

Opracowanie koncepcji zmiany dokumentacji projektowej wraz z utworzeniem modelu hydrodynamicznego

Projekt koncepcyjny – opis techniczny

Numer raportu: MRK-KP-O-D001-1



Nr projektu: R_180
Data: lipiec 2021

RETENCJAPL Sp. z o.o.
ul. Marynarki Polskiej 163
80-868 Gdańsk
NIP: PL 5842743299

Spis treści

1	Podstawa opracowania	5
2	Przedmiot i cel opracowania	6
3	Inwestor.....	6
4	Lokalizacja inwestycji.....	7
5	Charakterystyka istniejącego obszaru opracowania	8
5.1	Charakterystyka istniejącego systemu odwodnienia w zlewni	8
5.2	Przepływ wód drenowych z osiedla Mazurskiego.....	8
5.3	Warunki gruntowo-wodne	9
6	Deszcze obliczeniowe	9
6.1	Prawdopodobieństwo wystąpienia opadu.....	9
6.2	Ustalenie czasu trwania opadu miarodajnego	11
6.3	Przyjęte opady deszczu	11
6.4	Analiza opadów deszczu dla scenariusza zmiany klimatu do 2050.....	13
7	Analiza hydrologiczno-hydrauliczna w modelu matematycznym	14
7.1	Informacje ogólne	14
7.1.1	Ogólna charakterystyka programu CivilStorm	14
7.2	Opady miarodajne i sprawdzające dla zbiorników w modelu.....	15
7.3	Budowa modelu stanu istniejącego	15
7.4	Budowa modelu stanu prognozowanego	16
7.5	Budowa modelu stanu dla zmian zagospodarowania przestrzennego do roku 2050.....	16
7.6	Parametryzacja zlewni częściowych	16
7.7	Weryfikacja i wprowadzenie pokrycia terenu z podziałem na klasy pokrycia terenu	18
7.8	Wyniki analiz i obliczeń.....	20
7.8.1	Osiedle Mazurskie	21
7.8.2	Osiedle Mazurskie – rok 2050	24
7.8.3	Ul. Brzozowa	25
7.8.4	Ul. Brzozowa – rok 2050.....	26
7.8.5	Ul. Okulickiego.....	27
7.8.6	Ul. Okulickiego – rok 2050.....	28
8	Koncepcja rozwiązań technicznych	29
8.1	Osiedle Mazurskie	29
8.1.1	Rozwiązanie koncepcyjne – Osiedle Mazurskie	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
8.2	Ul. Brzozowa	33
8.2.1	Rozwiązanie koncepcyjne – ul. Brzozowa	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.

Opracowanie koncepcji zmiany dokumentacji projektowej wraz z utworzeniem modelu hydrodynamicznego

8.3	Ul. Okulickiego.....	35
8.3.1	Rozwiązania koncepcyjne – ul. Okulickiego	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
9	Podsumowanie	37

Autorzy opracowania
mgr inż. Tomasz Dudek
mgr inż. Tomasz Glixelli
mgr inż. Tomasz Rychlewski

1 Podstawa opracowania

Opracowanie koncepcji zmiany dokumentacji projektowej wraz z stworzeniem modelu hydrodynamicznego dla zadania „Budowa i przebudowa głównych kolektorów deszczowych na terenie Miasta Mrągowo”.

Przygotowane przez firmę RETENCJAPL Sp. z o. o., z główną siedzibą przy ul. Marynarki Polskiej 163, 80-868 Gdańsk, Polska, na zlecenie Gminy Miasto Mrągowo, ul. Królewiecka 60A, 11-700 Mrągowo, w ramach umowy o twórcze prace projektowe nr 19.PBI.2021.

Opracowanie zostało przygotowane w oparciu o dane przedstawione w poniższej tabeli.

Tabela 1 Zestawienie danych wejściowych uwzględnionych w opracowaniu

Rodzaj danych	Opis	Źródło danych	Format
Dane o charakterze przestrzennym	Mapa zasadnicza	Starostwo Powiatowe w Mrągowie https://mragowski.e-mapa.net	cyfrowy
	BDOT 10k	Geoportal	cyfrowy
	Numeryczny Model Terenu	Geoportal	cyfrowy
	Numeryczny Model Pokrycia Terenu	Geoportal	cyfrowy
Istniejące opracowania, materiały archiwalne, itp.	Miejscowe Plany Zagospodarowania Przestrzennego	SIP Urzędu Miejskiego w Mrągowie	cyfrowy
	Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania	SIP Urzędu Miejskiego w Mrągowie	cyfrowy
	„Budowa i przebudowa głównych kolektorów deszczowych na terenie Miasta Mrągowo” NOW-EKO	Zamawiający	cyfrowy
	„Aktualny model opadowy dla Mrągowo” czerwiec 2021	Zamawiający	cyfrowy
	Inwentaryzacja sieci deszczowej	Zamawiający	cyfrowy
	„Model prognozowanych opadów deszczu (natężeń deszczów miarodajnych) do 2050 roku na podstawie scenariusza zmian klimatycznych dla potrzeb hydrologii miejskiej w Mrągowie” czerwiec 2021	Zamawiający	cyfrowy
	„Opinia merytoryczna dotycząca zmiany zakresu projektu „Budowa i przebudowa głównych kolektorów deszczowych na terenie Miasta Mrągowo”” grudzień 2020	Zamawiający	cyfrowy

2 Przedmiot i cel opracowania

Przedmiot zamówienia polega na opracowaniu koncepcji zmiany dokumentacji projektowej wraz z stworzeniem modelu hydrodynamicznego dla zadania „Budowa i przebudowa głównych kolektorów deszczowych na terenie Miasta Mrągowo”.

Opracowanie zawiera m.in.:

- Ustalenie deszczy obliczeniowych i warunków hydrologicznych
- Wykorzystanie danych przestrzennych
- Weryfikacja i wprowadzenie pokrycia terenu
- Wskazanie lokalizacji potencjalnych pomiarów kalibracyjnych
- Weryfikacja warunków pracy zlewni dla różnych scenariuszy opadu w stanie istniejącym i przyszłym,
- Przygotowanie koncepcji rozwiązań projektowych stanowiących przedmiot zmiany projektu "Budowa i przebudowa głównych kolektorów deszczowych na terenie Miasta Mrągowo" wraz z szacunkową wyceną nakładów inwestycyjnych dla zakresu prac objętych koncepcją
- Przygotowanie opisu działań i wytycznych zielono-niebieskiej infrastruktury w analizowanych zlewniach

3 Inwestor

Inwestorem zadania jest Gmina Miasto Mrągowo, u. Królewiecka 60A, 11-700 Mrągowo NIP 742-20-76-940.

4 Lokalizacja inwestycji

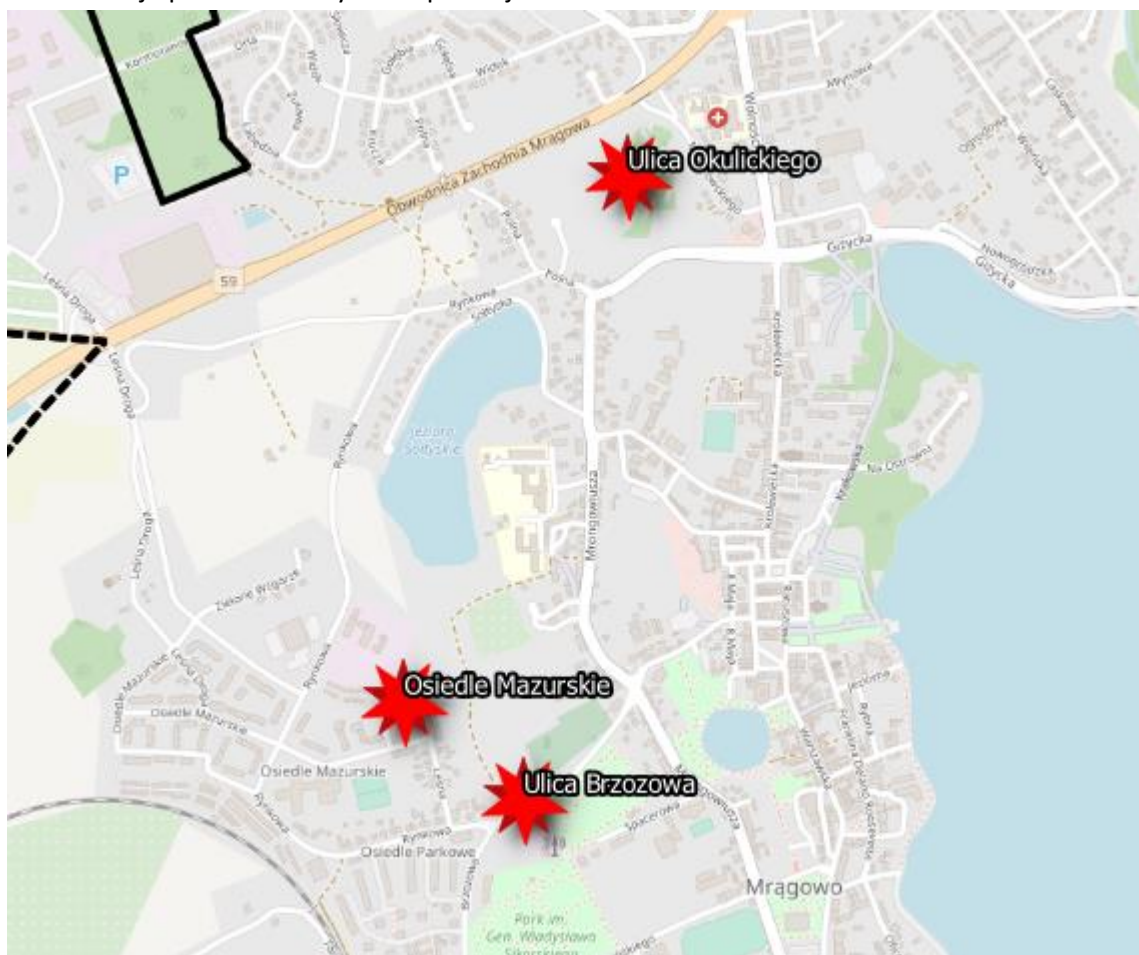
Przedmiotowa inwestycja zlokalizowana jest na terenie Miasta Mrągowo w województwie warmińsko-mazurskim.

Zmiana dokumentacji projektowej obejmuje następujące obszary:

- 1) Osiedle Mazurskie i obszar na południe od Jeziora Sołtyckiego,
- 2) Parking przy ul. Brzozowej, w pobliżu cmentarza,
- 3) Teren zielony pomiędzy ul. Generała Leopolda Okulickiego, a Zachodnią Obwodnicą Mrągowo.

W dalszej części opracowania lokalizacje te będą opisywane w skrócie jako Osiedle Mazurskie, ul. Brzozowa i ul. Okulickiego.

Lokalizacje pokazano na rysunku poniżej.



Rysunek 1 Lokalizacja inwestycji

5 Charakterystyka istniejącego obszaru opracowania

Teren opracowania położony jest w centralnej i północnej części Mrągowa, w obszarze osiedli mieszkaniowych i częściowo zabudowy jednorodzinnej. Zlewnia obejmuje ponadto jeziora Sołtyskie i Magistrackie jak również obszary zielone.

5.1 Charakterystyka istniejącego systemu odwodnienia w zlewni

Na podstawie otrzymanych danych, należy stwierdzić, że konieczność przebudowy istniejących sieci wynika w części ze złego stanu technicznego kolektorów, zbyt małych średnic rur oraz przeciążenia rurociągów. Brak jest również urządzeń podczyszczających przed wprowadzeniem wód opadowych i roztopowych do odbiornika.



Rysunek 2 Schemat istniejącej sieci kanalizacji deszczowej

5.2 Przepływ wód drenowych z osiedla Mazurskiego

Projekt przewiduje uwzględnienie przepływu wód drenowanych z osiedla Mazurskiego. Zgodnie z informacją uzyskaną od Zamawiającego założono 15 l/s zasilania ciągłego.

5.3 Warunki gruntowo-wodne

Wyniki badań terenowych zawarte są w projekcie budowlano-wykonawczym „Budowa i przebudowa głównych kolektorów deszczowych na terenie Miasta Mrągowo”.

