

# Szanse i ograniczenia przy wprowadzaniu systemów GIS do zarządzania sieciami kanalizacyjnymi w Polsce

## Opportunities and constraints in implementing GIS systems for sewer management in Poland

Renata Woźniak-Vecchie, Marcin Szwagrzyk, Bartosz Ślizewski\*)

**Słowa kluczowe:** kanalizacja, modelowanie, GIS, zarządzanie

### Streszczenie

Systemy Informacji Geograficznej (GIS) pozwalają na przetwarzanie i wizualizację danych dotyczących geometrii sieci, zintegrowanych z pełną informacją na temat technicznego i hydraulicznego stanu sieci kanalizacyjnej. Umożliwiają efektywną analizę zagrożeń i optymalizację planowanych rozwiązań. W pracy przedstawiono bariery, jakie ograniczają wykorzystanie Systemów Informacji Geograficznej w pracach nad koncepcjami zagospodarowania wód opadowych w Polsce. Następnie przedstawiono szereg propozycji, które poprzez standaryzację wymagań i procedur opracowywania koncepcji zagospodarowania wód opadowych, umożliwiłyby wykorzystanie potencjału Systemów Informacji Geograficznej.

**Keywords:** sewer, modeling, GIS, management

### Abstract

Geographic Information Systems (GIS) allow for processing and visualization of data on the geometry of the network, integrated with full information on the technical and hydraulic condition of the sewerage system. GIS enables effective risk analysis and optimization of planned solutions. In this paper the barriers of implementation of GIS in stormwater management in Poland were described. Several proposals concerning standardization of procedures and requirements for concepts of stormwater management were introduced. Realization of these proposals would allow to use the potential of the Geographic information Systems in forming of the stormwater management plans.

## 1. Wstęp

Ilość oraz skala zjawisk podtapiania i zalewania obszarów zurbanizowanych, jaka miała miejsce w ostatnich latach nie pozostawia wątpliwości, iż jest to nieuchronny problem wielu miast. Fakt ten ma odzwierciedlenie w dużej ilości projektów badawczych i inżynierskich dotyczących modernizacji miejskich systemów zagospodarowania wód opadowych oraz poprawy sytuacji powodziowej w zlewniach rzecznych.

Narzędziem pozwalającym na wydajną analizę zagrożeń i planowanie rozwiązań są Systemy Informacji Geograficznej (GIS), które pozwalają na przetwarzanie i wizualizację danych dotyczących geometrii sieci, zintegrowanych z pełną informacją na temat technicznego i hydraulicznego stanu sieci kanalizacyjnej.

W większości zadań dotyczących miejskich systemów zagospodarowania wód opadowych, zleczanych w ostatnich latach przez samorządowych inwestorów, widać poszukiwania własnej drogi do wdrożenia systemów typu GIS. Zadania z zakresu zagospodarowania wód opadowych bazują na nieporównywalnych ze sobą, co do zawartości i formatu zbiorach danych wejściowych, niewspółmierne są również oczekiwania związane z opracowaniem tych danych i wynikającymi z tego korzyściami dla zleceniodawcy. Jak pokazują doświadczenia polskie (np. w dziedzinie ochrony przeciwpowodziowej) i zagraniczne, wprowadzenie jednolitych standardów dotyczących m.in. kategoryzacji celów, rodzaju i jakości danych wejściowych, oraz metodyki prac, ma bezpośrednie przełożenie na jakość tworzonych opracowań.

Celem artykułu jest określenie barier wykorzystania Systemów Informacji Geograficznej w opracowywaniu koncepcji zagospodarowania wód opadowych. Bariery te zdaniem autorów leżą między innymi po stronie przygotowywania zadań przez zleceniodawców oraz dostępności danych przestrzennych. Kolejnym celem artykułu jest przedstawienie zaleceń standaryzacji postępowania, zarówno po stronie zamawiającego jak i wykonawcy, co umożliwiłoby wykorzystanie potencjału Systemów Informacji Geograficznej, przyczyniając się do wzrostu jakości opracowywanych koncepcji.

Podstawą przemyśleń autorów są zarówno polskie doświadczenia w dziedzinie opracowywania koncepcji z zakresu ochrony przeciwpowodziowej, własne doświadczenia z opracowywania koncepcji zagospodarowania wód opadowych jak i doświadczenia niemieckie, gdzie wdrożono pewne formy standaryzacji, np. dotyczące formatów wymiany danych przestrzennych.

## 2. Wybrane problemy obecnych realizacji

### 2.1 Rodzaje ogłoszeń

Skalę różnorodności założeń potencjalnych zleceniodawców co do zakresu rozpisywanych zadań dotyczących koncepcji zagospodarowania wód opadowych, widać już w rodzaju ogłoszeń, wśród których pojawiają się zarówno zapytania ofertowe, zapytania o cenę, jak i przetargi nieograniczone. Przyjęty rodzaj ogłoszenia determinuje zazwyczaj jakość opisu zamówienia.

