

Przyczyny i sposoby zapobiegania powodziom miejskim – nowoczesny warsztat inżyniera w praktyce

Dr hab. inż. Paweł Licznar, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Wroclawska, inż. Jarosław Rosa, BPWMIŚ BIPROWDMEL Sp. z o.o., Poznań

1. Wprowadzenie

Postępująca urbanizacja i związany z nią zanik naturalnych terenów do retencji i infiltracji wód opadowych, wespół ze zmianami klimatu przyczyniają się do wzrostu zagrożenia powodziowego ze strony systemów odwodnienia terenów niedostosowanych do zachodzących zmian. Jednocześnie wzrost wartości nieruchomości, również tych kiedyś naturalnie zalewanych, prowadzi do stawiania zarządcom systemów odwodnienia coraz większych wymagań w zakresie ich bezpieczeństwa. Charakter zjawisk opadowych zmienia się w kierunku wzrostu ich intensywności, co potwierdza większość źródeł traktujących o prognozach zmian klimatu. Istniejące systemy odwodnienia terenów zurbanizowanych w znakomitej większości projektowano w oparciu o dane, które nie odpowiadają charakterystykom obecnie występujących zjawisk opadowych, w głównej mierze dotyczy to opadów nawalnych stanowiących dla obszarów zurbanizowanych potencjalnie największe zagrożenie. Dopiero na przestrzeni ostatnich lat, wraz z wzrostem występowania zjawisk powodziowych w miastach i transferem do kraju wiedzy oraz nowoczesnych narzędzi informatycznych, sytuacja ta zaczęła się zmieniać. Wpływ na to mają również nowe możliwości pozyskiwania funduszy, np. w ramach działań związanych z Programem Operacyjnym Infrastruktura i Środowisko, Działanie 2.1. „Adaptacja do zmian klimatu wraz z zabezpieczeniem i zwiększeniem odporności na klęski żywiołowe, w szczególności katastrofy naturalne oraz monitoring środowiska”.

Należy jednak zaznaczyć, że do dziś w ustawie Prawo wodne [11] znajdujemy taki zapis, że ilekroć w ustawie jest mowa o: „**powodzi** – rozumie się przez to czasowe pokrycie przez wodę terenu, który w normalnych warunkach nie jest pokryty wodą, w szczególności wywołane przez wezbranie wody w ciekach naturalnych, zbiornikach wodnych, kanałach oraz od strony morza, **z wyłączeniem pokrycia przez wodę terenu wywołanego przez wezbranie wody w systemach kanalizacyjnych**”. W ostatnim projekcie nowej ustawy Prawo wodne nie przewidziano zmiany tej definicji.

Przy okazji definicji warto przypomnieć, że w przypadku ujmowania i odprowadzania wód opadowych, czy omawianych tu zjawisk powodzi miejskich nie można ograniczać się do samej tylko kanalizacji, w rozumieniu układu rurociągów, studzienek, wpustów, wylotów, pompowni itp. elementów infrastruktury podziemnej. Układ odwodnienia składa się bowiem z oddziałujących na siebie wzajemnie elementów, które pozostają najczęściej w zarządzie/administracji różnych podmiotów, również prywatnych. Taka sytuacja po pierwsze w znaczny sposób utrudnia zarządzanie przedmiotową infrastrukturą, a po drugie praktycznie uniemożliwia skoordynowaną eksploatację, czy planowanie rozwoju.

2. Przyczyny występowania powodzi miejskich

Przyczynowość występowania powodzi miejskiej jest złożona. Problem jest często następstwem wieloletnich zaniedbań w zakresie planowania i eksploatacji; braku odpowiedniego utrzymania; braku informacji o układzie, jego stanie i skali występujących zjawisk, incydentów (np. blokada przepustu przez powalone wiatrem drzewo) czy wreszcie wystąpienia zjawisk nieprzewidywanych przekraczających skalę danego systemu (opad ponadnormatywny).