Wykonanymi wierceniami na badanym terenie stwierdzono występowanie gruntów holocenów i gruntów plejstocenów.

Holocen jest reprezentowany przez nasypy niebudowlane, glebę (humus), grunty bagienne tj. torfy, namuły, gytie, kreda jeziorna, grunty deluwialno-aluwialne tj. piaski drobnoziarniste, piaski średnioziarniste, gliny pylaste, pyły piaszczyste oraz grunty deluwialne tj. piaski gliniaste.

Plejstocen reprezentowany jest na badanym terenie poprzez utwory wodnolodowcowe tj. piaski drobnoziarniste, piaski średnioziarniste, grunty zastoiskowe tj. gliny pylaste, pyły piaszczyste oraz grunty lodowcowe tj. gliny, gliny piaszczyste, piaski gliniaste.

W wyżej wymienionym badaniu wykonanymi otworami wiertniczymi do maksymalnej głębokości wiercen 10,5 m p.p.t. stwierdzono występowanie wody o zwierciadle swobodnym oraz napiętym.

6 Deszcze obliczeniowe

W ramach niniejszego opracowania posłużono się natężeniami opadu pobranymi z :

- „Aktualny model opadowy dla Mrągowo” czerwiec 2021
- „Model prognozowanych opadów deszczu (natężeń deszczów miarodajnych) do 2050 roku na podstawie scenariusza zmian klimatycznych dla potrzeb hydrologii miejskiej w Mrągowie” czerwiec 2021

Posłużono się natężeniami opadu pobranymi z projektu realizowanego przy wykorzystaniu danych na temat natężeń deszczów miarodajnych, pozyskanych w ramach projektu PANDa ‘Polski Atlas Natężeń Deszczów Miarodajnych’.

Atlas opadów zawiera precyzyjne dane z okresu 30 lat dla rozdzielczości przestrzennej 5 x 5 km. Oznacza to, że zawarte w nim dane odzwierciedlają lokalną zmienność opadu, która występuje także w skali jednego miasta.

Podstawą dla platformy PANDa są aktualne dane opadowe z trzech dekad, zarejestrowane z użyciem 100 deszczomierzy spełniających przyjęte w Polsce standardy pomiarowe.

Model ten opiera się o dopasowanie rozkładu prawdopodobieństwa (zgeneralizowanego rozkładu Pareto) dla nierosnącego ciągu maksimów opadowych dla wybranych czasów trwania opadu. Wyjątkowość PANDy w stosunku do opisanych powyżej modeli polega na tym, że dla każdej miejscowości opracowywany jest szereg opadów miarodajnych na podstawie pomiarów z kilku najbliższych stacji IMGW z ostatnich 20-30 lat. Dane te są najdokładniejszymi obecnie dostępnymi danymi o dużej rozdzielczości.

6.1 Prawdopodobieństwo wystąpienia opadu

Całkowita ochrona przed wylaniem ścieków deszczowych z kanalizacji jest z różnych względów w obecnej sytuacji wielu miast nierealna. Przede wszystkim wynika to z bardzo szybkiej urbanizacji terenów, a co za tym idzie ich uszczelniania, co nałożone na efekty zmian klimatycznych skutkuje poważnymi zagrożeniami, zarówno w okresach opadów nawalnych jak i suszy. Dlatego też w

Opracowanie koncepcji zmiany dokumentacji projektowej wraz z utworzeniem modelu hydrodynamicznego

interpretacjach do normy EN 752:2017 „Zewnętrzne systemy odwadniające i kanalizacyjne - zarządzanie systemem kanalizacyjnym” używa się określenia tzw. komfortu kanalizacyjnego, który opisuje warunki bezpiecznego planowania i projektowania budowy i modernizacji infrastruktury odwodnienia, niezbędnej do osiągnięcia przewidywanego poziomu działania, czy też poziomu bezpieczeństwa funkcjonowania i skuteczności systemów kanalizacyjnych. W potocznym języku inżynierów używa się określenia „deszcz miarodajny”, przy którym dany odcinek sieci nie może podlegać żadnym przeciążeniom, oraz „deszcz kontrolny”, który z kolei określa maksymalne dopuszczalne częstotliwości wylania z całego systemu, w odniesieniu do różnych typów zagospodarowania, a więc podatności skanalizowanej zlewni na szkody wywołane przez opady.

Zawarte w poniższych tabelach zalecenia należy uznawać za obowiązujące jedynie w sytuacji, gdy brak jest określonych wymagań odpowiednich władz lokalnych. O stopniu ochrony przed wylaniem powinny bowiem decydować uwarunkowania lokalne, tj. rodzaj zabudowy, obecność obiektów wymagających szczególnego typu ochrony, topografia terenu, częstotliwość i czas trwania opadów nawalnych w danym regionie itp., a przede wszystkim możliwości i wymagania lokalne: zarządcy i użytkowników systemu odwodnienia i retencji miasta. Wyższy stopień ochrony (komfortu kanalizacyjnego) oznaczać bowiem będzie większe inwestycje czy wyższe koszty eksploatacji, ale możliwe, że mniejsze straty w przypadku zagrożenia.

Tabela 2. Wytyczne projektowania wg PN-EN 752:2017 „opad miarodajny”

Lokalizacja	Częstość C*) deszczu obliczeniowego [1 raz na C lat]	Prawdopodobieństwo przekroczenia w roku [%]
Tereny wiejskie	1	100
Tereny mieszkaniowe	2	50
Centra miast, tereny usług i przemysłu	5	20
Metro/przejście podziemne	10	10

*) dla wybranej częstości projektowej deszczu obliczeniowego (C) nie może wystąpić działanie kanałów pod ciśnieniem = z przeciążeniem

W przypadku analizowanych obszarów dominujący jest obszar mieszkaniowy i „centra miast, tereny usług i przemysłu”. Należy więc skupić się na opadach 2 i 5 letnich weryfikując sieć dla deszczu miarodajnego.

Tabela 3. Wytyczne projektowania wg PN-EN 752:2017 „opad kontrolny”

Wpływ zagrożenia	Przykładowe lokalizacje	Częstość C*) występowania wylewów [1 na „n” latach]	Prawdopodobieństwo przekroczenia w roku [%]
Bardzo mały	Drogi lub otwarte przestrzenie z dala od budynków	1	100
Mały	Tereny rolnicze (w zależności od wykorzystania, np. pastwiska, grunty orne)	2	50
Mały do średniego	Otwarte przestrzenie wykorzystane do celów publicznych	3	30
Średni	Drogi lub otwarte przestrzenie w pobliżu budynków	5	20
Średni do wysokiego	Zalania zamieszkałych budynków z wyłączeniem piwnic	10	10
Wysoki	Głębokie zalania zamieszkałych piwnic lub przejazdów pod ulicami	30	3
Bardzo wysoki	Infrastruktura krytyczna	50	2

*) częstości występowania wylewów (C) powinny być podwyższone (prawdopodobieństwo zredukowane) wszędzie tam, gdzie wody powodziowe szybko się przemieszczają.

W przypadku opadu kontrolnego analizowany obszar obejmuje tereny kwalifikowane do „Otwarte przestrzenie wykorzystywane do celów publicznych” do „Zalania zamieszkałych budynków z wyłączeniem piwnic”. Dlatego też przyjmuje się opad kontrolny jako deszcz 10 letni.

6.2 Ustalenie czasu trwania opadu miarodajnego

W przypadku bardziej zaawansowanych obliczeń i większych obszarów czas koncentracji spływu jest wyznaczany na podstawie długości drogi spływu oraz prędkości spływu powierzchniowego. W przypadku analizowanych zlewni czas opadu miarodajnego ustalono na podstawie obliczeń czasu odpływu z najdalszego odcinka zlewni oraz weryfikacji w modelu hydraulicznym.

Do dalszych analiz przyjęto deszcz o czasie $T=15$ minut, w celu weryfikacji krótkich przyłączy oraz dodatkowo deszcz o czasie trwania $T=90$ minut na potrzeby weryfikacji warunków pracy układu zbiorników przy dłuższych trwających opadach. Wynika to z czasu napełniania i opróżniania zbiorników, dla których krytyczne wielkości retencji wynikać mogą z różnicy dopływu i odpływu dla dłuższych trwających opadów.

6.3 Przyjęte opady deszczu

Poniżej zaprezentowane zostały deszcze (scenariusze) przeanalizowane w modelu hydrodynamicznym. Zostały one podzielone na pracę typową, deszcz miarodajny i kontrolny. Praca typowa dotyczy m.in. opadu 15 l/s/ha, który musi zostać podczyszczony w separatorze i osadniku przed wprowadzeniem w grunt lub do wód.

Opracowanie koncepcji zmiany dokumentacji projektowej wraz z utworzeniem modelu hydrodynamicznego

Tabela 4. Deszcze w modelu hydrodynamicznym

Prawdopodobieństwo [%]	Powrót raz na (C=) lat	Czas trwania opadu [min]	Typ rozkładu w czasie	Wysokość deszczu [mm]	Opis
-	-	60	DVWK	15 l/s/ha*	Typowa praca sieci i zbiorników
100	1	15	DVWK	10,09	
100	1	90	DVWK	16,72	
50	2	15	DVWK	18,82	
50	2	90	DVWK	20,75	
20	5	15	DVWK	16,27	Opad miarodajny
20	5	90	DVWK	26,81	
10	10	15	DVWK	18,78	Praca sieci i zbiorników w warunkach krytycznych
10	10	90	DVWK	32,04	

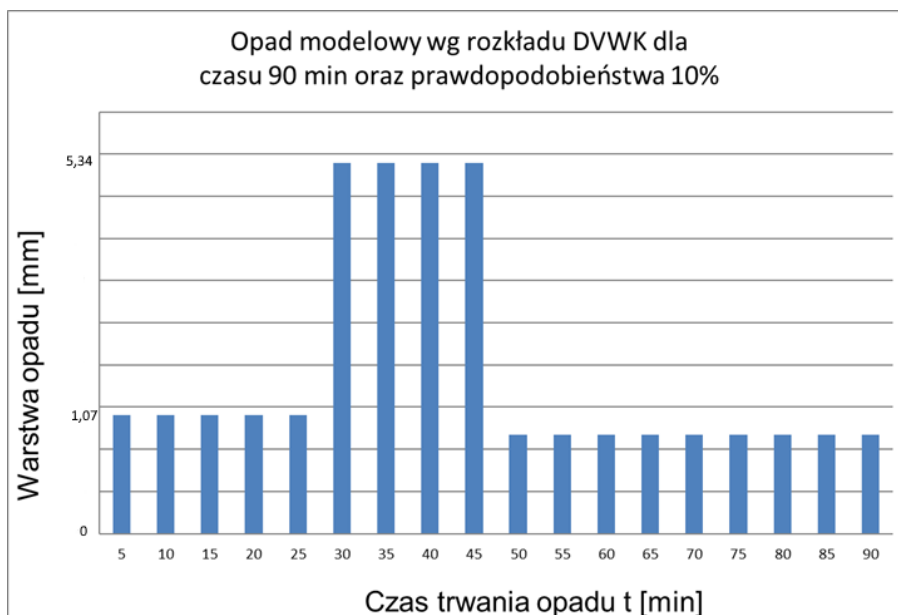
*zgodnie z rozporządzeniem opad wymagający podczyszczania

Jako rozkład sumy opadu w czasie jego trwania rekomendowany dla niniejszego opracowania przyjęto rozkład DVWK. Jest to rozkład natężeń w przebiegu deszczu, który rekomendowany jest dla analizy przepustowości i retencji w sieciach projektowanych.

Poniżej przedstawiono rozłożenie opadu 10 letniego o czasie trwania 90 minut w rozkładzie DVWK.

Tabela 5. Wysokości opadu 90 minutowego, 10 letniego

90 min, 10% (C=10)	
Wysokość opadu [mm]	Krok czasowy [min]
1,07	5
1,07	10
1,07	15
1,07	20
1,07	25
5,34	30
5,34	35
5,34	40
5,34	45
1,07	50
1,07	55
1,07	60
1,07	65
1,07	70
1,07	75
1,07	80
1,07	85
1,07	90



6.4 Analiza opadów deszczu dla scenariusza zmiany klimatu do 2050

Przeanalizowano możliwe opady deszczu dla scenariuszy zmiany klimatu do 2050 roku zgodnie z otrzymanym modelem prognozowanych opadów. Porównanie zestawiono w tabeli poniżej.