Zapytanie ofertowe nie jest objęte ustawą Prawo Zamówień Publicznych (PZP). W praktyce oznacza to, iż struktura, jakość i ilość zawartych w nim informacji ma niewiele wspólnego z wymogami jakie nakłada na sektor publiczny ustawa PZP. Stopień ogólności załączonego opisu przedmiotu zamówienia (OPZ) świadczy zazwyczaj dobitnie o braku zrozumienia u zamawiającego dla kompleksowości tego typu zadań. Wymagania zamawiającego ograniczają się często do „wykonania bilansu wód opa-

\*) Dr inż. **Renata Woźniak-Vecchie** – BCE Kraków Sp. z o.o.  
ul. W. Syrokomli 23/3, 30-102 Kraków; tel: 12 427 90 20,  
mail: r.wozniak@bce-krakow.pl

dowych i koncepcji ich zagospodarowania”. Brakuje zazwyczaj podstawowych informacji opisujących stan obecny posiadanego systemu odwodnienia, czy określenia zakresu wymaganych obliczeń i analiz.

Również zastosowanie zapytania o cenę w odniesieniu do zadań obejmujących gospodarkę wodami opadowymi w miejscowościach lub gminach o znacznym obszarze (>> 100 ha) wydaje się być niewłaściwe, w szczególności w połączeniu z bardzo ogólnym zazwyczaj opisem zamówienia. Ten tryb udzielenia zamówienia sugeruje zgodnie z art. 70 ustawy PZP, iż zamawiana usługa posiada ustalone standardy jakościowe, o czym nie może być jeszcze mowy w polskich warunkach.

W przypadku przetargu nieograniczonego nieodzownym warunkiem powodzenia realizacji koncepcji zagospodarowania wód opadowych jest jednoznaczne określenie rodzaju i jakości danych wejściowych oraz minimalnego zakresu analiz.

Poniżej opisane zostaną wybrane elementy OPZ, które zdaniem autorów są niezbędne do jednoznacznego określenia zakresu i w konsekwencji do rzetelnej wyceny zamówienia.

## 2.2 Sformułowanie celu zadania

Podstawowym warunkiem rzetelnej wyceny usługi, jaką jest koncepcja zagospodarowania wód opadowych jest dla wykonawcy informacja, czemu mają służyć wyniki opracowania. Domyślnym celem nadrzędnym przy tego typu zadaniach jest wytyczenie kierunków rozwoju i przebudowy systemu odwodnień danego obszaru zapewniającego odpowiedni „komfort odwodnienia” (patrz np. *Kotowski, 2011; Schmitt, 2000*). Zbyt ogólne sformułowania pozostawiają jednak szeroką przestrzeń dla potencjalnych nieporozumień między zlecającą i wykonawcą. Szansą na doprecyzowanie obustronnych wyobrażeń mogą być pytania oferentów i odpowiedzi zamawiającego udzielane na etapie przetargu. Najczęściej stawiane przez autorów artykułu pytania dotyczą:

- wielkości obszarów już zabudowanych oraz rodzaju i długości systemów odwadniających te obszary: ta podstawowa informacja nie zawsze jest zawarta w OPZ,
- wielkości obszarów planowanych do zabudowania w przyszłości i rodzaju dokumentów definiujących przyszłe zagospodarowanie, w szczególności istnienia miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego (MPZP),
- konieczności uwzględnienia możliwości odbiorczych cieków powierzchniowych: szczególnie w przypadku niewielkich cieków niekontrolowanych prowadzących wody z kanalizacji deszczowej do większych odbiorników wyjaśnienie kwestii obecnej przepustowości i stopnia jej wykorzystania jest bardzo ważnym zadaniem,
- szczegółowości pożądaných przez zamawiającego wyników: czy wymagane jest jedynie uproszczona analiza na podstawie map i wizji lokalnych, czy może rozszerzona analiza topograficzna za pomocą narzędzi GIS, albo hydrauliczna symulacja przepływów, analiza podtopień i wylań z systemu odwodnieniowego.

Należy zauważyć, że nie zawsze udaje się uzyskać odpowiedzi na te pytania, przez co założenia dotyczące zakresu potencjalnych prac poczynione przez oferentów mogą znacznie od siebie odbiegać.