Generalnie przyczyny te można podzielić na kilka podstawowych grup:

- historyczne – z jednej strony rozdzielenie systemów kanalizacji ogólnospławnej na sanitarną i deszczową, a z drugiej systematyczne dociążanie pozostawionych układów kanalizacji ogólnospławnej w miarę wzrostu wskaźnika zabudowy centrów miast;
- infrastrukturalne/planistyczne – postępująca urbanizacja (uszczelnianie naturalnych powierzchni infiltracyjnych) bez odpowiadającej jej skalą rozbudowy systemów odwodnienia, czy wręcz przy ich ciągłym ograniczaniu między innymi poprzez zabudowę naturalnych cieków i rowów oraz obszarów retencyjno-zalewowych.
- finansowe – brak systemu opłat za odprowadzanie wód opadowych był i nadal jest przyczyną ciągłego niedofinansowania w tym obszarze infrastruktury

- miast, w efekcie inwestycje w zakresie systemów odwodnienia prowadzone są często jedynie doraźnie z chwilą osiągnięcia stanu krytycznego tych układów, czy realizacji innych inwestycji, które ograniczają się często do samego podłączenia nowych zlewni;
- d. klimatyczne – postępujące z czasem zmiany charakterystyki opadów (wzrost intensywności) nie znajdowały dotychczas w kraju swojego odpowiedniego odzwierciedlenia w wytycznych do projektowania systemów odwodnienia;
- e. formalnoprawne – w naszym kraju wciąż nie ma wiążącego dokumentu prawnego regulującego standardy projektowe, w związku z czym prace te często prowadzone są tylko wg praktyki inżynierskiej czy, niestety, niepewnych i niedokładnych danych (głównie w zakresie charakterystyk opadów). Polska Norma PN-EN 752:2008 Zewnętrzne systemy kanalizacyjne [9] nie jest dokumentem obowiązkowym do stosowania, choć wydaje się, że mogłaby z powodzeniem stać się standardem, którego brak jest tak odczuwalny;
- f. organizacyjne – rozdrobnienie zarządu/administracji elementami układów odwodnienia czy wręcz lokalnie całkowity ich brak. Brak „jednoosobowego” zarządzania bardzo ogranicza lub wręcz utrudnia możliwość prawidłowego reagowania w sytuacji wystąpienia zagrożenia. W efekcie większość sił i środków kierowana jest na usuwanie szkód zamiast na zapobieganie ich wystąpieniu.

3. Sposoby zapobiegania powodziom miejskim

Na układ odwodnienia składa się wiele elementów, których współpraca jest konieczna dla sprawnego zebrania wód opadowych, a następnie ich retencjonowania/zagospodarowania i ostatecznie bezpiecznego odprowadzenia do odbiornika. Elementem takiego układu jest też sama zlewnia, zarówno w aspekcie jej wielkości jak i charakteru, który zasadniczo warunkuje czas, po jakim deszcz spadający na powierzchnię trafi do kolektora/rowu/zbiornika. Planowanie bezpiecznej pracy układu odwodnienia, które jest najlepszym sposobem zapobiegania występowaniu powodzi miejskich, powinno być realizowane w formie analizy wielokryterialnej w horyzoncie czasowym. Analiza taka powinna obejmować swoim zakresem nie tylko stan istniejący – choć obszerna inwentaryzacja jest elementem podstawowym takich prac, ale również perspektywy rozwojowe – w kontekście planowanego zagospodarowania terenu i kierunków rozwoju danego obszaru. Oprócz planowania konieczne jest również prowadzenie eksploatacji istniejącego systemu, nadzór i zarządzanie nim. Poniżej w punktach zebrano podstawowe zagadnienia zgodnie ze sztuką, niezbędne zdaniem autorów, do uwzględnienia w planowaniu, eksploatacji i zarządzaniu układem odwodnienia w celu osiągnięcia bezpieczeństwa odwadnianych terenów w zakresie zagrożeń powodowanych opadami.