Tabela 6. Porównanie sum opadów dla modeli opadów: aktualnego oraz prognozowanego na rok 2050

Prawdopodobieństwo [%]	Powrót raz na (C=) lat	Czas trwania opadu [min]	Suma opadu [mm]	Suma opadu - 2050 [mm]
50	2	15	12,82	13,61
50	2	90	20,75	23,05
20	5	15	16,27	17,74
20	5	90	26,81	30,39
10	10	15	18,78	21,56
10	10	90	32,04	37,05

Należy zauważyć, że zbiornik przygotowany na opad 10 letni przejmie zwiększone opady 1, 2 i 5 letnie. Istotna jest więc skupienie analiz na zwiększonym opadzie 10 letnim na 2050 rok. Ten opad przeanalizowano w modelu hydrodynamicznym.

Tabela 7. Deszcze w modelu hydrodynamicznym

Prawdopodobieństwo [%]	Powrót raz na (C=) lat	Czas trwania opadu [min]	Typ rozkładu w czasie	Suma opadu [mm]	Suma opadu - 2050 [mm]	Opis
10	10	90	DVWK	32,04	37,05	Praca sieci i zbiorników w warunkach krytycznych

*zgodnie z rozporządzeniem opad wymagający podczyszczania

7 Analiza hydrologiczno-hydrauliczna w modelu matematycznym

7.1 Informacje ogólne

Zgodnie z wymogami SIWZ, w ramach opracowania został wykonany model matematyczny, aby uzyskać hydrogramy odpływu ze zlewni konieczne do zaprojektowania rozwiązań projektowych. Wykonano szereg symulacji dla różnych prawdopodobieństw i czasów trwania deszczu, o charakterystyce przebiegu zgodnie z wymagany rozkładem DVWK.

Do budowy zarówno modelu hydrologicznego jak i modelu hydraulicznego hydrodynamicznego kanalizacji i zbiorników zastosowano oprogramowanie CivilStorm CONNECT.

7.1.1 Ogólna charakterystyka programu CivilStorm

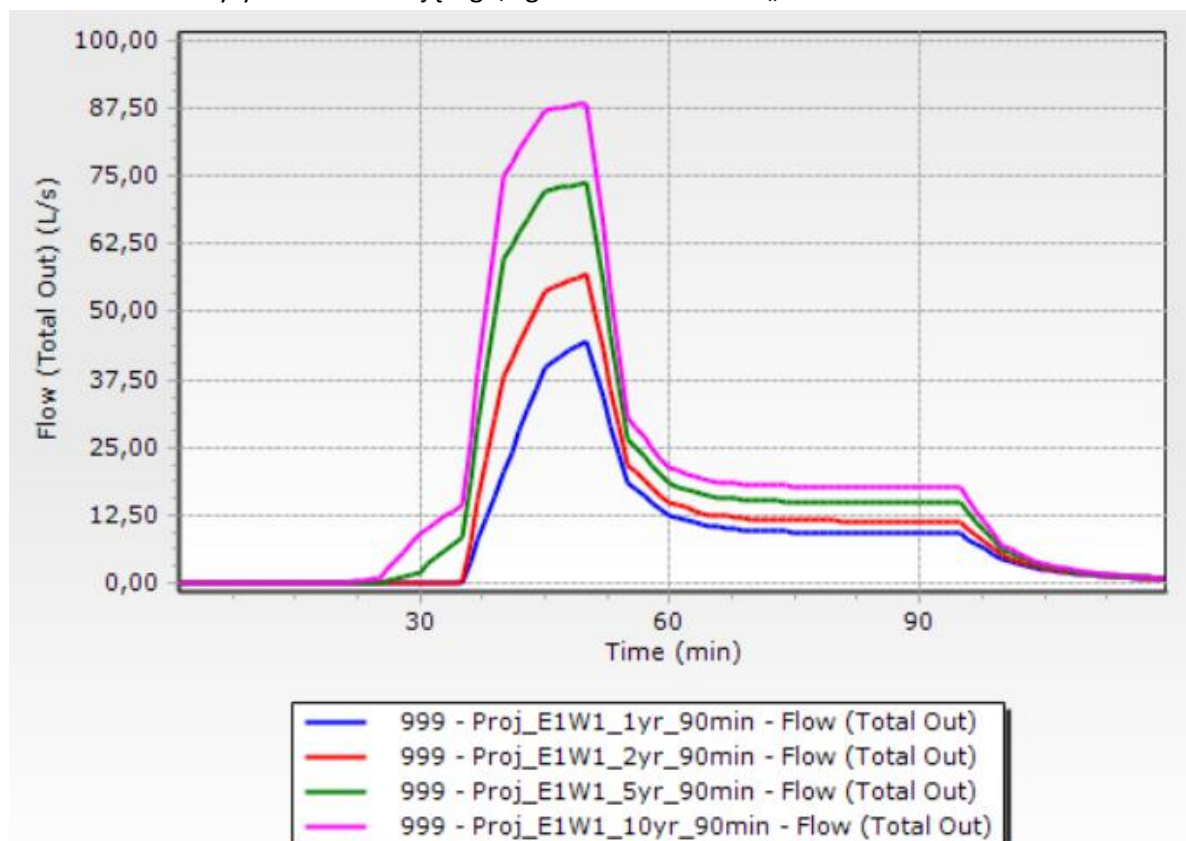
Użyty w badaniach program CivilStorm CONNECT Edition firmy Bentley jest aplikacją przeznaczoną do modelowania hydrodynamicznego działania systemów grawitacyjnych kanalizacji deszczowej. Program ten daje również możliwość wyznaczania opadu efektywnego, będącego zredukowanym opadem całkowitym (nazywanym też często opadem brutto) i jego dalszego przekształcenia w odpływ powierzchniowy z obszarów poszczególnych elementarnych zlewni spływu. Spływy te następnie są transponowane w odpływ siecią kanałów systemu odwodnienia. Wspomniany system odwodnienia może być zbudowany zarówno z kanałów otwartych (np. rowów, rynien przykrawężnikowych) lub też kanałów podziemnych o wybranych przez użytkownika przekrojach (przekroje kołowe, prostokątne, jajowe, eliptyczne oraz inne, w tym definiowane przez samego użytkownika).

Program zasadniczo składa się z trzech modułów: bazy danych, bloku obliczeniowego oraz modułu graficznego. Moduł graficzny umożliwia wprowadzanie informacji do bazy danych oraz podgląd wyników obliczeń. Moduł obliczeniowy pobiera z bazy potrzebne dane i wykonuje obliczenia hydrologiczno-hydrauliczne. Z dużą dozą ogólności można powiedzieć, że budowany w programie CivilStorm model komputerowy sieci jest bazą danych, a samo modelowanie jest skomplikowanym przetwarzaniem tej bazy, którego efektem jest nowa baza wyników.

Za wyborem aplikacji CivilStorm do analizy sieci najmocniej jednak przemawiał potencjał programu w zakresie wbudowanych silników obliczeniowych, służących rozwiązywaniu równań Saint Venanta. W projekcie wykorzystano silnik obliczeniowy „explicit solver”.

7.2 Opady miarodajne i sprawdzające dla zbiorników w modelu

Dla wymiarowania zbiorników retencyjnych na kanalizacji deszczowej i weryfikacji częstotliwości napięć (wylań), zastosowano prawdopodobieństwa rekomendowane przez normę kanalizacyjną EN752:2017 oraz wytyczne Zamawiającego, zgodnie z rozdziałem „Deszcze obliczeniowe”.



Rysunek 3 Przykładowe odpływy z zlewni elementarnej dla różnych prawdopodobieństw

7.3 Budowa modelu stanu istniejącego

Model hydrodynamiczny zlewni został wykonany w aplikacji CivilStorm. Do budowy modelu wykorzystano m.in. mapę zasadniczą oraz numeryczny model terenu. W pierwszym kroku analizowany obszar podzielono na obszary zlewni cząstkowych dla obszarów skanalizowanych i wyznaczono kierunki spływu dla zlewni zielonych.

Do celów modelowania zlewnie częściowe zostały podzielone na mniejsze obszary tak, by jak najwierniej odzwierciedlić przepływy wód opadowych na analizowanym terenie. Najważniejsze kryteria wydzielenia zlewni modelowanych to:

- obecne zagospodarowanie terenu wraz z ewentualnym systemem odwodnienia
- ukształtowanie terenu,
- prognozowane zagospodarowanie terenu: w uzasadnionych przypadkach przejmowano granice zlewni modelowanych ze stanu istniejącego do modelu stanu prognozowanego, by zapewnić choć częściową przestrzenną porównywalność obydwu modeli.

7.4 Budowa modelu stanu prognozowanego

Modelowanie hydrodynamiczne tak złożonego systemu odwodnieniowego wymaga opracowania dość zaawansowanej koncepcji przebudowywanych obiektów. Cały proces jest iteracyjny: wyniki modelowania obiektów zgrubnie odwzorowanych w modelu stanowią podstawę do korekty i uszczegółowienia planów tych obiektów. W kolejnych symulacjach sprawdzana jest poprawność i efekt wprowadzonych zmian.

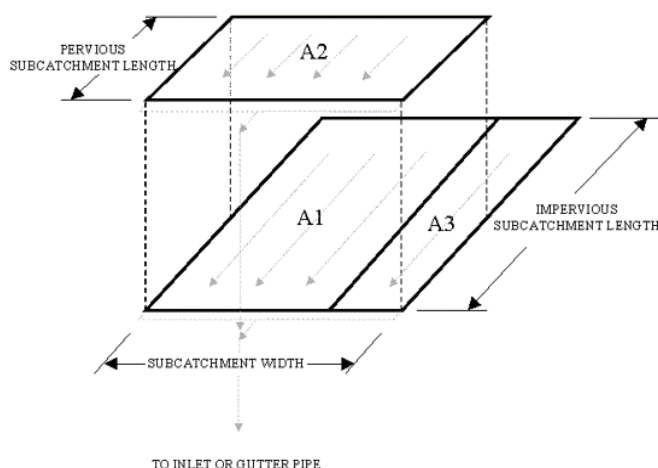
7.5 Budowa modelu stanu dla zmian zagospodarowania przestrzennego do roku 2050

Budowa modelu dla zmian zagospodarowania przestrzennego do roku 2050 polegała na modyfikacji zbudowanego modelu stanu prognozowanego. Modyfikacje polegały na uwzględnieniu w modelu zwiększonych opadów, czyli deszczy na rok 2050 oraz przeglądu i dostosowaniu uszczelnienia zlewni zgodnie z planami Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania. Należy przy tym zauważyć, że założenie pełnego wykorzystania powierzchni uszczelnionej i braku rozwiązań niebiesko-zielonych wraz z lokalną retencją (np. zbiornik retencyjny na terenie nowego sklepu wielkopowierzchniowego) stanowiłoby znaczne przewymiarowanie rozwiązań. W związku z powyższym przyjmuje się tylko częściowe uszczelnienie.

7.6 Parametryzacja zlewni częściowych

Podczas budowy modelu w stanie istniejącym przyjęto, że na działkach na których brak jest jakiegokolwiek zabudowy istnieją tereny zielone. W celu wyznaczenia procentu powierzchni uszczelnionej wyliczono średnią ważoną różnorodnej zabudowy do powierzchni całej działki obliczeniowej. Przy wykonywaniu symulacji korzystano z zaimplementowanego w programie CivilStorm modułu obliczeniowego odpływu EPA SWMM, którego szczegółową charakterystykę można znaleźć np. w podręcznikach: Haestad Methods i Durrans (2007), Rossman (2000).