## 2.3 Dane wejściowe

Przy zadaniach wymagających analizy hydraulicznej istniejącego systemu odwodnieniowego, niezbędnym etapem prac jest numeryczne odwzorowanie geometrii tego systemu, oraz wielkości i zagospodarowania ciążących do niego zlewni. Zazwyczaj obowiązek pozyskania „wszystkich niezbędnych map i podkładów kartograficznych” składany jest na barki wykonawcy. Może to skutkować już na etapie przygotowywania oferty założeniem ograniczenia wielkości obszaru opracowania, czy skali pozyskanych

podkładów. Takie założenia mają bezpośredni wpływ na koszt pozyskania danych kartograficznych i stanowią znaczący udział w cenie ofertowej. Cena ta z kolei decyduje o pozyskaniu lub nie zamówienia. Wprowadzenie w październiku 2014 r. nowelizacji ustawy PZP, precyzującej m.in. kwestię kryteriów przetargowych i mającej przyczynić się do ograniczenia zamówień, w których można stosować wyłącznie „najniższą cenę”, nie rozwiązało tego problemu w praktyce. Teoretyczne usunięcie prymatu najniższej ceny dotyczy wyłącznie przetargów nieograniczonych. Ponadto dodatkowe kryteria, takie jak – spotykane najczęściej – skrócenie czasu opracowania, czy wydłużenie czasu gwarancji, nie różnicują w rzeczywistości oferentów pod względem jakości potencjalnego opracowania.

Dążenie oferentów do minimalizacji kosztów danych wejściowych, może odbić się na jakości odwzorowania zlewni przez brak informacji o całym jej obszarze, oraz na jakości odwzorowania elementów systemu odwodnieniowego przy wyborze mapy w zbyt małej skali.

Niebagatelnym problemem w przypadku konieczności pozyskania map przez wykonawcę, jest nieznaną jakość materiałów. O ile w przypadku map topograficznych, ortofotomap czy numerycznego modelu terenu (NMT) pozyskuje się ustandaryzowany produkt opracowany zgodnie z instrukcjami Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii, to już zawartość mapy zasadniczej, pod względem jakości odwzorowania sieci kanalizacyjnej jest nieprzewidywalna i nieznaną przed pozyskaniem takiej mapy. Kwestią problematyczną jest również brak określenia przez zamawiającego formatu udostępnianych danych.

## 3. Standaryzacja postępowania w zakresie GIS na przykładzie koncepcji zagrożenia powodziowego

Przykładem efektów wprowadzenia standaryzacji przygotowania i przetwarzania baz danych typu GIS jest szereg projektów wykonanych w ramach „Programu ochrony przed powodzią w dorzeczu górnej Wisły” zlecanych przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie. Opracowania te wykonywano według szczegółowej specyfikacji, która regulowała postępowanie i wykorzystanie konkretnych narzędzi na poszczególnych etapach pracy.

Wymaganiami ujętymi w ww. specyfikacji objęte było m.in. tworzenie baz danych GIS zawierających wyniki modelowania hydrologicznego i hydraulicznego dla poszczególnych rzek. Jednolite wymagania zamawiającego dotyczące formatu i atrybutów generowanych danych przestrzennych, a także wyników modelowania i raportów dotyczących poszczególnych etapów prac, zapewniły homogeniczność wyników prac różnych wykonawców we wszystkich zlewniach dorzecza. Pozwoliło to na zintegrowanie wyników wszystkich wykonanych w ramach programu projektów w całość, a także porównywanie wyników analiz dla różnych zlewni między sobą. Taka standaryzacja wymagań ułatwiła również kontrolę jakości wykonywanych produktów na kolejnych etapach wykonywania programów.

Opracowanie podobnego katalogu prac, dotyczących zarówno etapu przygotowania przetargu, jak i wymagań stawianych wykonawcom w dziedzinie systemów kanalizacyjnych, wydaje się być możliwa pod względem merytorycznym. Realnym utrudnieniem jest brak nadrzędnej instytucji, która podjęłaby się stworzenia i rozpropagowania takich wytycznych. Jedyną szansą wydaje się być oddolna inicjatywa połączonych sił środowisk akademickich, inżynierskich stowarzyszeń branżowych itp., które łącząc zaawansowaną wiedzę z doświadczeniem praktycznym opracowałyby kompleksowy dokument, mogący służyć setkom miast i gmin stojących przed wyzwaniem uporządkowania gospodarki wodami opadowymi.

## 4. Propozycje standaryzacji postępowania w opracowywaniu koncepcji zagospodarowania wód opadowych

Poniżej przedstawiono kilka propozycji standaryzacji działań występujących na kolejnych etapach powstawania koncepcji zagospodarowania wód opadowych. Propozycje te odnoszą się zarówno bezpośrednio jak i pośrednio do wykorzystania Systemów Informacji Geograficznej. Proponowane przez autorów procedury dotyczą zarówno postępowania po stronie zlecniodawcy jak i wykonawcy, a ich wdrożenie wpłynęłyby niewątpliwie na polepszenie jakości wykonywanych opracowań. Propozycje dotyczące przygotowania danych wejściowych oraz podejścia zlewniowego, wzorowane są na zaleceniach RZGW z uwzględnieniem specyfiki tematyki koncepcji zagospodarowania wód opadowych – np. konieczności wykorzystania danych przestrzennych o większej szczegółowości, niż w przypadku koncepcji ochrony przeciwpowodziowej. W propozycjach dotyczących określenia zakresu analiz oraz poświęconych wymaganiom dotyczącym wyników opracowań i formatów danych przestrzennych, posłużono się przykładem ujednoliconego formatu danych stosowanego w Niemczech.