- a. Dane wyjściowe
Podstawą prowadzenia analizy muszą być wiarygodne dane. Ich zakres obejmować winien co najmniej:
- materiały mapowe z lokalnych ośrodków dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej,
 - planistyczne materiały mapowe w zakresie miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego i studium kierunków i rozwoju,
 - inwentaryzację geodezyjną układu odwodnienia wraz z ciekami powierzchniowymi i budowlami hydrotechnicznymi (jazzy, zastawki, zbiorniki, itp.) oraz komunikacyjnymi (przepusty, mosty, itp.),
 - inwentaryzacja stanu technicznego i sprawności tych urządzeń,
 - dane hydrologiczne (przepływy prawdopodobne dla cieków powierzchniowych),
 - wiarygodne charakterystyki opadów,
 - obowiązujące pozwolenia wodnoprawne wraz z instrukcjami gospodarowania wodą (dla obiektów piętrzących i/lub przepompowni),
 - informację o planowanych inwestycjach w zakresie systemu odwodnienia.

b. Analiza

Zebranie wszystkich ww. danych pozwala na wykonanie wspomnianej uprzednio analizy wielokryterialnej. Analiza taka winna obejmować co najmniej:

- ocenę przepustowości istniejącego układu odwodnienia zgodnie z PN-EN 752:2008 Zewnętrzne systemy kanalizacyjne wraz z ustaleniem obszarów zagrożonych [9],
- ocenę przepustowości istniejącego układu odwodnienia w perspektywie jego dociążenia w wyniku postępu urbanizacji obszaru zgodnie z PN-EN 752:2008
- badanie chemizmu wód,
- wskazanie możliwości jak najszybszego obniżenia poziomu zagrożenia podtopieniami np. poprzez ograniczenie możliwości dalszego podłączania się do układu, ograniczenie spływu wód czy wręcz jego całkowite odcięcie,
- wskazania do ograniczania spływów wód z obszarów w zlewni lub wręcz odłączania ich od układu odwodnienia poprzez zamianę odpływu na retencję z infiltracją wód do gruntu,
- propozycje modernizacji i rozbudowy układu odwodnienia wraz z propozycją sposobu zarządzania nim, szczególnie w okresach pojawiania się opadów stanowiących ryzyko występowania wylewów wód z systemu,
- wskazanie niezbędnego zakresu wdrożenia obserwacji meteorologicznych oraz obserwacji wielkości przepływów i stanów wód wraz z określeniem sposobu zbierania danych i dostępu do nich, w tym dostępu operacyjnego na potrzeby zarządzania kryzysowego,
- elementy edukacyjne dla lokalnej społeczności w zakresie ustalenia obszarów zagrożonych, sposobów

postępowania w przypadku wystąpienia zagrożenia, metod ograniczania spływu wód do systemów odwodnienia na rzecz ich zagospodarowania w miejscu powstawania,

- wskazanie w zakresie sposobu wprowadzania opłat za korzystanie z układu odwodnienia w celu zapewnienia finansowania dla jego utrzymania i rozwoju.

4. Nowoczesny warsztat inżyniera w praktyce

W odniesieniu do omówionych przyczyn występowania powodzi miejskich oraz sposobów zapobiegania im, czy też raczej ich ograniczania w tym rozdziale omówiono na przykładach nowoczesnych narzędzi informatycznych wykorzystywanych we współczesnym warsztacie inżynierskim. Począwszy od najprostszyc sposobów pozyskiwania informacji, przez narzędzia do gromadzenia i obróbki danych, kończąc na zaawansowanych narzędziach informatycznych do hydrodynamicznego modelowania sieci kanalizacji deszczowej, czy przepływów w ciekach powierzchniowych. Narzędzia te mogą również posłużyć zarówno do stworzenia bazy danych o systemie odwodnienia (swoistej jego ewidencji), jak i stanowić podstawę do procesów jego utrzymania i rozwoju, przy jednoczesnym obniżeniu kosztów i skróceniu czasu prac przedprojektowych. Odpowiednio wykonany i utrzymywany model może również być doskonałym narzędziem usprawniającym wydawanie warunków technicznych w zakresie przyłączenia do systemu odwodnienia.

