

RAPORT Z WYKONANEGO MODELOWANIA HYDRODYNAMICZNEGO Z KONCEPCJĄ ODWODNIENIA MIASTA PIOTRKOWA TRYBUNALSKIEGO W ZLEWNI RZEKI STRAWY

**NA ODCINKU OD AUTOSTRADY A1
DO ULICY CMENTARNEJ**

WYKONAWCA:

ARCADIS SP. Z O. O.

ZAMAWIAJĄCY:

URZĄD MIASTA W PIOTRKOWIE TRYBUNALSKIM

KWIECIEŃ 2024

Kontakt

RENATA SUPRYK
Kierownik Zespołu Wodnego w
Warszawie

M 600870257
E renata.supryk@arcadis.com

Arcadis Sp. z o.o.
Aleje Jerozolimskie 142B
02-305
Warszawa
Polska

Zespół autorski

Adam Grabarczyk
Arcadis Sp. z o.o.
Starszy specjalista ds. gospodarki wodnej
Kwalifikacje hydrologiczne SHP nr 11/2021

Ewelina Kozek
Arcadis Sp. z o.o.
Specjalista ds. gospodarki wodnej

Renata Supryk
Arcadis Sp. z o.o.
Kierownik Zespołu Wodnego w Warszawie

Tomasz Wilk
Arcadis Sp. z o.o.
Główny specjalista ds. gospodarki wodnej

Katarzyna Kiwior
Arcadis Sp. z o.o.
Młodszy specjalista ds. gospodarki wodnej

Krzysztof Kralka
Arcadis Sp. z o.o.
Młodszy specjalista ds. gospodarki wodnej

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP I ZAKRES PRAC	7
2. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE	8
3. OBLICZENIA HYDROLOGICZNE	9
3.1 OKREŚLENIE GRANIC ZLEWNI RZEKI STRAWY	9
3.2 OKREŚLENIE GRANIC ZLEWNI KANALIZACYJNYCH	9
3.3 DOBÓR OPADU MIARODAJNEGO	11
3.4 WIELKOŚĆ ODPŁYWU ZE ZLEWNI (MODELOWANIE HYDROLOGICZNE TYPU OPAD-ODPŁYW)	14
4. MODELOWANIE HYDRODYNAMICZNE 1D+2D	15
4.1 RZKA STRAWA	15
4.2 KANALIZACJA DESZCZOWA Z ROZPŁYWEM POWIERZCHNIOWYM	18
5. WYNIKI OBLICZEŃ MODELOWYCH DLA STANU OBECNEGO	20
5.1 ZASIĘGI ZALEWÓW OD RZEKI STRAWY	20
5.2 NAPEŁNIENIA KOLEKTORÓW I STUDNI SIECI KANALIZACYJNYCH WRAZ Z OBSZARAMI PODTOPIEŃ	22
6. ANALIZA MIEJSC PROBLEMOWYCH	23
6.1 MIEJSCE PROBLEMOWE – KRYTYCZNA LOKALIZACJA	23
6.2 POZOSTAŁE MIEJSCA PROBLEMOWE	24
7. ANALIZA OBSZARÓW MOGĄCYCH POLEPSZYĆ WARUNKI RETENCJI KORYTOWEJ W OBRĘBIE RZEKI STRAWY	27
8. WARIANTOWA ANALIZA ROZWIĄZAŃ DLA KRYTYCZNEJ LOKALIZACJI – OKOLICE RONDA W UL. WOJSKA POLSKIEGO/ŁÓDZKIEJ/POLNEJ	29
8.1 PRIORYTETOWY ZESTAW DZIAŁAŃ DLA KRYTYCZNEJ LOKALIZACJI	29
8.1.1. Wykaz działań wchodzących w skład zestawu priorytetowego wraz z opisem	30
8.1.2. Uzasadnienie wyboru działań do zestawu priorytetowego i jego rekomendacji	33
8.2 ALTERNATYWNY ZESTAW DZIAŁAŃ DLA KRYTYCZNEJ LOKALIZACJI	34
8.2.1. Wykaz działań wchodzących w skład zestawu alternatywnego wraz z opisem	34
8.2.2. Uzasadnienie wyboru działań do zestawu alternatywnego	36