### 4.1 Właściwe przygotowanie danych wejściowych

Odpowiednio sformułowany cel i zakres zlecanej koncepcji zagospodarowania wód opadowych pozwala zakwalifikować to jako zadanie własne gminy. W takim przypadku istnieje możliwość bezpłatnego pozyskania przez inwestora różnego rodzaju danych kartograficznych, przydatnych przy tego typu opracowaniach: ortofotomap, NMT, a nawet mapy zasadniczej. Możliwość tę daje złożenie wniosku w oparciu o art. 14 ustawy o Infrastrukturze informacji przestrzennej (Dz.U.2010.76.489) w powiązaniu z art. 15 ustawy o Informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne (Dz.U. 2005 nr 64 poz. 565). Rzadkość takich zapytań kierowanych do Powiatowych Ośrodków Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (PODGiK) powoduje, że zazwyczaj pierwsza odpowiedź jest negatywna. Jednak precedens został już ustanowiony, ścieżka prawna wytyczona i dane zbierane przez instytucje finansowane z podatków, których komercyjny koszt wynosi dziesiątki tysięcy złotych, przekazywane są w przypadku takich opracowań bezpłatnie, np. w województwie świętokrzyskim i opolskim.

Pozyskanie map z PODGiK w optymalnym przypadku powinno odbywać się przed ogłoszeniem zadania, gdyż daje to potencjalnym wykonawcom szansę na ocenę jakości tych danych. Dzięki takim działaniom można znacząco obniżyć koszty całego opracowania i zwiększyć szansę na otrzymanie porównywalnych ofert, przez wyeliminowanie elementu ryzyka przy wycenieniu nakładu prac związanych z analizą i opracowaniem danych wejściowych

### Cyfrowe odwzorowanie systemu odwodnienia

Cyfrowe odwzorowanie sieci kanalizacyjnej np. na potrzeby modelowania hydraulicznego, wymaga poprawnego zdefiniowania jej geometrii, topologii (odcinek kanalizacji, jako obiekt łączący dwie studzienki) oraz informacji atrybutowej, np. przyporządkowanie rzędnych dna i góry studzienkom, średnic i materiałów przewodów, itd. Niezbędne jest również uzupełnienie brakujących danych, szczególnie tych dotyczących rzędnych studzienek oraz średnic przewodów.

Stworzenie bazy danych na podstawie cyfrowej lub rastrowej mapy zasadniczej, mogącej stanowić dane wejściowe do dalszych analiz, np. modelowania numerycznego, wymaga bardzo dużego nakładu pracy. Sposób budowania takiej bazy danych jest wprawdzie od dawna dobrze znany (np. *Kwietniewski, 2008*), jednak powszechnym problemem jest brak informacji o topologii sieci oraz braki w atrybutach. Jeśli dostępna jest tylko rastrowa mapa zasadnicza, to konieczna jest szczegółowa i przemyślana digitalizacja. Do-

stęp do mapy cyfrowej ułatwia opracowanie danych, lecz nie zwalnia z konieczności szczegółowej ich kontroli. Część brakujących informacji można uzupełnić na podstawie rozsądnych założeń, ale w wielu przypadkach do ustalenia rzeczywistej sytuacji konieczne są geodezyjne pomiary w terenie.

Istotnym elementem składowym systemów odwodnieniowych są również rowy. Ich odwzorowanie na potrzeby modelowania wymaga danych dotyczących geometrii przekrojów oraz geometrii przepustów w ich ciągu. Analizowane przez autorów jako dane wejściowe inwentaryzacje rowów, zawierają zazwyczaj niewiele danych poza lokalizacją rowów. Jedynym sposobem na skompletowanie danych jest wykonanie geodezyjnych pomiarów przekrojów poprzecznych w terenie, o odpowiednim zagęszczeniu i sposobie zdejmovania przekroju (GUGiK, 2014)