Bardzo ważnym elementem definiowania parametrów modelu spływu powierzchniowego jest prawidłowe oszacowanie szerokości charakterystycznej spływu. Jest to szerokość wzdłuż której dochodzi do powierzchniowego spływu wód opadowych ze zlewni do pobliskiej rynny przykrawężnikowej lub kanału. Parametr ten jest połączony nieodłącznie z długością drogi spływu powierzchniowego, gdyż w modelu EPA SWMM w sposób uproszczony każda zlewnia elementarna jest traktowana jako prostokątna (czego idea jest przedstawiona na poniższym rysunku). Wartości szerokości hydraulicznej odczytano w sposób przybliżony z dostępnych podkładów mapowych.



Rysunek 4 Schemat ideowy drogi spływu powierzchniowego w modelu EPA SWMM

W celu zamodelowania strat opadu wynikających z infiltracji wody do gruntu postanowiono zastosować dla wszystkich zlewni model CN opracowany przez SCS (ang. Soil Conservation Service). Szczegółowy opis tego modelu można znaleźć w bogatej literaturze zarówno w języku angielskim jak i polskim (patrz np. NEH Part 630, TR-55 1986, Licznar 2006). Za stosowaniem tego modelu przemawia możliwość scharakteryzowania infiltracji przy pomocy jednego tylko parametru, czyli numeru krzywej CN. W celu wyznaczenia współczynnika CN należało przypisać rodzaj gleb występujących na analizowanym obszarze, co wykonano w oparciu o mapy glebowe.

Tabela 8 Hydrologiczne klasy gleby (na podstawie TR-55 1986)

Grupa	Charakterystyka	Współczynnik filtracji k ,
A	Gleby o małej możliwości powstania odpływu powierzchniowego. Charakteryzują się dobrą przepuszczalnością, wysokimi wartościami współczynników filtracji. Do grupy tej zalicza się głębokie piaski, piaski z niewielką domieszką gliny, żwiry, głębokie lessy.	$k > 7,6 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$
B	Gleby o przepuszczalności powyżej średniej, średni współczynnik filtracji. Należą tu: gleby piaszczyste średnio głębokie, płytkie lessy oraz łąki piaszczyste.	$3,8 < k \leq 7,6 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$
C	Gleby o przepuszczalności poniżej średniej. Należą tu: gleby uwarstwione, posiadające wkładki słabo przepuszczalne oraz łąki gliniaste, płytkie łąki piaszczyste, gleby o niskiej zawartości części organicznych, gliny o dużej zawartości części ilastych.	$1,3 < k \leq 3,8 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$
D	Gleby o dużej możliwości powstawania odpływu powierzchniowego. Przepuszczalność gleby bardzo mała i bardzo niska wartość współczynnika filtracji. Do grupy tej należą gleby gliniaste, gliny pylaste, gliny zasolone, gleby uwarstwione z warstewkami nieprzepuszczalnymi.	$k < 1,3 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$

7.7 Weryfikacja i wprowadzenie pokrycia terenu z podziałem na klasy pokrycia terenu


















Analiza zagospodarowania dla całego obszaru analizy została przeprowadzona na podstawie zebranych danych, m.in. BDOT, by przeanalizować ewentualne zależności między pokryciem terenu, a działaniem systemu odwodnienia. Pokrycie terenu można zasadniczo zgrupować w następujące kategorie:

- 1) Powierzchnie biologicznie czynne (tereny stale i okresowo zielone: lasy, łąki, pola uprawne, zieleńce)
- 2) Powierzchnie całkowicie uszczelnione (dachy, place i drogi asfaltowe, betonowe, itp.)
- 3) Powierzchnie częściowo uszczelnione (tereny towarzyszące zabudowie miejskiej, to zazwyczaj częściowo przepuszczalne nawierzchnie komunikacyjne i rozproszone małe obszary zieleni miejskiej; stopień uszczelnienia takich terenów jest bardzo zróżnicowany i może wahać się w granicach 20-80%)
- 4) Powierzchnie wód (płynących i stojących).

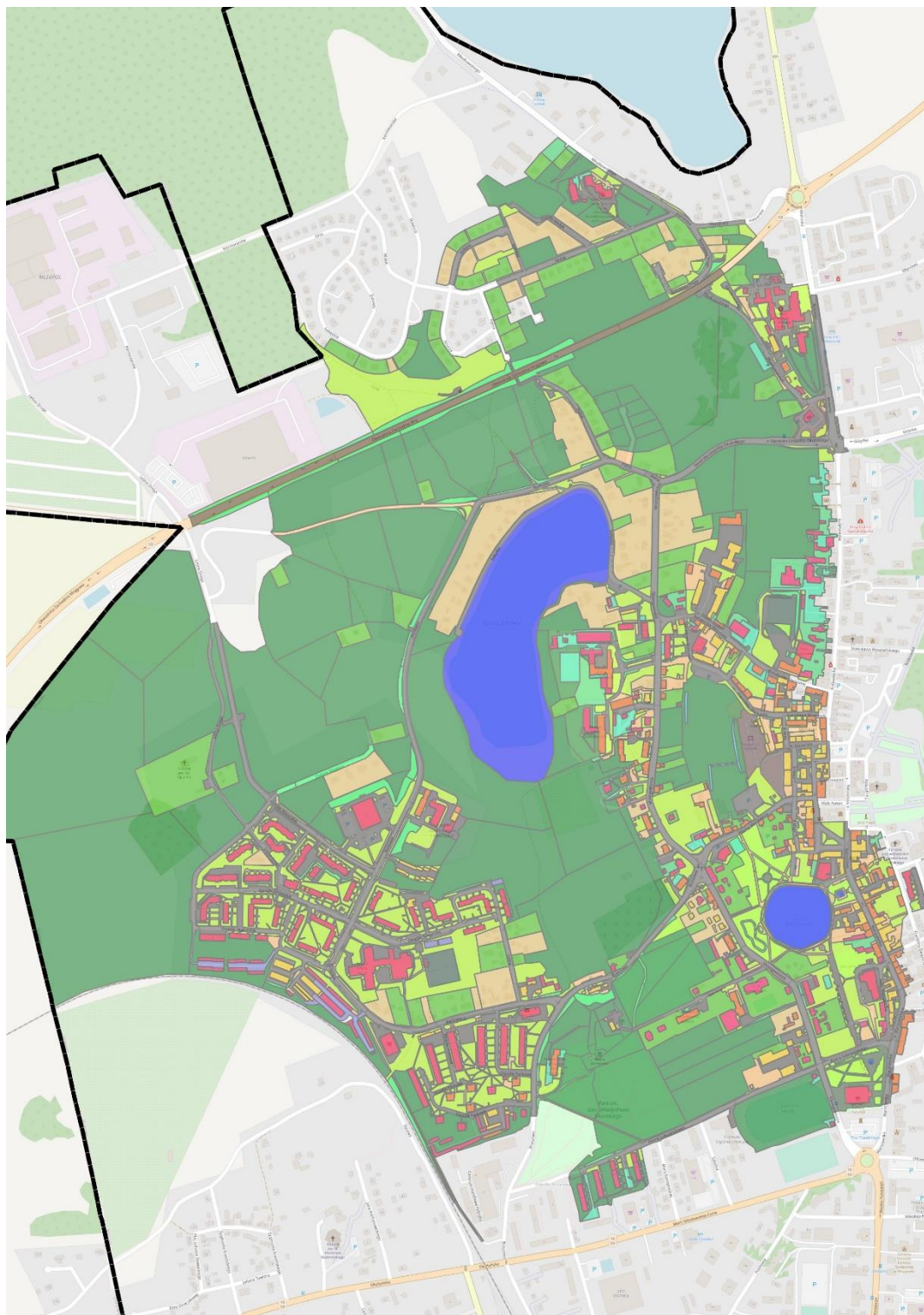
Znaczenie terenów zielonych dla zrównoważonej gospodarki wodami opadowymi na terenie zurbanizowanym jest bezdyskusyjne. Dobrze zaplanowane tereny zieleni zapobiegają powodziom i miejskiej suszy, stanowią przestrzeń dla bezpiecznego gromadzenia wody opadowej.

Powierzchnie szczelne, nazwane też „szarą infrastrukturą”, mają największe znaczenie dla powstawania spływu wód opadowych w mieście. Na asfaltowych lub betonowych ulicach i placach oraz dachach praktycznie cały opad przekształca się w spływ powierzchniowy, który przynajmniej z powierzchni komunikacyjnych odprowadzany jest w przyspieszony sposób systemami zbiorczej kanalizacji. Udział terenów całkowicie uszczelnionych jest z tego powodu miarodajnym wskaźnikiem do oceny potencjalnej ilości wód opadowych odpływających z danego obszaru.

Wody zarówno te płynące, jak i stojące stanowią szkielet systemu odwodnieniowego miasta. Dobrze funkcjonująca „niebieska infrastruktura” zwiększa retencję wody deszczowej i zapobiega powodziom, wpływa na utrzymanie odpowiednich poziomów wód gruntowych, przeciwdziałając suszy. W połączeniu z rozwiązaniami z zakresu zielonej infrastruktury służy przywracaniu różnorodności biologicznej bądź powstrzymywanie jej utraty, łagodzi przebieg skrajnych zjawisk pogodowych i ich skutków oraz poprawia jakość życia i mikroklimat miasta.

-  dachy brak spływu powierzchniowego do sieci
-  dachy spływ wody na tereny odwodnione
-  dachy 50% spływu na tereny odwodnione
-  dachy rury spustowe włączone do sieci
-  nieruchomości odwodnione spływ wody na tereny odwodnione
-  nieruchomości nieodwodnione brak spływu powierzchniowego do sieci
-  polprzepuszczalne drogi i place zwirowe
-  polprzepuszczalne brak spływu wody na tereny odwodnione
-  rowy część systemu odwadniającego
-  utwardzone brak spływu powierzchniowego do sieci
-  utwardzone brak spływu powierzchniowego do sieci
-  utwardzone chodniki wewnątrz osiedlowe
-  utwardzone drogi place o nawierzchni trwałej
-  zbiorniki wodne
-  zielone brak spływu wody na tereny odwodnione
-  zielone skarpy spływ wody na tereny odwodnione
-  zielone spływ wody na tereny odwodnione

Rysunek 5 Klasy pokrycia terenu - legenda



Rysunek 6 Mapa z pokryciem terenu

7.8 Wyniki analiz i obliczeń

Modelowanie hydrodynamiczne wskazało szereg możliwych modyfikacji dokumentacji projektowej dla zadania „Budowa i przebudowa głównych kolektorów deszczowych na terenie Miasta Mrągowo”.

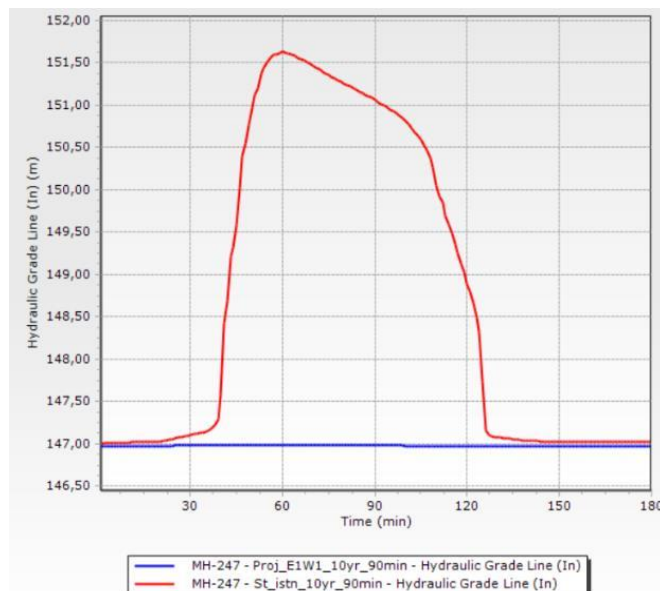
Każde z rozwiązań zostało zamodelowane w celu weryfikacji ich pracy przy różnych opadach deszczu.