8.3	ZESTAW DZIAŁAŃ WSPOMAGAJĄCYCH DLA KRYTCZNEJ LOKALIZACJI	36
9.	PROPOZYCJA DZIAŁAŃ DODATKOWYCH MINIMALIZUJĄCYCH	
	PODTOPIENIA W INNYCH MIEJSCACH PROBLEMOWYCH	40
10.	KOSZTORYS INWESTYCYJNY	42
10.1	KOSZTORYS DZIAŁAŃ ALTERNATYWNYCH DLA KRYTCZNEJ LOKALIZACJI	44
10.2	KOSZTORYS DZIAŁAŃ WSPOMAGAJĄCYCH DLA INNYCH LOKALIZACJI	46
10.3	KOSZTORYS DZIAŁAŃ DODATKOWYCH DLA INNYCH LOKALIZACJI	46
11.	WYKAZ OPINII I DECYZJI DO POZYSKANIA NA ETAPIE REALIZACJI	47
12.	WNIOSKI	49

SPIS TABEL

Tabela 1. Przyjęte wartości współczynników spływu w zależności od rodzaju pokrycia terenu	10
Tabela 2. Przyjęte wartości współczynników spływu w zależności od rodzaju nawierzchni drogi	11
Tabela 3. Priorytetowy zestaw działań dla krytycznej lokalizacji	30
Tabela 4. Alternatywny zestaw działań dla krytycznej lokalizacji	34
Tabela 5. Zestawienie działań wspomagających dla krytycznej lokalizacji	36
Tabela 6. Zestawienie działań dodatkowych minimalizujących podtopienia w innych miejscach problemowych	40
Tabela 7. Zestawienie kosztów priorytetowego zestawu działań dla krytycznej lokalizacji	43
Tabela 8. Zestawienie kosztów alternatywnego zestawu dla krytycznej lokalizacji	44
Tabela 9. Zestawienie kosztów działań wspomagających dla innych lokalizacji	46
Tabela 10. Zestawienie kosztów działań dodatkowych dla innych lokalizacji	46

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1. Przykład wyznaczania zlewni spływu powierzchniowego w SCALGO	9
Rysunek 2. Zastosowanie SCALGO do wyznaczenia zlewni kanalizacyjnych	10
Rysunek 3. Hietogram opadu 10% o czasie trwania 45 minut	13
Rysunek 4. Hietogram opadu 1% o czasie trwania 12 godzin	14
Rysunek 5. Fala Q10% na wysokości ulicy 1 Maja (odcinek Strawy umocniony gabionami)	15
Rysunek 6. Generowanie przekrojów dolinowych z NMT z częścią korytową z pomiarów w terenie	17
Rysunek 7. Przekrój poprzeczny na rzece Strawie – przykład	17
Rysunek 8. Przekrój poprzeczny przez koryto Strawy umocnione gabionami z wprowadzonym przepustem w ul. 1 Maja	18
Rysunek 9. MIKE Urban – wygląd okna programu	20
Rysunek 10. Przykładowy raster numerycznego modelu powierzchni wody (NMPW) z zaznaczonymi przekrojami (wraz z rzędnymi zwierciadła wody w przekrojach, wynikającymi z modelowania)	21
Rysunek 11. Poligony z zasięgiem zalewu	21
Rysunek 12. Klasy napełnienia studzienki kanalizacyjnej	22
Rysunek 13. Miejsce problemowe – krytyczna lokalizacja: rondo w ciągu ulic Wojska Polskiego, Łódzkiej i Polnej	23
Rysunek 14. Miejsce problemowe (pozostałe lokalizacje): odcinek Strawy powyżej przepustu w ul. Źródlanej	25
Rysunek 15. Miejsce problemowe (pozostałe lokalizacje): odcinek Strawy powyżej ronda w ulicach Kostromska i Polna	25
Rysunek 16. Miejsce problemowe (pozostałe lokalizacje): odcinek Strawy pomiędzy rondem ul. Kostromska/Polna i Aleją Armii Krajowej	26
Rysunek 17. Miejsce problemowe (pozostałe lokalizacje): kanalizacja DN300 z wylotem pod mostem w ul. 1 Maja	26
Rysunek 18. Lokalizacja polderu zalewowego (na skwerze Michała Rawity Witanowskiego) na podkładzie mapy z własnościami	27