Poniżej opisano dane i narzędzia informatyczne wspierające współczesny warsztat inżynierski w zakresie systemów.

a. Dane opadowe

Jak dotąd w Polsce nie zrealizowano kompleksowych prac o charakterze ogólnopolskim dedykowanych stworzeniu atlasu opadowego natężeń deszczów miarodajnych. Opracowywane formuły natężeń deszczów miarodajnych miały najczęściej charakter jedynie lokalny, dotyczyły najczęściej pojedynczego miasta i deszczomierza. Opracowania dotyczące sieci deszczomierzy, rozmieszczonych na terenie całej Polski jak dotąd nie były przeprowadzane pod kątem hydrologii miejskiej. Opracowania takie historycznie były prowadzone jedynie pod kątem klasycznej hydrologii, np. predykcji wezbrań w niekontrolowanych zlewniach. Przez to ich zakres analizowanych prawdopodobieństw przewyższenia natężeń (względnie częściej warstw) opadów maksymalnych oraz czasów trwania opadów nie zawsze spełniał wymogi hydrologii miejskiej. Opracowania te bazowały także już na współcześnie przestarzałych danych opadowych, a ponadto nie wypracowano przy ich realizacji jednej spójnej metodyki. Czasami też z uwagi na małą liczbę analizowanych deszczomierzy (analizowane grupy deszczomierzy nie przekraczały 20–40 lokalizacji w całej Polsce) nie obejmowały one i nie

opisywały prawidłowo obszaru południa Polski, o silnie zarysowującym się zróżnicowaniu lokalnych warunków opadowych. W końcowym, skumulowanym efekcie, formuły takie, np. Bogdanowicz i Stachy oraz Suligowskiego są wzajemnie nieporównywalne. Inżynierowie próbujący je stosować zauważają wyraźne różnice w sugerowanych wartościach natężeń deszczów miarodajnych, które nie przystają także zwykle do wartości obliczanych z adaptowanej do stosowania na terenie całej Polski formuły Błaszczyka. Można to łatwo sprawdzić na portalu RETENCJAPL, gdzie zaimplementowano w formie elektronicznej wszystkie te trzy ogólnopolskie modele natężeń deszczów miarodajnych. Problem niezgodności wartości natężeń deszczów miarodajnych z poszczególnych formuł był dyskutowany szczegółowo w pracy [5]. W praktyce przekłada się on na chaos w projektowaniu, gdyż podejmowana przez inżyniera w pierwszym kroku decyzja o przyjęciu odpowiednich natężeń deszczów miarodajnych rzutuje bezpośrednio na końcowe wyniki obliczeń. Dowodzi tego choćby praktyka obliczania nawet małych zbiorników retencyjnych. Według dostępnego także na portalu www.retencja.pl, kalkulatora elektronicznego różnice w objętości zbiorników retencyjnych dobieranych według różnych modeli natężeń deszczów miarodajnych mogą sięgać rzędu nawet 200%.

Opisywana powyżej sytuacja podważa bezpieczeństwo projektowania i późniejszej eksploatacji systemów odwodnienia w Polsce. Brak wiarygodnego źródła informacji o natężeniach deszczów miarodajnych jest też dużym wyzwaniem w świetle następujących zmian klimatycznych. Ze względu na olbrzymie różnice w metodyce opracowania historycznych formuł trudno dzisiaj mówić o realnych trendach w natężeniach opadów studobowych w Polsce w ostatnich dziesięcioleciach. Widać zatem pilną konieczność wdrożenia rozwiązania kompleksowego, analogicznego do funkcjonującego już od 30 lat w Niemczech atlasu KOSTRA (KOordinierte STarkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen) [1].

Odpowiednikiem Atlasu Opadowego KOSTRA w Polsce ma być Atlas PANDa, tworzony przez spółkę RETENCJAPL Sp. z o.o. w ramach projektu POIR.01.01.00-1428/15 dofinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. PANDa jest akronimem Polskiego Atlasu Natężeń Deszczów, a więc docelowego źródła aktualnej i niepodważalnej informacji o natężeniach deszczów miarodajnych, do projektowania oraz modelowania systemów odprowadzania i retencjonowania wód opadowych w Polsce. Podobnie jak projekt KOSTRA w Niemczech komercjalizowany przez Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH (ITWH GmbH) we współpracy z Deutscher Wetterdienst (DWD), tak Atlas PANDa powstaje w wyniku projektu realizowanego przy współpracy z Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW). Dzięki temu