Uporządkowanie informacji o przebiegu i parametrach elementów systemów odwodnieniowych, oraz uzupełnianie brakujących danych, może trwać na tyle długo, że w przypadku rozległych i skomplikowanych systemów odwodnieniowych, warto rozważyć wykonanie tego etapu jako oddzielnego zadania. Dzięki temu można uniknąć nadmiernych uproszczeń i/lub błędnych założeń w kolejnych etapach prac, oraz w razie konieczności zweryfikować zakres i poziom szczegółowości późniejszych analiz. Jednocześnie przed ogłoszeniem kolejnego zadania potencjalni wykonawcy będą mieli szansę na ocenę jakości tych danych, a tym samym na rzetelną wycenę zamówienia

Inną możliwością jest dopuszczenie zamówień dodatkowych. Geodezyjne pomiary uzupełniające na sieci kanalizacyjnej, jak i rowach, spełniają zasadniczo warunki uznania za przedmiot zamówienia dodatkowego (patrz PZP), gdyż są niezbędne do prawidłowego wykonania zamówienia podstawowego, a ich wykonanie staje się konieczne na skutek sytuacji niemożliwej wcześniej do przewidzenia.

### Określanie wielkości i rodzaju zlewni

Dzięki zastosowaniu analiz GIS w oparciu o NMT możliwe jest daleko idące zautomatyzowanie wyznaczania granic zlewni kolektorów kanalizacji deszczowej i ogólnospławnej, rowów odwadniających i innych odbiorników wód opadowych, sposobu zagospodarowania tych zlewni i ich stopnia uszczelnienia. W zależności od pożądanego stopnia szczegółowości granice te mogą być wyznaczane dla głównych odbiorników lub jako zlewnie pojedynczych odcinków kanałów czy studzienek. Utworzenie przy pomocy narzędzi GIS warstwy zlewni i przecięcie jej z warstwą pokrycia terenu jest podstawą do wykonania szczegółowych obliczeń hydrologicznych i może dostarczyć bardzo dokładne informacje na temat ilości wody dopływającej do konkretnego elementu systemu odwodnienia.

Warunkiem niezbędnym dla takich analiz jest posiadanie NMT oraz poprawnej topologicznie i tematycznie warstwy odwzorowującej pokrycie terenu, na przykład aktualnej Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT). Określenie przez zamawiającego pożądanego stopnia szczegółowości tego etapu prac powinno być określone już na etapie OPZ i wymaga pozyskania oraz udostępnienia odpowiednich do tego celu danych (patrz: pozyskanie map).

### Charakterystyki meteorologiczne i hydrologiczne

W Polsce nie istnieją atlasy opadów na wzór niemieckiego atlasu KOSTRA, zawierającego statystyczną analizę niemal stuletnich danych pomiarowych, na podstawie których ustalono lokalne zależności natężenia opadu od czasu trwania i częstości występowania dla każdej stacji meteorologicznej. Równoważne wspomnianemu atlasowi dane o opadach, z odpowiednią częstością występowania i czasem trwania można wprawdzie zakupić w Instytucie Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW), ale tylko dla niewielu miejscowości, w których odpowiednio długo prowadzone są pomiary.



Taka sytuacja wymusza stosowanie do wymiarowania kanalizacji opadów modelowych. Konsekwencje braku wiarygodnej metody określania natężenia deszczu miarodajnego do wymiarowania kanalizacji były często opisywane w ostatnich latach w literaturze (np. Bolt i wsp 2012, Kotowski, 2011, Licznar, 2009). Niestety w praktyce do projektowania systemów kanalizacyjnych nadal często stosowany jest wzór Błaszczyka, który znacznie zaniża wyniki obliczeń strumieni deszczu (Kotowski i wsp, 2010).

W przypadku zaawansowanych analiz hydraulicznych systemów odwodnieniowych uwzględniających większe ciekę, np. rzeki objęte programem ISOK (Informatyczny System Osłony Kraju przed nadzwyczajnymi zagrożeniami), konieczne może być pozyskanie danych z IMGW dotyczących rzędnych zwierciadła wody i wielkości przepływów prawdopodobnych w odborniku.

Ważnym dla poprawności obliczeń hydraulicznych jest ustalenie na etapie przygotowania zamówienia dostępności danych z IMGW, a także kosztów (zazwyczaj bardzo wysokich) ich pozyskania w żądanym przez zamawiającego zakresie. Brak sprecyzowanych wymagań zamawiającego dotyczących rodzaju danych opadowych (statystyczne z IMGW, modelowe) może skutkować bezkrytycznym założeniem przez wykonawcę jakiegokolwiek deszczu modelowego, bez sprawdzenia dostępności innych danych, czy chociażby porównania różnych deszczu modelowych.

#### 4.2 Właściwe określenie zakresu analiz

W przypadku opracowań dotyczących zagospodarowania wód opadowych możliwy jest bardzo szeroki zakres analiz: od najprostszycy ocen wydajności systemów, bazujących na obserwacji ich działania w trakcie opadów, po zaawansowane obliczenia hydrologiczne i hydrauliczne dla istniejących i planowanych sieci. Możliwość przeprowadzenia konkretnego typu analiz warunkowana jest rodzajem i jakością posiadanych danych wejściowych, wiedzą, doświadczeniem i budżetem możliwym do przeznaczenia na ich realizację.

