkanie wszystkich uczestników NOAH w Gdańsku. Niestety, sytuacja SARS-CoV-2 pokrzyżowała nam plany, mamy nadzieję, że uda nam się przyjąć bałtyckich przyjaciół jesienią. 23 czerwca Wodociągi Słupsk gościły Politechnikę Gdańską (Piotr Zima, Dominika Kalinowska, Paweł Wielgat, Magdalena Gajewska, Karolina Fitobór) i Izbę (Klara Ramm, Inga Cuske).

Spotkanie było okazją do obejrzenia zakupionej w ramach projektu NOAH infrastruktury pomiarowej oraz do przeprowadzenia kolejnej serii poboru prób ścieków do badań jakości.

Badania jakości ścieków obejmują podstawowe parametry, takie jak: pH i przewodność elektryczna (miara jonów w próbce). Zawiesina ogólna (TSS), zarówno ta organiczna jak i mineralna, uznawana jest za kluczowy i potencjalnie bardzo niebezpieczny wskaźnik zanieczyszczenia wód z uwagi na to, że może ona być nośnikiem innych zanieczyszczeń, takich jak metale ciężkie. Wiedza na temat wielkości cząstek zawiesiny, uzyskana na podstawie analizy wykonanej z zastosowaniem granulometru laserowego firmy Malven Instruments Ltd 2000, może przyczynić się do zastosowania odpowiednich metod. Z kolei zawartość materii organicznej (BZT₅ i ChZT) związana jest z zapotrzebowaniem na tlen. Wykonywane są również pomiary całkowitego oraz rozpuszczonego węgla organicznego. Istotne są również badania zawartości w ściekach związków biogenych (azot, fosfor), które są odpowiedzialne za eutrofizację. W zależności od obszaru Morza Bałtyckiego ich negatywny wpływ jest zróżnicowany. Azot jest uważany za substancję ograniczającą równowagę biologiczną w Bałtyku Właściwym. W obszarach przybrzeżnych na południe od Zatoki Botnickiej występuje zarówno nadmiar azotu, jak i fosforu, podczas gdy fosfor powoduje zaburzenia w wodach śródlądowych.





Fot. 1. Studzienka z miernikiem wypełnienia kanału



Fot. 2. Deszczomierz



Fot. 3. Sampler zakupiony w ramach projektu

Metale ciężkie, metale i półmetale występują głównie w spływach burzowych. W tej grupie mierzy się kadm, miedź, nikiel, ołów i cynk. Ze względu na spływy z ulic mierzy się związki ropopochodne, głównie jako wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne WWA (Acenaphthene, Anthracene, Benzo(a)anthracene, Chrysene, Fluoroanthene, Fluorene, Naphthalene, Phenanthrene, Pyrene, Benzo(a)pyrene, Benzo(b)fluoroanthene, Benzo(g,h,i)perylene, Dibenzo(a,h)anthracene, Benzo(k)fluoroanthene, Indeno(1,2,3-cd)pyrene, Acenaphthylene).

Kolejną istotną monitorowaną grupą zanieczyszczeń są zanieczyszczenia mikrobiologiczne, głównie pochodzenia kałowego.

Dodatkowo w pobranych próbkach zostaną wykonane oznaczenia tzw. zanieczyszczeń nowej generacji, do których zaliczamy między innymi: mikroplastiki (o wymiarach <0,5 mm), ftalany (Benzyl butyl phthalate, Bis(2-chloroethoxy) methane, Bis(2-chloroethyl) ether, Bis(2-ethylhexyl) phthalate, 4-Bromodiphenyl ether, 4-Chlorodiphenyl ether, Bis-(2-chloroisopropyl) ether, Dibutyl phthalate, Diethyl phthalate, Dimethyl phthalate, Di-n-octyl phthalate). Przeprowadzane są również badania zawartości wybranych pestycydów (α -BHC, β -BHC, γ -BHC, δ -BHC, Heptachlor, Aldrin, Heptachlorepoxyde Isomer B, γ -Chlordane, α -Chlordane, Endosulfan I, 4,4'-DDE, Dieldrin, Endrin, Endosulfan II, 4,4'-DDD, Endrin aldehyde, Endosulfan sulfate, 4,4'-DDT, Endrin Ketone, Methoxychlor).

Na podsumowanie spotkania prof. Piotr Zima zaprezentował wstępne wyniki modelowania dla zlewni w Słupsku. Pozwalają już one określić parametry, przy których nastąpi otwarcie przelewu burzowego z kanalizacji ogólnospławnej.

Spotkanie w Słupsku było doskonałą okazją do zapoznania się z inwestycjami w infrastrukturę i pracami nad modelowaniem zlewni w Słupsku. Mamy nadzieję, że doświadczenia tego miasta pozwolą rozpowszechnić dobre praktyki w innych polskich miastach. Problem przelewów burzowych kanalizacji ogólnospławnej staje się bowiem coraz większym wyzwaniem ze względu na zmiany klimatu i charakterystyki opadów.

Jolanta Fracka, Wodociągi Słupsk

Magdalena Gajewska, Politechnika Gdańska

Katarzyna KołECKA, Politechnika Gdańska

Remigiusz Łyszczak, Wodociągi Słupsk

Klára Ramm, Izba Gospodarcza „Wodociągi Polskie”

Rafał Ułańczyk, Politechnika Gdańska

Piotr Zima, Politechnika Gdańska