Rysunek 7 Model hydrodynamiczny

7.8.1 Osiedle Mazurskie

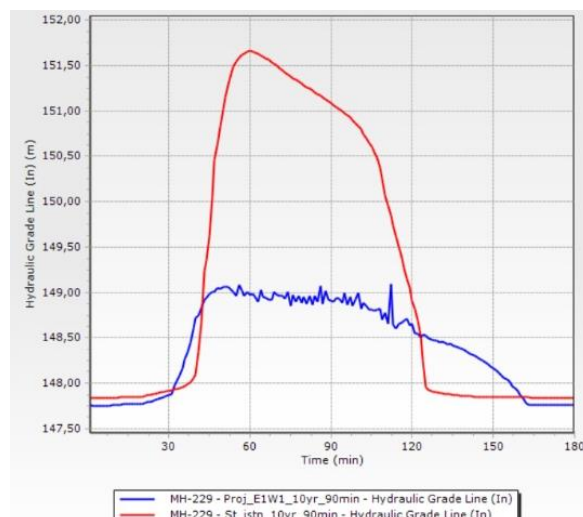
Analiza stanu istniejącego sieci wymagała szczególnego skupienia na obszarze bloków mieszkalnych znajdujących się pomiędzy ul. Leśną, a ulicą Os. Mazurskie.



Rysunek 8 Rzędne piętrzenia dla stanu istniejącego (czerwony) i projektowanego (niebieski)

Powyższe rzędne ukazują poziom wody w studzienice znajdującej się na północ od bloku numer 7 przy ul. Os. Mazurskie. W stanie istniejącym dochodziło do częstych wylewów. Poziom przekraczał rzędną terenu. W stanie projektowanym, z powodu odcięcia tego obszaru sieci dochodzi do dużego zredukowania maksymalnych napełnień. Spowodowane jest to poprowadzeniem przepływów nowym kolektorem deszczowym.

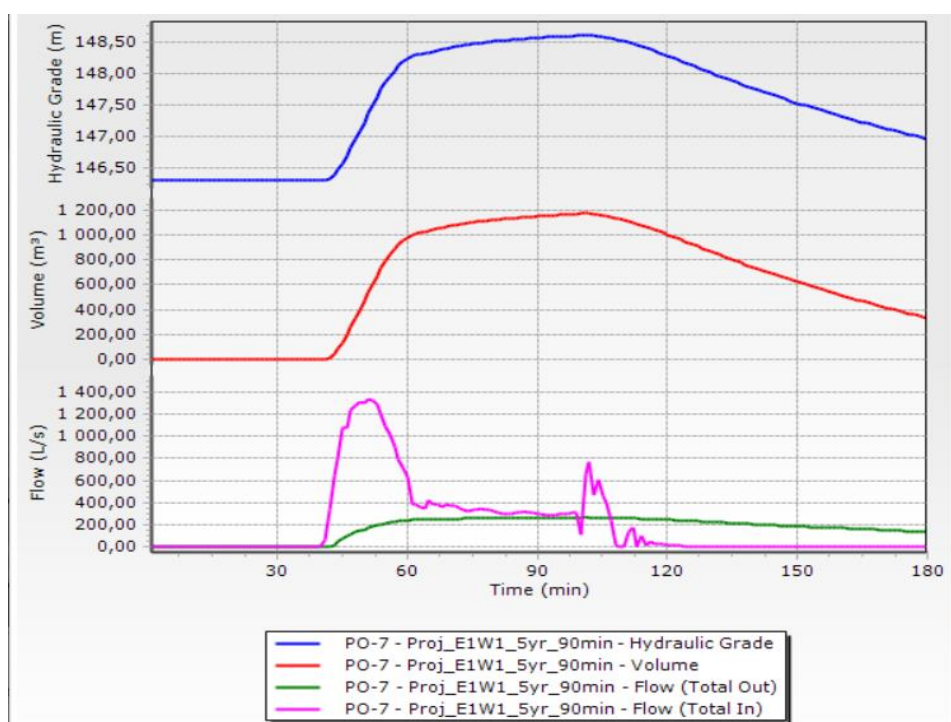
Na Rysunek 9 przedstawiono napełnienie w istniejącej studzienice podczas dużych opadów deszczu. Widoczne jest tu, jak poprzednio, przekroczenie napełnienia powyżej rzędnej terenu w stanie istniejącym. W stanie projektowanym z powodu przekierowania przepływów, m.in. do pobliskiego zbiornika retencyjnego, poziom napełnienia osiąga bezpieczny poziom nie powodujący podtopień i niebezpiecznych cofek wód opadowych do przyłączy.



Rysunek 9 Rzędne piętrzenia dla stanu istniejącego (czerwony) i projektowanego (niebieski)

Na kolejnych rysunkach, poniżej, ukazany jest sposób pracy nowoprojektowanych zbiorników.

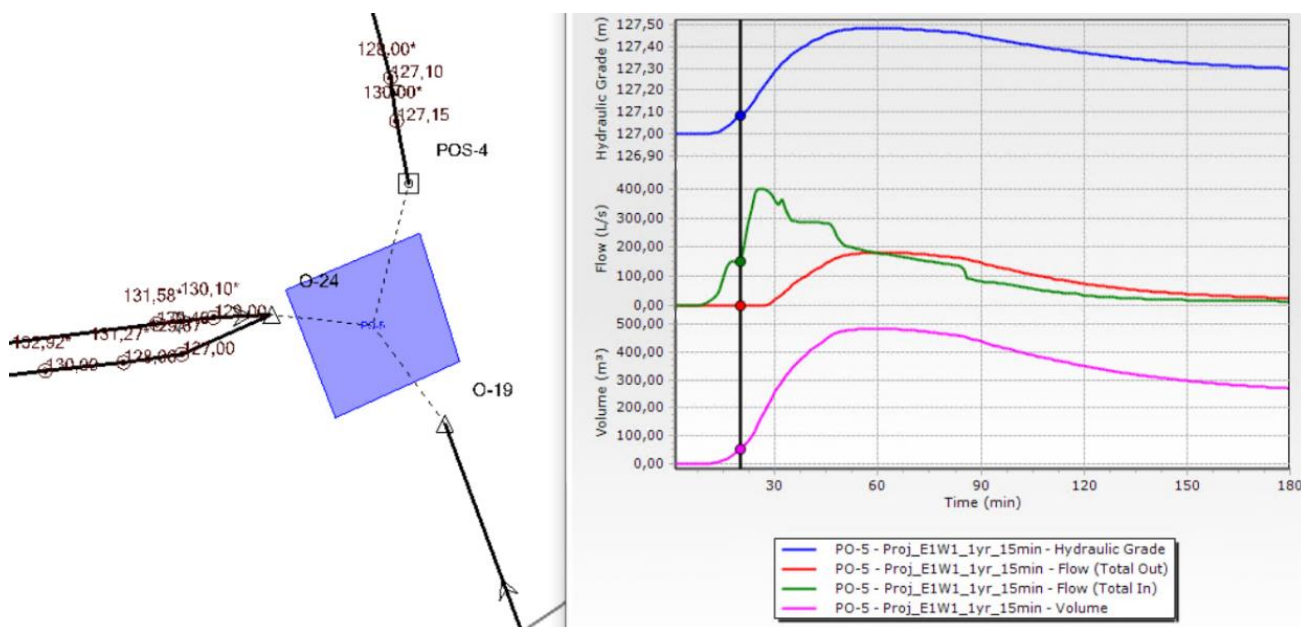
Jako pierwszy przedstawiony jest zbiornik retencyjny, służący przechwyceniu dużych opadów deszczu. Kolorem niebieskim ukazane jest jego napełnienie w czasie, czerwonym wykorzystana objętość. Ostatni wykresy pokazują zależność przepływu do zbiornika (kolor różowy) i wypływającego z zbiornika (kolor zielony). Widoczne jest to ograniczenie maksymalnego przepływu i jego transformacja w wypłaszczony odpływ. Jest to szczególnie z uwagi na ochronę urządzeń znajdujących się poniżej, jak i samej ochrony przed podtopieniami z sieci.



Rysunek 10 Praca zbiornika przy ul. Os. Mazurskie

Opracowanie koncepcji zmiany dokumentacji projektowej wraz z utworzeniem modelu hydrodynamicznego

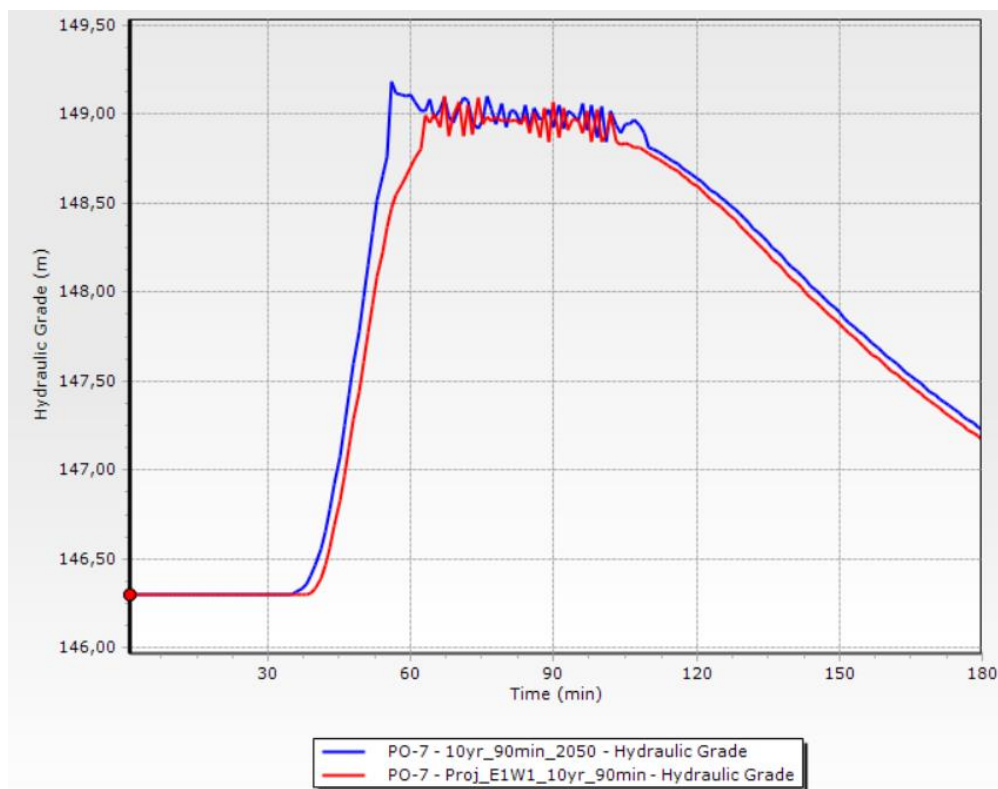
Następny z przedstawionych wykresów pokazuje pracę zbiornika infiltracyjno-retencyjnego z nasadzeniem hydrofitów. Choć w mniejszym zakresie niż zbiornik poprzedni, również pełni funkcję redukującą przepływ. Posiada jednak dodatkowe funkcje, możliwość infiltracji wpływających do niego wód opadowych do gruntu, jak i ich podczyszczenie przy zastosowaniu roślinności hydrofitowej.



Rysunek 11 Model hydrodynamiczny z widoczną pracą zbiornika z nasadzeniem hydrofitowym

7.8.2 Osiedle Mazurskie – rok 2050

W ramach analizy założono ograniczenie uszczelnienia zlewni poprzez stosowanie rozwiązań zielono-niebieskich oraz nakładanie obowiązków retencjonowania wód opadowych na nowe inwestycje. W związku z powyższym i informacjami zawartymi w rozdziale „Analiza opadów deszczu dla scenariusza zmiany klimatu do 2050” skupiono analizy na zwiększonym opadzie 10 letnim.