podstawą projektu są wiarygodne dane opadowe z dużej liczby stacji. W ramach jego realizacji analizowane są dane opadowe z 30-lecia 1986–2015 z sieci 100 stacji w Polsce, a natężenia deszczów miarodajnych są określane dla czasów trwania od 5 min do 4320 min co pozwala je stosować nie tylko do zasilania modeli hydrodynamicznych samych kanalizacji deszczowych, ale także koryt rzecznych pełniących rolę odbiorników wód opadowych. Pierwszym rezultatem projektu są lokalne modele natężeń deszczów miarodajnych dla wspomnianej sieci 100 deszczomierzy. W ramach wcześniejszej komercjalizacji projektu powstały już modele dla miast takich jak Poznań, Gliwice, Słupsk i Rumia i co ważne zostały wdrożone do praktyki inżynierskiej. Niemniej docelowym efektem projektu PANDa ma być elektroniczna platforma pozwalająca na odczyt wartości natężeń deszczów miarodajnych dla każdego miasta i dla każdej dowolnej lokalizacji w Polsce.

b. Dane geodezyjne

Inżynier pracujący nad systemem odwodnienia spotyka się praktycznie z każdym możliwym rodzajem materiałów geodezyjnych począwszy od najnowszych materiałów w postaci wektorowej zawierających pełny zakres informacji (średnica, materiał, rzędne posadowienia, itp.) aż po materiały archiwalne (drukowane) o nieustalonej skali, bardzo niskiej jakości i wątpliwej wiarygodności. Niestety nadal zdarza się, że nawet stosunkowo niedawno wykonywane dokumentacje powykonawcze sieci podziemnych w znacznym stopniu odbiegają od stanu faktycznego. W praktyce materiały mapowe stanowią podstawę do planowania pomiarów terenowych, które odzwierciedlają stan faktyczny i umożliwiają budowę modelu obliczeniowego. Zebranie i obróbka danych geodezyjnych w odpowiednim układzie (oprogramowaniu) pozwala w znaczącym stopniu skrócić czas potrzebny na wykonanie modelu i przeprowadzenie obliczeń, ponadto może stanowić załączek elektronicznej ewidencji systemu.

W naszej praktyce wykorzystujemy zasadniczo dwa podstawowe narzędzia z zakresu CAD/GIS, są to AutoCAD Civil 3D firmy Autodesk oraz ArcGIS Desktop Basic firmy ESRI. Oba są wykorzystywane do integracji danych geodezyjnych i mapowych pochodzących z różnych źródeł. Dzięki wykorzystaniu dwóch odmiennych rodzajów oprogramowania istnieje możliwość stosunkowo szybkiego przetwarzania danych w różnych formatach. W przypadku danych na nośnikach tradycyjnych – papierowych przeprowadza się w pierwszej kolejności ich skanowanie do plików rastrowych, następnie kalibrację rastrów do zgodności z odpowiednim układem współrzędnych i wreszcie digitalizację wybranych elementów (np. sieci kanalizacji deszczowej). W kolejnym kroku wszystkie dane geodezyjne są umieszczane w jednym pliku, w jednym układzie współrzędnych geodezyjnych, który stanowi podstawę do dalszego opracowania modelu hydrodynamicznego całego układu.

c. Inne dane

Jak już wcześniej wspomniano, układ odwodnienia to nie tylko system kanalizacji, ale również sieć cieków powierzchniowych wraz z całą infrastrukturą hydrotechniczną (w tym nierzadko pompowniami). Oprócz zebrania w ramach pomiarów geodezyjnych danych o tych elementach konieczne jest również ustalenie sposobu ich pracy – dotyczy to głównie obiektów piętrzących, retencyjnych i pompowych. W praktyce często okazuje się, że o ile dostępne są instrukcje gospodarowania wodą na większych budowlach piętrzących i zbiornikach, o tyle w przypadku małych obiektów gospodarka wodna prowadzona jest bez dokładnych (spisanych) zasad, co komplikuje dalszy proces modelowania, bowiem wymaga przyjmowania założeń, często tylko w oparciu o wywiad branżowy z użytkownikiem/administratorem tych obiektów. Podczas, gdy brak wiedzy o np. wydatku budowli przelewowej uniemożliwia ustalenia, w jakim stopniu część układu położona poniżej tej budowli będzie obciążana przepływem z górnej części zlewni. Podobnie w przypadku pompowni/przepompowni – ustalenie warunków pracy i wydatków pomp (zwłaszcza przy mniejszych obiektach) wymaga przeprowadzenia prób in-situ, ze względu na brak danych w dokumentacjach, czy wręcz brak jakichkolwiek dokumentacji.