Cel opracowania, a przez to rodzaj i zakres prowadzonych analiz powinien być jednoznacznie zdefiniowany na etapie OPZ, gdyż w przeciwnym przypadku złożone zostaną nieporównywalne ze sobą oferty. W najgorszym przypadku rozbieżność między oczekiwaniami zamawiającego a otrzymanymi wynikami zostanie ujawniona dopiero przy oddaniu zadania.

Poniżej zaproponowano cztery grupy analiz bazujących na różnych danych wejściowych oraz wymagających różnych nakładów personalnych i sprzętowych. Propozycje te oparto na niemieckich wytycznych dotyczących postępowania w zakresie komunalnej ochrony przed powodzią (Illgen i wsp., 2014) i rozszerzono o elementy zadań opracowywanych przez autorów w warunkach polskich.

##### Analiza uproszczona

- dane wejściowe: istniejące mapy zasadnicze, plany, szkice, dane z obserwacji
- postępowanie: analiza istniejących danych i planów, wizja lokalna
- wynik: pierwsze oszacowanie przeciężonych hydraulicznie miejsc, zgrubne określenie kierunków spływu
- nakład prac i stopień trudności: niewielki nakład prac, możliwy do wykonania we własnym zakresie właściciela lub eksploatatora sieci

##### Analiza podstawowa

- dane wejściowe: istniejące mapy zasadnicze, plany, szkice, dane z obserwacji, NMT
- postępowanie: analiza topografii terenu za pomocą narzędzi GIS, zgrubne odwzorowanie geometrii sieci, stacjonarne obliczenia hydrauliczne

- wynik: wyznaczenie kierunków i dróg spływu powierzchniowego oraz terenów bezodpływowych, wyznaczenie stopnia obciążenia hydraulicznego elementów liniowych, ale bez dokładnego poznania wielkości przeciężenia
- nakład prac i stopień trudności: średni nakład prac, wymaga znajomości narzędzi GIS

##### Analiza hydrauliczna pogłężona

- dane wejściowe: szczegółowe dane wejściowe (NMT, aktualna mapa zasadnicza, itd.)
- postępowanie: symulacja przepływów i wylań na podstawie modelowych obliczeń hydrodynamicznych, w optymalnym przypadku połączonych z kalibracją modelu na podstawie pomiarów opad/odpływ
- wynik: określenie wielkości natężenia przepływów, wyznaczenie obciążenia odcinków kanalizacji i stopnia ich przeciężenia, wyznaczenie wylewających studzienek i wielkości wylań z nich
- nakład prac i stopień trudności: wysoki nakład prac, wymaga specjalistycznej wiedzy

##### Analiza hydrauliczna kompleksowa

- dane wejściowe: szczegółowe dane wejściowe (NMT, aktualna mapa zasadnicza, itd.), uzupełnione pomiarami geodezyjnymi (pomiary brakujących elementów kanalizacji, przekroje korytowe rowów i ewentualnie innych odborników wód opadowych)
- postępowanie: symulacja przepływów i wylań na podstawie modelowych obliczeń hydrodynamicznych sieci połączonych z hydraulicznym modelowaniem odborników, w optymalnym przypadku połączonych z kalibracją modelu na podstawie odpowiadających sobie pomiarów opadów, pomiarów przepływu w kanalizacji, danych wodowskazowych dla odborników, itd.
- wynik: określenie wielkości natężenia przepływów, wyznaczenie obciążenia odcinków kanalizacji i stopnia ich przeciężenia, wyznaczenie wylewających studzienek i wielkości obszarów zagrożonych podtopieniem/zalaniem
- nakład prac i stopień trudności: bardzo wysoki nakład prac, wymaga specjalistycznej wiedzy

#### 4.3 Wymagania dotyczące wyników

Synergetycznym efektem opisanej powyżej kategoryzacji zakresów prac, byłoby uzyskanie porównywalnych w poszczególnych kategoriach rodzajów wyników. Mając na uwadze mnogość oprogramowań różnych producentów służących do obliczeń numerycznych, ważnym problemem staje się możliwość wymiany plików pomiędzy różnymi programami.