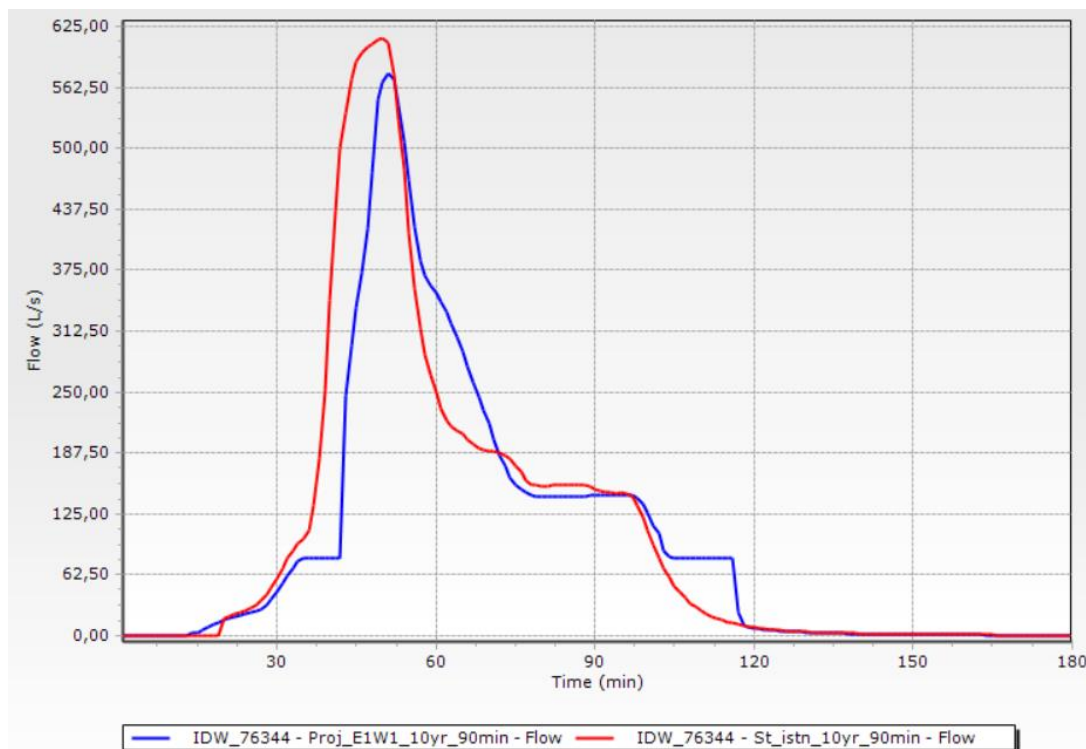


Rysunek 12 Napełnienie projektowanego zbiornika retencyjnego – stan projektowany (kolor niebieski) i stan projektowany 2050 (kolor czerwony)

Powyższy wykres pokazuje napełnienie zbiornika retencyjnego przez zwiększony opad 10 letni, 90 minutowy. Jego porównanie z opadem nie zwiększonym (kolor czerwony) pokazuje nam, że zbiornik jest w stanie przyjąć ten opad deszczu.

7.8.3 Ul. Brzozowa

Analiza stanu istniejącego sieci wymagała skupienia na obszarze przejścia kanalizacji deszczowej idącej wzdłuż ul. Brzozowej w kierunku północnym przez tereny zielone.

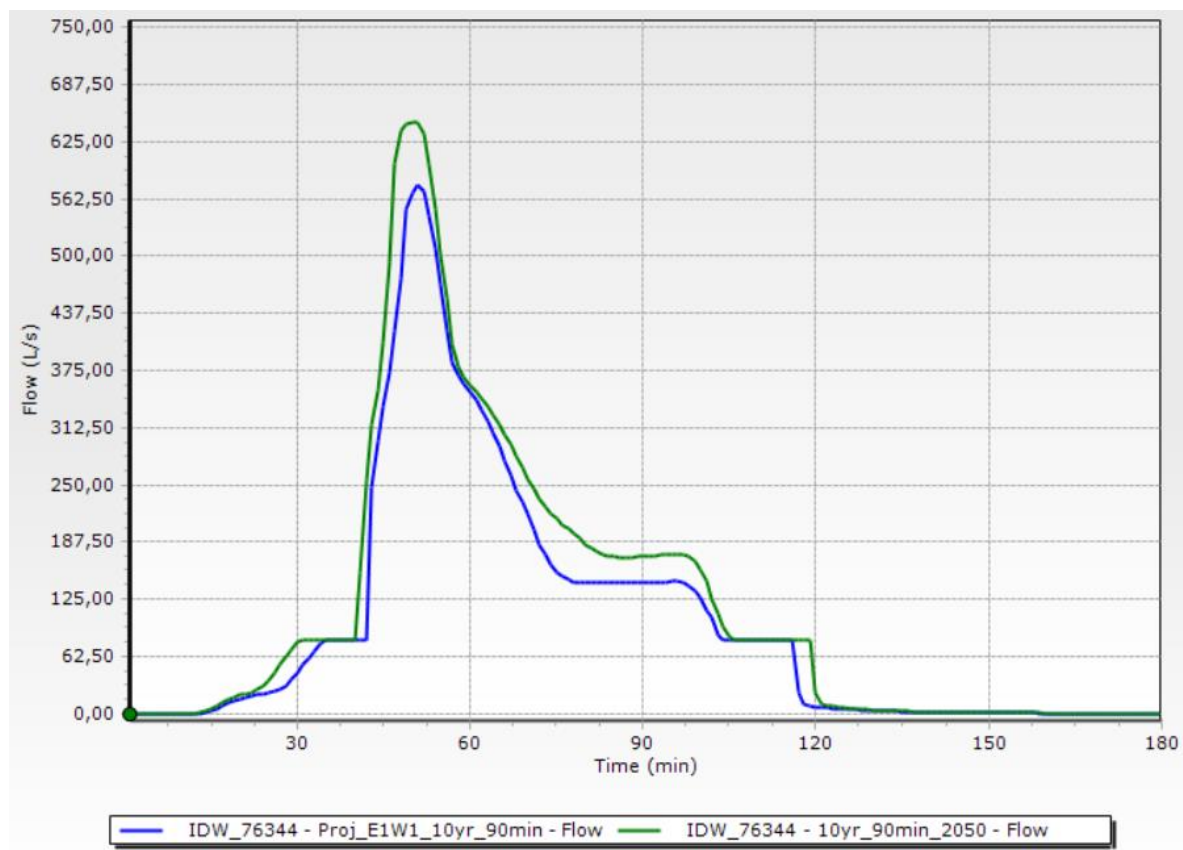


Rysunek 13 Przepływy dla stanu istniejącego (czerwony) i projektowanego (niebieski) na odcinku KD skierowanym w kierunku północnym

Powyższe przepływy ukazują różnice pomiędzy przepływem w stanie istniejącym, a w stanie projektowanym. Odczytać należy tu ograniczenie szczytu fali oraz co ważne przetrzymanie początkowego przepływu i kierowanie go na podczyszczanie. Widoczna „półka” w okolicach 30-40 min na wykresie (niebieskim) pokazuje, że całość przepływu trafiała na separator i osadnik.

7.8.4 Ul. Brzozowa – rok 2050

W ramach analizy założono ograniczenie uszczelnienia zlewni poprzez stosowanie rozwiązań zielono-niebieskich oraz nakładanie obowiązków retencjonowania wód opadowych na nowe inwestycje. W związku z powyższym i informacjami zawartymi w rozdziale „Analiza opadów deszczu dla scenariusza zmiany klimatu do 2050” skupiono analizy na zwiększonym opadzie 10 letnim.

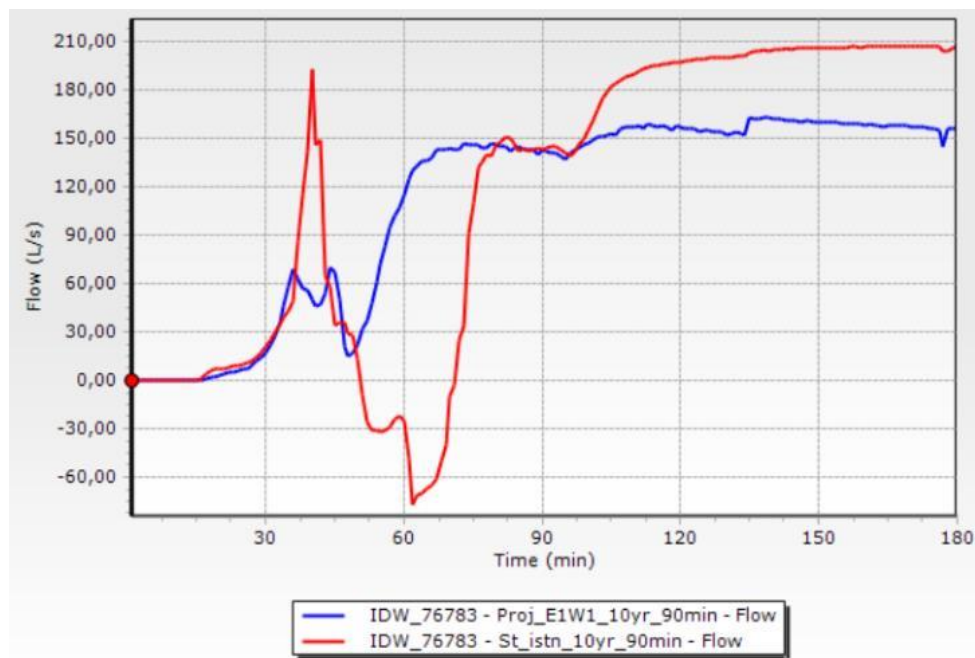


Rysunek 14 Przepływ na odcinku KD skierowanym w kierunku północnym – stan projektowany (kolor niebieski) i stan projektowany 2050 (kolor zielony)

Wyniki modelu pokazały zwiększenie przepływu przy zmianie opadu z 10 letniego 90 minutowego na opad uwzględniający zmiany klimatu na 2050 rok. Widoczne jest również to, że układ dalej prawidłowo pracuje podczyszczając początkowy przepływ niosący największy ładunek zanieczyszczeń.

7.8.5 Ul. Okulickiego

Analiza stanu istniejącego sieci wymagała skupienia na obszarze przejścia kanalizacji deszczowej idącej przez tereny zielone pomiędzy ul. Okulickiego, a Zachodnią Obwodnicą Mrągowa.

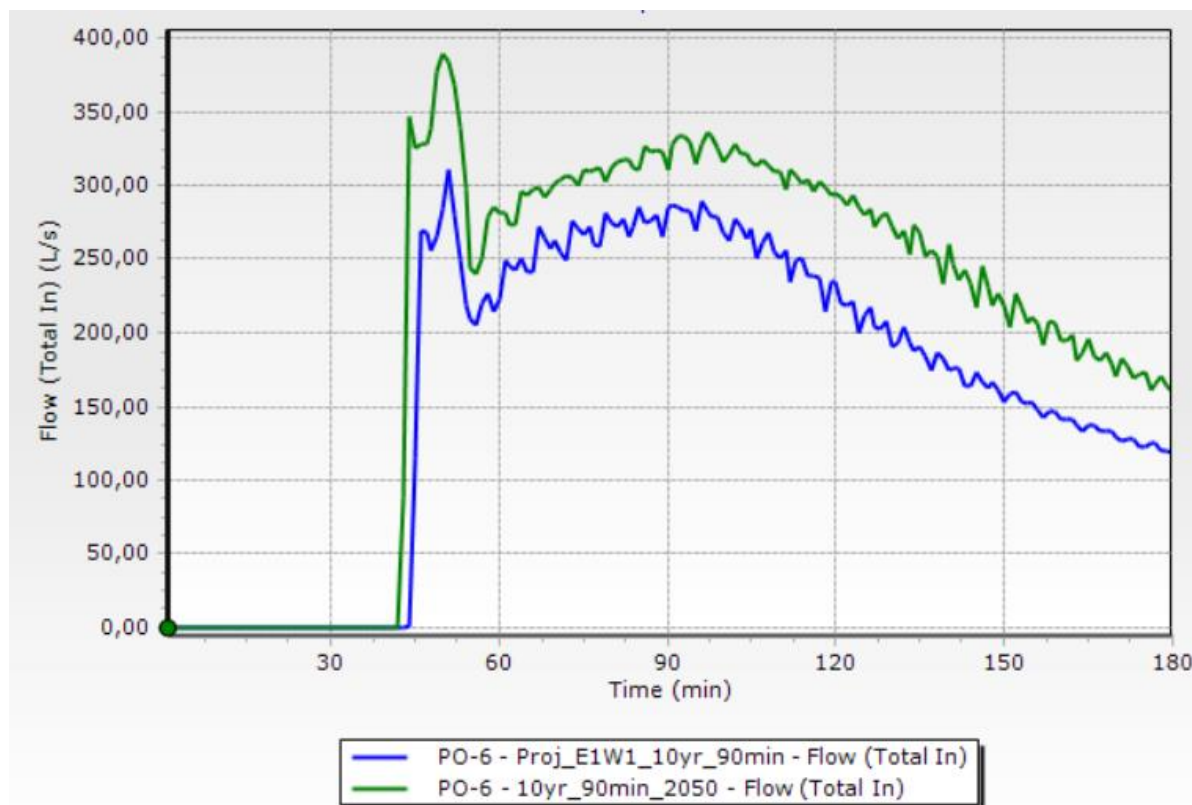


Rysunek 15 Przepływy dla stanu istniejącego (czerwony) i projektowanego (niebieski) na odcinku KD przez teren zielony

Powyższe przepływy ukazują różnice pomiędzy przepływem w stanie istniejącym, a w stanie projektowanym. Widoczny w stanie istniejącym jest brak prawidłowego spadku rury i ograniczone przepustowości. Powoduje to czasową cofkę na sieci i spiętrzania w kolektorze. W stanie projektowanym przepływ jest unormowany. Wynika to zarówno z przebudowy kolektora jak i nowego zbiornika retencyjnego.