d. Prace modelowe

Norma PN-EN 752:2008 [9] dopuszcza stosowanie uproszczonych metod obliczeniowych jedynie dla małych układów odwodnienia. Z tego względu opracowania związane z odwodnieniem terenów wykonuje się przeważnie z wykorzystaniem zaawansowanych narzędzi informatycznych. Opracowania wykonywać należy dla różnych horyzontów czasowych. Prace zaleca się prowadzić w kilku etapach.

- W pierwszym etapie ustalić należy warunki brzegowe dla różnych scenariuszy pracy układu. Warunki te winny odpowiadać charakterowi odwadnianych obszarów (zarówno w kontekście ich obecnego, jak i docelowego zagospodarowania) między innymi w rozumieniu ich sposobu zagospodarowania/lokalizacji (wartości), co bezpośrednio przekłada się na charakterystyki opadów. Dla przykładu dla większych i bardziej złożonych układów zgodnie z PN-EN 752:2008 (w przypadku braku wytycznych krajowych) dla złożonych metod obliczeniowych (tu: modelowanie hydrodynamiczne) należy, dla nowych systemów, przyjmować następujące częstości/prawdopodobieństwa wystąpienia opadu (tabela 1).

Konieczne jest również uwzględnienie charakteru odbiorników, które często bezpośrednio mogą wpływać na pracę układów odwodnienia. W tym etapie zaleca się również analizę zdarzeń historycznych, które posłużą nie tylko do budowy modelu, ale również do jego wstępnej weryfikacji. Dane historyczne obejmować mogą nie tylko rzeczywiste zarejestrowane opady nawalne, które doprowadziły do przepełnienia

Tabela 1. Prawdopodobieństwo wystąpienia opadu

Lokalizacja	Projektowa częstotliwość zalewu	
	Częstość występowania (1 raz na „n” lat)	Prawdopodobieństwo przewyższenia w roku
Obszary wiejskie	1 raz na 10	10%
Obszary zabudowy mieszkaniowej	1 raz na 20	5%
Centra miast/przemysł/obszary komercyjne	1 raz na 30	3%
Kolej podziemna/przejścia podziemne	1 raz na 50	2%

Źródło: PN-EN 752:2008 Zewnętrzne systemy kanalizacyjne, tłumaczenie własne

systemu, ale również dane z przepływomierzy (jeśli takowe są zainstalowane) oraz informację od służb i ludności o miejscach, czasie i skali zdarzeń.

- W drugim etapie wskazana jest weryfikacja modelu. Po niej przeprowadza się zasadnicze obliczenia wariantów pracy systemu, w efekcie których powstaje nie tylko ocena obecnej sytuacji i poziomu obciążenia/przeciążenia systemu, ale również propozycja jego modernizacji/rozwoju.
- W ostatnim etapie zebrane zostają wszystkie informacje oraz sformułowane są wnioski w zakresie dalszego funkcjonowania systemu z uwzględnieniem wszystkich uwarunkowań, również pozatechnicznych, finansowych, społecznych itd.
- Uwagi do prac modelowych:
 - W zakresie odbiorników wskazanym jest rozpatrywać warianty np. rok suchy, rok średni, rok mokry i stan przy przepływach wezbraniowych – ma to szczególne znaczenie w przypadku dużych rzek, gdzie długo utrzymujące się wysokie stany wód mogą nie tylko uniemożliwić odpływ wód z systemu odwodnienia, ale wręcz doprowadzić do jego zalania wodami z rzeki.
 - Wyniki z modelu pracy sieci kanalizacji deszczowej/ogólnospławnej służą nie tylko do ustalenia zakresu zagrożeń czy planowania prac/inwestycji w samej kanalizacji, ale są również danymi wejściowymi do modelowania przepływów w ciekach powierzchniowych, dla których obliczenia często prowadzi się w drugiej kolejności (między innymi, dlatego że w większości przypadków są one odbiornikami wód – końcowymi odcinkami układu). Bezwzględnie zaleca się sprawdzenie wpływu stanów wód w odbiorniku na kanalizację deszczową – rozumiane jako podtopienie wylotu, co może mieć istotny wpływ na warunki pracy kanalizacji.