W przypadku miejskich systemów zagospodarowania wód opadowych inspiracją może być będący w użyciu od ponad dwóch dekad i ciągle rozszerzany niemiecki format wymiany danych ISYBAU. Jego nazwa pochodzi od niemieckiego wyrażenia „Integriertes DV-System-Bauwesen”, które oznacza zintegrowany system do przetwarzania danych w budownictwie. Umożliwia on przekazywanie i opracowywanie danych opisujących systemy ściekowe na użytek projektowania, budowy i eksploatacji. Format ten został wprowadzony w ramach projektu o tej samej nazwie, będącego wspólną inicjatywą rządu i krajów związkowych w Niemczech na przełomie lat 80- i 90-tych. Pierwsza wersja tego formatu wymiany danych pochodzi z roku 1991, była w formacie ASCII i już wtedy zawierała nie tylko wytyczne do danych topologicznych dla kanałów i studni (pliki typu K), ale i formaty danych opisujących stan techniczny systemu kanalizacyjnego (pliki typu H, S, Z). Obecnie ISYBAU posługuje się formatem XML i standaryzuje również dane dot. elementów zagospodarowania wód opadowych, wyników obliczeń hydraulicznych, renowacji kanałów, itd. (MfUNBuR, 2014).

Bardzo ważnym aspektem jest niezależność formatu ISYBAU od posiadanego oprogramowania. Każdy z programów stosowa-

nych do zarządzania danymi o systemach kanalizacyjnych, czy do obliczeń hydraulicznych ma możliwość wprowadzenia danych w tym formacie i eksportu wyników do niego. Dzięki temu nie ma konieczności wskazywania konkretnego programu, co mogłoby w jakiś sposób ograniczać konkurencję.

#### 4.4 Podejście zlewniowe

W przypadku koncepcji odwodnień dla większych obszarów, np. całych miast, ze względu na szczególne znaczenie odbiorników wód opadowych z kanalizacji deszczowej takich jak niewielkie potoki, rzeki, ważne jest rozszerzenie granic opracowania tak, aby objąć nim całą zlewnię danego odbiornika. W przypadku kompleksowej analizy hydrologicznej i hydraulicznej, obliczeniami modelowymi (osobnymi lub zintegrowanymi z modelem sieci odwodnieniowej), należy objąć również odbiorniki. Sam model hydrauliczny odbiorników może się zawierać w granicach administracyjnych miasta, lecz wykonanie obliczeń hydrologicznych musi obejmować całą zlewnię odbiornika. Wiąże się to z koniecznością rozszerzenia granic obszaru opracowania, a co za tym idzie zakupu danych dla obszarów często znacznie większych, niż zdefiniowane pierwotnie.

Podejście zlewniowe jest niezbędne również, gdy analizowany jest tylko fragment większego systemu odwodnieniowego. Granice opracowania w takim przypadku powinny uwzględniać cały obszar ciężący do potencjalnego odbiornika: odcinka kanalizacji, rowu, itp.

#### 4.5 Tworzenie interdyscyplinarnych zespołów

Stworzenie systemu GIS obejmującego sieci odwodnieniowe, utrzymanie jego aktualności, oraz wykorzystanie możliwości jakie daje, wymaga w każdym przypadku międzywydziałowych i międzyinstytucjonalnych konsultacji już na etapie tworzenia OPZ. Najpóźniej w trakcie opracowywania koncepcji jej wyniki powinny być uzgadniane z instytucjami, na których pracę mogą mieć wpływ. Powinny to być m.in.

- wydział planowania przestrzennego, który powinien uwzględniać aspekty odwodnienia w opracowywanych dokumentach planistycznych (studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego) np. przez rezerwację terenów pod ewentualne poldery i bezszkodowe rozlewiska;
- wydział ochrony środowiska oceniający proponowane rozwiązania pod kątem oddziaływania na środowisko i podejmujący działania koordynacyjne;
- organy zarządzania kryzysowego odpowiedzialne m.in. za ochronę przed podtopieniami i powodzią miejską;
- wydziały drogowe, które w polskich warunkach często są gestoraми kanalizacji deszczowej;
- lokalne przedsiębiorstwa wodociągów i kanalizacji;
- lokalne zarządy melioracji i gospodarki wodnej;
- spółki wodne (jeśli istnieją).

Z doświadczenia autorów wynika, że współpraca ww. organów nawet w ramach tego samego urzędu miasta lub gminy pozostawia wiele do życzenia. Przygotowanie i przeprowadzenie zadania związanego z wprowadzeniem systemu GIS do odwodnień jest świetnym treningiem komunikacji i współpracy procentującym w przyszłości.

## 5. Podsumowanie

Właściwe przygotowanie i wdrożenie systemów GIS do zarządzania sieciami kanalizacyjnymi stawia każdą czyniącą to instytucję przed szansą na otrzymanie efektywnego narzędzia usprawniającego pracę wielu wydziałów. Zebranie i uporządkowanie rozproszonych dotychczas danych, ich uzupełnienie i uszczegółowienie wspiera wszelkie procesy decyzyjne związane z tematyką zagospodarowania wód i planowania przestrzennego, poprawia

efektywność pracy i przepływ informacji między różnymi jednostkami administracyjnymi. Najważniejsze korzyści dla eksploatatora to wizualizacja kartograficzna i możliwość analiz współzależnych baz danych przestrzennych, poszerzająca wiedzę na temat zjawisk hydraulicznych zachodzących w sieci. Pozwala to osiągnąć realne oszczędności przez optymalizację czasu pracy personelu, zastosowania sprzętu oraz minimalizację ryzyka błędów projektowych i ewentualnych strat spowodowanych wylaniami.