7.8.6 Ul. Okulickiego – rok 2050

W ramach analizy założono ograniczenie uszczelnienia zlewni poprzez stosowanie rozwiązań zielono-niebieskich oraz nakładanie obowiązków retencjonowania wód opadowych na nowe inwestycje. W związku z powyższym i informacjami zawartymi w rozdziale „Analiza opadów deszczu dla scenariusza zmiany klimatu do 2050” skupiono analizy na zwiększonym opadzie 10 letnim.



Rysunek 16 Dopływ do zbiornika retencyjnego – stan projektowany (kolor niebieski) i stan projektowany 2050 (kolor zielony)

Wyniki modelu pokazały zwiększenie przepływu przy zmianie opadu z 10 letniego 90 minutowego na opad uwzględniający zmiany klimatu na 2050 rok. Nadmiarowy opad zostaje przechwycony przez zbiornik, gdzie ze względu na jego dużą powierzchnię zmiana napełnienia jest niezauważalna (<5cm).

8 Koncepcja rozwiązań technicznych

Przedmiot zamówienia polega na opracowaniu koncepcji zmiany dokumentacji projektowej wraz z stworzeniem modelu hydrodynamicznego dla zadania „Bodowa i przebudowa głównych kolektorów deszczowych na terenie Miasta Mrągowo”.

Zmiana dokumentacji projektowej obejmuje następujące obszary rozwiązań:

- 1) Osiedle Mazurskie i obszar na południe od Jeziora Sołtyckiego,
- 2) Parking przy ul. Brzozowej, w pobliżu cmentarza,
- 3) Teren zielony pomiędzy ul. Generała Leopolda Okulickiego, a Zachodnią Obwodnicą Mrągową.

W dalszej części opracowania lokalizacje te będą opisywane w skrócie jako Osiedle Mazurskie, ul. Brzozowa i ul. Okulickiego.

Koncepcja opisuje tylko zmiany względem poprzedniego projektu w opisanych obszarach.

8.1 Osiedle Mazurskie

Zbiornik zlokalizowany na terenie zielonym, na północ od osiedla Mazurskiego. Opady niższe niż deszcz jednoroczny przechodzą przez separator i osadnik, by następnie trafić do pobliskich hydrofitów. Podczyszczone wody opadowe trafiają do Jeziora Sołtyckiego. Połączenie z zbiornikiem retencyjnym w pobliżu bloków na Osiedlu Mazurskim pracuje tylko przy przepływach 1 rocznych lub wyższych.

W toku analiz odrzucono pozostałe warianty rozwiązań. Rozwiązanie wybrano z uwagi na większą wartość środowiskową (wykorzystanie wód opadowych) i społeczną (koryto z małym przepływem).

W rozwiązaniu tym od istniejącej komory w ul. Osiedle Mazurskie poprowadzony jest kolektor DN1000 w kierunku północnym. Mija istniejącą sieć gazową i ciepłowniczą i łączy się z nowoprojektowaną studnią St1.1. Następnie dalszy przebieg zależny jest od rodzaju opadu.

- a) Przepływy mniejsze od deszczu 1 rocznego, a w szczególności powstałe z opadu 15 l/s/ha przekierowane są projektowanym kolektorem DN1000 w kierunku nowego separatora i osadnika (przepływ nominalny 60 l/s), wcześniej łącząc się z DN400 z odpływem z pobliskich bloków. Część istniejącej kanalizacji niedaleko pobliskich bloków zostanie unieczynniona. Po podczyszczeniu część przepływu skierowane jest w kierunku studzienek St1.8 i St1.9, a część zasila zbiornik ZB1.2 zbierający podczyszczoną wodę do ponownego wykorzystania. Wody opadowe dopływające do studzienki St1.9 kierowane są, z ograniczeniem na poziomie 40 l/s do istniejącego koryta z planowanym umocnieniem dna. Wody opadowe dopływają do projektowanych hydrofitów.
- b) Przepływy większe od 1 rocznego, w początkowej fazie opadu przechodzą przez system opisany w pkt.a). W miarę zwiększającego się dopływu rozpoczyna się przelew z ST1.1 w kierunku projektowanego zbiornika ZB1.1. Duża pojemność zbiornika połączona z małą średnicą wylotu pozwala na zauważalne wypłaszczenie przepływu i jego rozciągnięcie w czasie. Woda z zbiornika przyłączona jest na powrót do projektowanej sieci poniżej separatora i osadnika. W studzience St1.9 przepływ ponad 40 l/s, który trafia do koryta, kierowany jest kolektorem DN500 w kaskadzie. Przed wlotem do hydrofitów łączy się z przepływem z koryta.

W obu powyższych przypadkach wody opadowe trafiają do oczyszczalni hydrofitowej, gdzie po osiągnięciu zadanej rzędnej przelewają się przez zastawkę do pobliskiego istniejącego rowu. Rów ten w

Opracowanie koncepcji zmiany dokumentacji projektowej wraz z utworzeniem modelu hydrodynamicznego

rejonie wlotu z hydrofitów zostanie umocniony. Przewiduje się też inwentaryzację rowu pod kątem drożności i przebudowa istniejącego przepustu DN600 na 2 rury DN600. Ostatecznie całość wód opadowych trafia do Jeziora Sołtyckiego.

Tabela 9 Parametry rozwiązań koncepcyjnych „osiedle Mazurskie”

Lp.	Obiekt	Parametr	Wymagania	Wartość
1.	Zbiornik modułowy	Funkcja	Zbiornik służy do przetrzymania wód deszczowych i opóźnienia spływu do niżej położonych kanałów	
		Lokalizacja	Teren zielony w okolicy ulicy Osiedle Mazurskie	
		Lokalizacja na działkach	Na działkach Gminy Miasta Mrągowo o numerach ewidencyjnych	41/16
		Pojemność	Pojemność czynna zbiornika	1150 m ³
		Układ i rodzaj	Zbiornik retencyjny podziemny, w układzie przepływowym, składający się z 2 jednakowych komór	
		Wymiary	Długość Szerokość Wysokość	40,5 m 6 m 3 m
		Rzędne	Średnia rzędna terenu Maksymalna rzędna zw. wody w zbiorniku Rzędna dna zbiornika	150,50 m n.p.m. 148,90m n.p.m. 146,30 m n.p.m.
		Napełnianie	Napełnianie grawitacyjne, przez: - rurę DN 1000 mm	
		Opróżnianie	Opróżnianie grawitacyjne, przez: - rurę DN 500 mm z ruchomą zastawką - rurę DN 500 mm jako przelew awaryjny	
2.	Zbiornik infiltracyjno-retencyjny z nasadzeniem hydrofitów	Funkcja	Dodatkowe podczyszczenie wód przed wprowadzeniem do rowu	
		Lokalizacja	Podnóże skarpy pod osiedlem Mazurskim	
		Lokalizacja na działkach	Na działkach Gminy Miasto Mrągowo ul. Królewiecka 60A, Miasto Mrągowo o nr	41/16
		Pojemność	Pojemność czynna	800 m ³

Opracowanie koncepcji zmiany dokumentacji projektowej wraz z utworzeniem modelu hydrodynamicznego

Lp.	Obiekt	Parametr	Wymagania	Wartość
		Układ i rodzaj	Niecka wypełniona hydrofitami, w układzie przepływowym	
		Wymiary	Powierzchnia Głębokość	1400 m ² 0,6 – 1,0 m
		Rzędne	Średnia rzędna terenu Maksymalna rzędna zw. wody w zbiorniku Rzędna dna zbiornika	128,00 m n.p.m. 127,85 m n.p.m. 127,00 m n.p.m.
		Napełnianie	Napełnianie grawitacyjne od strony zachodniej i południowej	
		Opróżnianie	Opróżnianie grawitacyjne, przez zastawkę na rzędnej 127,20 do rowu	
3.	Rów na skarpie	Funkcja	Stałe odprowadzenie wód do 40l/s	
		Lokalizacja	Odcinek na skarpie pomiędzy zbiornikiem a zbiornikiem infiltracyjno-retencyjnym z nasadzeniem hydrofitów	
		Lokalizacja na działkach	Na działkach Gminy Miasto Mągowo ul. Królewiecka 60A, Miasto Mągowo o nr	41/16
4.	Zbiornik modułowy (mały)	Funkcja	Zbiornik retencji wód opadowych do powtórnego wykorzystania	
		Lokalizacja	Teren zielony w okolicy ulicy Osiedle Mazurskie	
		Lokalizacja na działkach	Na działkach Gminy Miasto Mągowo ul. Królewiecka 60A, Miasto Mągowo o nr	41/16
		Pojemność	Pojemność czynna zbiornika	50 m ³
		Układ i rodzaj	Zbiornik retencyjny podziemny	
		Rzędne	Maksymalna rzędna zw. wody w zbiorniku Rzędna dna zbiornika	147,50m n.p.m. 145,50 m n.p.m.
		Napełnianie	Napełnianie grawitacyjne, przez: - rurę DN 315 mm	

Opracowanie koncepcji zmiany dokumentacji projektowej wraz z utworzeniem modelu hydrodynamicznego

Lp.	Obiekt	Parametr	Wymagania	Wartość
		Opróżnianie	Wypompowywanie	
5.	Rów odprowadzający do jeziora Sołtyskiego	Funkcja	Odprowadzenie nadmiaru wód ze zbiornika infiltracyjno-retencyjnego z nasadzeniem hydrofitów do jeziora Sołtyskiego	
		Lokalizacja	Odcinek od zbiornika infiltracyjno-retencyjnego do jeziora Sołtyskiego	
		Parametry	Długość Szerokość w dnie Spadek skarp Wysokość napełnienia max	140 m 1 m 1:1,5 0,6 m
		Obiekty na rowie	Przepust 2xDN600	
		Lokalizacja na działkach	Na działkach Gminy Miasto Mągowo ul. Królewiecka 60A, Miasto Mągowo o nr	42/14

8.2 Ul. Brzozowa

Na istniejącej sieci kanalizacji deszczowej wzdłuż ulicy Brzozowej w studzience St2.1 następuje przekierowanie przepływu. Dalszy przebieg kanalizacji Kd500 zostaje unieczynniony, a przepływ zostaje przekierowany nowoprojektowaną rurą DN400 w kierunku zbiornika. Zredukowany przepływ zostaje podczyszczony w separatorze i osadniku, a następnie trafia do hydrofitów w pobliżu Jeziora Sołtyskiego.

W toku analiz odrzucono pozostałe warianty rozwiązań. Wąska przestrzeń z dużym spadkiem premiuje wykorzystanie rozwiązania rurowego. Wybór rozwiązania pozwala też na redukcję kolizji z istniejącymi sieciami.