e. Modelowanie kanalizacji deszczowych/ogólnospławnych

Oprogramowanie do modelowania hydrodynamicznego sieci kanalizacji deszczowych/sanitarnych/ogólnospławnych wykorzystywane przez nas to Bentley SewerGEMS w wersji 10.00.00.40. SewerGEMS służy do hydrodynamicznej symulacji działania systemów kanalizacyjnych, rozwiązuje zadanie za pomocą metod numerycznych z wykorzystaniem silnika SWMM opracowanego przez United States Environmental

Protection Agency. Oprogramowanie to może pracować zarówno samodzielnie, jak i w środowisku oprogramowania AutoCAD i ArcGIS, co pozwala na skrócenie czasu przygotowania modelu czy nanoszenia w nim zmian. W naszej praktyce modele obliczeniowe tworzy się, pracując w środowisku AutoCAD, a następnie same obliczenia przeprowadza się już bezpośrednio w oprogramowaniu SewerGEMS, co przyspiesza cały proces i zapewnia mu większą stabilność. Korekty w programowanym układzie sieci kanalizacji i lokalizacje obiektów (zbiorniki, przepompownie itp.) są oczywiście ponownie wykonywane w środowisku AutoCAD, na podkładach mapowych, co pozwala wykluczyć/zminimalizować kolizje i uwzględnić między innymi topografię i stan zagospodarowania terenu, stan władania gruntów czy wreszcie założenia planistyczne. Taki sposób pracy pozwala już na wstępnym etapie przedsięwzięcia ograniczać koszty inwestycji. Ze względu na złożoność zagadnienia i mnogość możliwych wariantów prowadzenie obliczeń z wykorzystaniem oprogramowania jest w zasadzie jedyną możliwością, która jest w dodatku zgodna z PN-EN 752:2008. Na rynku funkcjonują oczywiście również inne rozwiązania programowe, jednak nasze biuro od wielu lat pracuje na produktach firmy Bentley ze względu na przyjazny dla użytkownika interfejs, stabilność i szybkość działania oraz wsparcie techniczne.

f. Modelowanie przepływów w ciekach powierzchniowych

Korzystamy z oprogramowania GeoHECRAS firmy CivilGEO. Jest to oprogramowanie do modelowania przepływów w ciekach powierzchniowych oraz obszarów zalewowych w ruchu ustalonym i nieustalonym. Narzędzie to wykorzystuje się do prowadzenia obliczeń i projektowania parametrów cieków powierzchniowych i zbiorników (wraz z całą infrastrukturą hydrotechniczną). Umożliwia ono również analizę i wizualizację przepływu na terenach położonych wzdłuż cieków (zalewanych). Prace modelowe polegają na zaimportowaniu odpowiedniego obszaru numerycznego modelu terenu bezpośrednio w programie, a następnie jego uszczegółowieniu na podstawie danych z pomiarów terenowych i utworzeniu matematycznego modelu cieku wraz z budowlami. Model taki jest następnie wzbogacany o dane dotyczące sposobu pracy poszczególnych budowli i obiektów (między innymi na podstawie instrukcji gospodarowania wodą

itp.) i ostatecznie obciążany przepływem ze wszystkich źródeł:

- przepływem naturalnym ze zlewni położonej poza rozpatrywanym obszarem,
- spływem powierzchniowym z rozpatrywanej zlewni, w tym w szczególności odpływy z kanalizacji,
- dopływami naturalnymi.