Warunkiem powodzenia projektu jest współpraca wielu stron od momentu podjęcia decyzji o konieczności wykonania takiego zadania aż do jego wdrożenia. Ponieważ sama realizacja zadania wymagająca specjalistycznej wiedzy, sprzętu i oprogramowania powierzana jest zazwyczaj zewnętrznym firmom, szczególnego znaczenia nabiera etap przygotowywania zamówienia. W tym stadium niezbędne jest zebranie informacji o dostępnych danych wejściowych i ich jakości, gdyż wyniki najbardziej skomplikowanych obliczeń będą tylko tak dobre, jak użyte do nich dane wejściowe. Konieczne jest jednoznaczne ustalenie zakresu zamówienia zarówno pod względem obszarowym i jak i wymaganych analiz, by otrzymać najpierw porównywalne oferty, a w końcowym efekcie usługę o pożądanym zakresie i jakości.

Równorzędnym warunkiem efektywnego użytkowania systemu typu GIS jest posiadanie zespołu odpowiednio wyszkolonych pracowników oraz świadomość stałej potrzeby jego aktualizacji i ciągłe planowanie rozwoju stworzonej bazy o nowe atrybuty i funkcje.

Zapotrzebowanie na systemy GIS do zarządzania sieciami kanalizacyjnymi dotyczy właściwie każdej gminy. Choć wiedza na ten temat jest zasadniczo dostępna, to rozpisywanie zadania wskazują na dotkliwy brak źródeł przedstawiających tzw. dobre praktyki w skondensowanej formie. Godnym naśladowania przykładem standaryzacji danych i prac w dziedzinie GIS jest w Polsce działalność RZGW Kraków w zakresie ochrony przed powodzią. Z kolei w dziedzinie odwodnień miejskich można by adaptować do naszych warunków zagraniczne rozwiązania będące w użyciu i rozwijane od dziesięcioleci. Autorzy widzą pilną potrzebę stworzenia i upowszechnienia wytycznych dotyczących wdrażania systemów GIS w kanalizacji.

## PIŚMIENNICTWO

- [1] Bolt, A., Burszta-Adamiak, E., Gudelis-Taraszkiewicz, K., Suligowski, Z., Tuszyńska, A. 2012: Kanalizacja. Projektowanie, wykonanie, eksploatacja. Wyd. Seidel-Przywecki, 2012.
- [2] Dz.U. 2010 nr 76 poz. 489: Ustawa z dnia 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej.
- [3] Dz.U. 2005 nr 64 poz. 565: Ustawa z dnia 17 lutego 2005 r. o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne.
- [4] Dz.U. 2004 nr 19 poz. 177: Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r. Prawo zamówień publicznych (z późn. zmianami).
- [5] GUGiK, 2014: Podręcznik dla uczestników szkoleń z wykorzystaniem produktów LIDAR, Informatyczny System Osłony Kraju przed nadzwyczajnymi zagrożeniami, Główny Urząd Geodezji i Kartografii, Warszawa 2014.
- [6] Illgen, M., Kissel, M., Piroth, K., 2014: Opady nawalne i powódzie miejskie. Wytyczne postępowania w zakresie komunalnej ochrony przed powodzią. Technologia wody 1/2014, s. 56–63.
- [7] Kotowski, A., 2011: Podstawy bezpiecznego wymiarowania odwodnień terenów. Wyd. Seidel-Przywecki.
- [8] Kotowski, A., Kaźmierczak, B., Danczewicz, A., 2010: Modelowanie opadów do wymiarowania kanalizacji, Komitet Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN, Warszawa 2010.
- [9] Kwietniewski, M., 2008: GIS w wodociągach i kanalizacji. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [10] Licznar, P. 2009: Generatory syntetycznych szeregów opadowych do modelowania sieci kanalizacji deszczowych i ogólnospławnych, Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław 2009.
- [11] MfUNBuR, 2014: Arbeitshilfen Abwasser, Planung, Bau und Betrieb von abwassertechnischen Anlagen in Liegenschaften des Bundes, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Bundesministerium der Verteidigung, październik 2014.
- [12] Schmitt, T. G., 2000: Komentarz do ATV-A118. Hydrauliczne wymiarowanie systemów odwadniających. Wyd. Seidel-Przywecki.