Na istniejącej sieci kanalizacji deszczowej wzdłuż ulicy Brzozowej w studzience St2.1 następuje przekierowanie przepływu. Dalszy przebieg kanalizacji Kd500 zostaje unieczynniony, a przepływ zostaje przekierowany nowoprojektowaną rurą DN400 w kierunku zbiornika rurowego. Projektowany zbiornik znajdować się będzie pod istniejącym parkingiem. Z powodu dużego spadku terenu, zbiornik zostanie podzielony na 3 segmenty, każdy znajdujący się znacznie niżej od poprzedniego. Pomiędzy segmentami znajdować się będzie zastawka ograniczająca przepływ i zwiększająca wykorzystanie dostępnej objętości. W przypadku przepełnienia segmentu zbiornika nastąpi przełanie się wód przelewem pomiędzy segmentami, ułożonym w górnym obszarze zbiornika. W studzience St2.3 nastąpi połączenie z przepiętym odcinkiem sieci od studzienki St2.5. Całość wód z opadu 15 l/s/ha po przejściu przez regulator przepływu trafi do osadnika i separatora (przepływ nominalny 60 l/s). Wody nadmiarowe w przypadku dużych deszczy nawalnych występujących rzadziej niż 1 raz na rok przejdą przez przelew awaryjny omijający projektowany separator i osadnik. W dalszym etapie przepływ nastąpi w kolektorze zaprojektowanym w projekcie „Budowa i przebudowa głównych kolektorów deszczowych na terenie miasta Mrągowa”. Następnie wody opadowe trafią do hydrofitów opisanych w rozwiązaniu dla Osiedla Mazurskiego.

Tabela 10 Parametry zbiornika „ul. Brzozowa”

Lp.	Parametr	Wymagania	Wartość
1.	Funkcja	Zbiornik służy do przetrzymania wód deszczowych i opóźnienia spływu do niżej położonych kanałów	
2.	Lokalizacja zbiornika	Parking przy ulicy Brzozowej	
3.	Lokalizacja na działkach	Na działkach Gminy Miasta Mrągowo o numerach ewidencyjnych	39
4.	Pojemność zbiornika	Pojemność czynna zbiornika	160 m ³
5.	Układ i rodzaj zbiornika	zbiornik zamknięty podziemny, wielokomorowy, wykonany z rur wielkośrednicowych z zastawkami pomiędzy	

Opracowanie koncepcji zmiany dokumentacji projektowej wraz z utworzeniem modelu hydrodynamicznego

Lp.	Parametr	Wymagania	Wartość
6.	Wymiary zbiornika	część A: rura DN 2000 mm część B: rura DN 2000 mm część C: rura DN 2000 mm	L=17 m L=17 m L=17 m
7.	Rzędne	Średnia rzędna terenu (projektowana) Maksymalna rzędna zw. wody w zbiorniku Rzędna dna zbiornika	140,00 m n.p.m. 139,20 m n.p.m. 137,20 m n.p.m.
8.	Napełnianie zbiornika	Napełnianie grawitacyjne, przez: część A	
9.	Opróżnianie zbiornika	Opróżnianie grawitacyjne, przez: część C	

8.3 Ul. Okulickiego

Koncepcja rozpoczyna się od studzienki D43 projektowanej według projektu „Budowa głównych kolektorów deszczowych na terenie miasta Mrągowa”.

Projekt obejmuje przebudowę istniejącej sieci kanalizacji deszczowej, z uwzględnieniem retencji i powtórne dołączenie do istniejącej kanalizacji deszczowej pod Zachodnią Obwodnicą Mrągowa.

Dalszy przebieg projektowanej sieci jest tożsamy z ww. projektem z modyfikacją średnicy kolektora oraz wydatku urządzeń podczyszczających z dopływem do Jeziora Juno.

W toku analiz odrzucono pozostałe warianty rozwiązań. Wcześniejsze przekierowanie wód opadowych do zbiornika mogłoby nie zmniejszyć średnic kolektorów powyżej Zachodniej Obwodnicy Mrągowa, a wymagałoby zastosowania urządzeń podczyszczających przed wlotem i zastosowania awaryjnego ich obejścia w przypadku dużych (5/10 letni) opadów.

W rozwiązaniu przewiduje się przyłączenie do projektowanej studzienki D43 istniejącej sieci z zachodniej strony. Następnie nowoprojektowany kolektor przekieruje całość przepływu do studzienki St3.1. W przypadku niskich przepływów, m.in. przepływu wynikającego z opadu 15 l/s/ha, wody opadowe zostaną przekierowane nowoprojektowanym kolektorem DN400 w kierunku północno-zachodnim. Nowy kolektor zostanie przyłączony do istniejącej kanalizacji deszczowej pod Zachodnią Obwodnicą Mrągowa.

Przebieg kolektora przebiegać będzie następnie zgodnie z projektem „Budowa i przebudowa głównych kolektorów deszczowych na terenie Miasta Mrągowa”, ale ze zredukowaną średnicą na DN800. Zmniejszone przepływy wpłyną też na redukcję urządzeń podczyszczających. Proponowany separator i osadnik należy zmniejszyć do $Q_{nom} = 150$ l/s.

Dla deszczów nawalnych przekraczających intensywność deszczu 1-letniego część przepływu zostanie przekierowana z studzienki St3.1 do St3.2 i do wlotu do nowoprojektowanego zbiornika otwartego. Wyżej usytuowane wloty i wyloty powodują przetrzymanie części zgromadzonej wody opadowej. W dłuższym okresie czasu ulegnie ona infiltracji i powolnemu odparowaniu. W przypadku przekroczenia dostępnej objętości przelew na wylocie przekieruje wody w kierunku studzienki St3.7 i analogicznie jak w poprzednim przypadku istniejącą kanalizacją deszczową pod Zachodnią Obwodnicą Mrągowa.

Tabela 11 Parametry rozwiązań koncepcyjnych ul. Okulickiego

Lp.	Parametr	Wymagania	Wartość
1.	Funkcja	Zbiornik służy do retencjonowania wód deszczowych i zatrzymania odpływu z wyżej położonych kanałów deszczowych w trakcie deszczu nawalnych	
2.	Lokalizacja zbiornika	Teren zielony pomiędzy ulicami Generała Leopolda Okulickiego a Zachodnią Mrągowa	
3.	Lokalizacja na działkach	Na działkach Gminy Miasta Mrągowa o numerach ewidencyjnych	74/68
4.	Pojemność zbiornika	Pojemność czynna zbiornika	1780 m ³

Opracowanie koncepcji zmiany dokumentacji projektowej wraz z utworzeniem modelu hydrodynamicznego

Lp.	Parametr	Wymagania	Wartość
5.	Układ i rodzaj zbiornika	Zbiornik otwarty	
6.	Wymiary zbiornika	powierzchnia zbiornika głębokość czynna zbiornika	12500 m ² 0,2 m
7.	Rzędne	Maksymalna rzędna zw. wody w zbiorniku Rzędna dna zbiornika	125,30 m n.p.m. 125,00 m n.p.m.
8.	Napełnianie zbiornika	Napełnianie grawitacyjne, przez: - rurę DN 500mm przyłączoną do kolektora DN1200	
9.	Opróżnianie zbiornika	Opróżnianie grawitacyjne, przez: - rurę DN 400mm przyłączoną do kolektora DN400	

Tabela 12 Parametry rozwiązań koncepcyjnych zamiennych pomiędzy zachodnią obwodnicą Mrągowa a jeziorem Juno

Lp.	Obiekt	Parametr	Wymagania	Wartość
1.	Kolektor deszczowy wraz z wylotem do jez. Juno	Funkcja	Odprowadzenie wód deszczowych	
		Lokalizacja	Pomiędzy zachodnią obwodnicą Mrągowa a jeziorem Juno	
		Parametry:	Średnica Długość	DN800 424 m
		Zmiana w stosunku do poprzedniego projektu	Średnica zmniejszona z DN1200 na DN 800	
2.	Układ podczyszczający	Funkcja	Podczyszczanie wód deszczowych	
		Lokalizacja	Pomiędzy zachodnią obwodnicą Mrągowa a jeziorem Juno	
		Parametry:	Przepływ nominalny	0,15 m ³ /s
		Zmiana w stosunku do poprzedniego projektu	Zmniejszenie przepływu nominalnego z 300 l/s na 150 l/s	

9 Podsumowanie

1. W ramach przedmiotowego opracowania dokonano analizy systemu kanalizacji deszczowej na terenie części zlewni w Mrągowie.
2. Wyznaczone zostały zlewnie cząstkowe i określono ich parametry hydrologiczne.
3. Na podstawie obowiązujących SUiKZG ustalone zostało prognozowane zagospodarowanie analizowanego obszaru.
4. Dla obecnego i prognozowanego stanu zagospodarowania zbudowane zostały modele hydrologiczno-hydrauliczne, zostały wykonane symulacje przepływów dla deszczy nawalnych.
5. Na podstawie obliczeń określono efektywne parametry rozwiązań technicznych zbiorników retencyjnych, pozwalające na skuteczną redukcję wielkości wylań i podtopień od kanalizacji deszczowej.
6. Dobrano optymalne rozmiary urządzeń podczyszczających, tj. separatorów i osadników.

Spis rysunków w tekście

Rysunek 1 Lokalizacja inwestycji	7
Rysunek 2 Schemat istniejącej sieci kanalizacji deszczowej	8
Rysunek 3 Przykładowe odpływy z zlewni elementarnej dla różnych prawdopodobieństw.....	15
Rysunek 4 Schemat ideowy drogi spływu powierzchniowego w modelu EPA SWMM	17
Rysunek 5 Klasy pokrycia terenu - legenda.....	18
Rysunek 6 Mapa z pokryciem terenu.....	19
Rysunek 7 Model hydrodynamiczny	20
Rysunek 8 Rzędne piętrzenia dla stanu istniejącego (czerwony) i projektowanego (niebieski).....	21
Rysunek 9 Rzędne piętrzenia dla stanu istniejącego (czerwony) i projektowanego (niebieski).....	22
Rysunek 10 Praca zbiornika przy ul. Os. Mazurskie	22
Rysunek 11 Model hydrodynamiczny z widoczną pracą zbiornika z nasadzeniem hydrofitowym.....	23
Rysunek 12 Napełnienie projektowanego zbiornika retencyjnego – stan projektowany (kolor niebieski) i stan projektowany 2050 (kolor czerwony)	24
Rysunek 13 Przepływy dla stanu istniejącego (czerwony) i projektowanego (niebieski) na odcinku KD skierowanym w kierunku północnym	25
Rysunek 14 Przepływ na odcinku KD skierowanym w kierunku północnym – stan projektowany (kolor niebieski) i stan projektowany 2050 (kolor zielony)	26
Rysunek 15 Przepływy dla stanu istniejącego (czerwony) i projektowanego (niebieski) na odcinku KD przez teren zielony.....	27
Rysunek 16 Dopływ do zbiornika retencyjnego – stan projektowany (kolor niebieski) i stan projektowany 2050 (kolor zielony).....	28

Spis tabel

Tabela 1 Zestawienie danych wejściowych uwzględnionych w opracowaniu	5
Tabela 2. Wytyczne projektowania wg PN-EN 752:2017 „ opad miarodajny ”	10
Tabela 3. Wytyczne projektowania wg PN-EN 752:2017 „ opad kontrolny ”	11
Tabela 4. Deszcze w modelu hydrodynamicznym	12
Tabela 5. Wysokości opadu 90 minutowego, 10 letniego	12
Tabela 6. Deszcze w modelu hydrodynamicznym	14
Tabela 7 Hydrologiczne klasy gleby (na podstawie TR-55 1986)	17
Tabela 8 Parametry rozwiązań koncepcyjnych „osiedle Mazurskie”	30
Tabela 9 Parametry zbiornika „ul. Brzozowa”	33
Tabela 10 Parametry rozwiązań koncepcyjnych ul. Okulickiego	35

Spis rysunków części graficznej

Lp.	Nr rysunku	Nazwa rysunku
1	MRK-K-S-R001-1	Plan zagospodarowania terenu Osiedle Mazurskie
2	MRK-K-S-R002-1	Plan zagospodarowania terenu ul. Brzozowa
3	MRK-K-S-R003-1	Plan zagospodarowania terenu ul. Okulickiego
4	MRK-K-S-R004-1	Plan zagospodarowania terenu ul. Okulickiego (fragment)
5	MRK-K-S-R005-1	Plan zagospodarowania terenu