Następnie dla ustalonych scenariuszy prowadzone są obliczenia, które pozwalają między innymi na wizualizację wyników na przekrojach poprzecznych, podłużnych i podkładach mapowych. Wizualizacja wyników obejmuje nie tylko wskazanie obszarów narażonych na ryzyko zalania, ale daje również możliwość ustalenia rozkładu głębokości wody oraz orientacyjnego określenia czasu występowania zjawiska.

5. Podsumowanie

Jak wynika z powyższej analizy, polski inżynier dysponuje dziś najnowszymi narzędziami, umożliwiającymi prowadzenie złożonych i przekrojowych analiz. Pomimo tego, że wyniki tak wykonywanych prac, a następnie ich wdrażanie są najlepszym sposobem zapobiegania powodziom miejskim – jak wiadomo lepiej zapobiegać niż leczyć, opracowania o takim poziomie technicznym wciąż stanowią niewielką część ogółu prac koncepcyjnych i projektowych w zakresie systemów odwodnienia. Tworzony Atlas PANDa jest znaczącym krokiem w drodze do wypracowania standardu na polskim rynku. Jednak w sferze regulacji prawnych i technicznych, nadal pozostaje wiele do zrobienia, szczególnie bolesny jest brak:

- jednolitych wymagań dla opracowań projektowych umożliwiających administratorom/zarządcom układów odwodnienia z jednej strony uzyskanie rzetelnej

wiedzy w zakresie rozwiązywania problemów związanych z odwodnieniem terenów, adekwatnym do zagrożeń, potrzeb i wartości tych obszarów oraz ponoszenia współmiernych nakładów inwestycyjnych,

- uregulowania w zakresie zarządzania elementami układów odwodnienia, tak aby zarządca kanalizacji i zarządca rowu/rzeki byli partnerami w tym procesie, a nie przeciwnikami.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Bartels H., Malitz G., Asmus S., Albrecht F. M., Dietzer B., Günther T., Ertel H., Starkniederschlagshöhen für Deutschland. KOSTRA. Selbsterverlag des Deutschen Wetterdienstes. Offenbach am Main, 1997
- [2] CLIMATE-ADAPT: Europejska platforma przystosowania się do zmian klimatu (EEA) <http://climate-dapt.eea.europa.eu/>
- [3] Europejska baza danych na temat ekstremalnych zjawisk meteorologicznych <http://www.esssl.org/ESW D/>
- [4] Kotowski A., Podstawy bezpiecznego wymiarowania terenów (2011), Wyd. Seidel-Przywecki
- [5] Licznar P., Siekanowicz-Grochowina K., Mielczarek S., Zróżnicowanie natężeń deszczów miarodajnych w Polsce, Instal, 7–8, 2015, str. 58–65
- [6] Materiały konferencyjne, Konferencja Stormwater Poland 2017, 27–28 marca 2017 r. Gdańsk, <http://konferencje.retencja.pl/prezentacje/>
- [7] Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (IPCC). http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml
- [8] Opracowanie i wdrożenie Strategicznego Planu Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu Adaptacja wrażliwych sektorów i obszarów Polski do zmian klimatu do roku 2070 (Sadowski 2013)
- [9] Polska Norma PN-EN 752:2008 Zewnętrzne systemy kanalizacyjne
- [10] Portal wiedzy o zmianach klimatu, CCKP (Grupa Banku Światowego). <http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm>
- [11] Prawo wodne Dz.U.2015.469 tj. z dnia 2015.04.01
- [12] Projekt ustawy Prawo wodne http://www.igwp.org.pl/images/artykuly/prawo/Nowy_projekt_ustawy_Prawo_wodne_wraz_z_uzasadnieniem_i_OSZ.pdf
- [13] Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, październik 2013 r.

PZITB Zarząd Główny z siedzibą w Warszawie, przy ul. Świętokrzyskiej 14A, II piętro,

oferuje do wynajęcia pokoje biurowe

o powierzchni:

24,80 m², 18,62 m², 15,50 m², 13,28 m²

Lokalizacja biura w bliskim sąsiedztwie I i II linii metra oraz przystanku ZTM

Zainteresowanych prosimy o kontakt pod numerem telefonu 22 827 02 51

lub na e-mail: apoteranska@zgpzitb.org.pl