Rysunek 19. Lokalizacja polderu zalewowego (na skwerze Michała Rawity Witanowskiego) na podkładzie mpzp	27
Rysunek 20. Lokalizacja polderu zalewowego (pomiędzy ulicą Kostromską i Źródlaną) na podkładzie mapy z własnościami	28
Rysunek 21. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego na obszarze proponowanego polderu zalewowego (pomiędzy ulicą Kostromską i Źródlaną).	28
Rysunek 22. Efekt pracy polderu zalewowego dla Q10% (na skwerze Michała Rawity Witanowskiego)	32
Rysunek 23. Przekrój poprzeczny koryta wg propozycji Wykonawcy, a naniesionym stanem wg Zarządu Dróg i Utrzymania Miasta w Piotrkowie Trybunalskim	38
Rysunek 24 Istniejące światło mostu pod ulicą 1 Maja	39
Rysunek 25. Światło mostu pod ulicą 1 Maja po przebudowie	39
Rysunek 26. Przekrój poprzeczny z regulacją Strawy powyżej ronda w ul. Kostromskiej i Polnej	41
Rysunek 27. Istniejąca średnica przepustu pod ulicą Źródlaną	42

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

- Załącznik nr 1 – Mapa z obszarami zagrożonymi zalaniem od rzeki Strawy i podtopieniami od sieci kanalizacji deszczowej wraz z rozkładem napełnień sieci kanalizacji deszczowej – stan obecny
- Załącznik 2 – Mapa zlewni ciężących bezpośrednio do Strawy i zlewni kanalizacyjnych wraz lokalizacją przekrojów dolinowych wprowadzonych do modelu Strawy
- Załącznik nr 3 – Mapa z lokalizacją priorytetowego zestawu działań minimalizujących podtopienia w krytycznej lokalizacji – rondo przy ulicach Wojska Polskiego/Łódzkiej/Polnej
- Załącznik nr 4 – Mapa z lokalizacją alternatywnego zestawu działań minimalizujących podtopienia w krytycznej lokalizacji – rondo przy ulicach Wojska Polskiego/Łódzkiej/Polnej
- Załącznik nr 5 – Mapa z lokalizacją działań wspomagających zmniejszających podtopienia w krytycznej lokalizacji – rondo przy ulicach Wojska Polskiego/Łódzkiej/Polnej
- Załącznik nr 6 – Mapa z lokalizacją działań dodatkowych minimalizujących podtopienia w innych lokalizacjach
- Załącznik nr 7 – Profile podłużne kanalizacji dla przebudowy/budowy kolektorów – działanie z zestawu priorytetowego

1. WSTĘP I ZAKRES PRAC

Niniejszy raport został sporządzony na podstawie umowy, zawartej w dniu 21 listopada 2023 roku pomiędzy Miastem Piotrków Trybunalski i firmą Arcadis Sp. z o.o., na wykonanie modelu hydrodynamicznego z koncepcją odwodnienia miasta Piotrkowa Trybunalskiego w zlewni Strawy na odcinku od autostrady A1 do ul. Cmentarnej.

Raport stanowi opisowe i graficzne podsumowanie przeprowadzonych analiz hydrologiczno – hydraulicznych.

Przedstawione w raporcie rozwiązania koncepcyjne bazują na symulacjach modelowych przeprowadzonych dla odcinka rzeki Strawy i sieci kanalizacji deszczowej z wylotami zlokalizowanymi na odcinku Strawy od autostrady A1 do ul. Cmentarnej.

Zakres przeprowadzonych prac obejmował:

- Dobór opadu miarodajnego do przeprowadzenia obliczeń modelowych;
- Wyznaczenie zlewni ciężących bezpośrednio do Strawy i zlewni kanalizacyjnych;
- Wykonanie modeli hydrologicznych typu opad-odpływ;
- Budowę modelu hydrodynamicznego odcinka rzeki Strawy od autostrady A1 do ul. Cmentarnej;
- Budowę modeli sieci kanalizacji deszczowej z wylotami zlokalizowanymi na odcinku Strawy od autostrady A1 do ul. Cmentarnej – 1D+2D (1D sieć kanalizacyjna i 2D rozplływ po powierzchni terenu);
- Wyznaczenie obszarów zagrożonych zalaniem od rzeki Strawy ($Q_{10\%}$ i $Q_{1\%}$) i podtopieniami na skutek wybić ze studzienek kanalizacyjnych ($Q_{10\%}$);
- Analizę dostępności terenu i możliwości zlokalizowania działań retencyjnych na Strawie;
- Wskazanie, na podstawie wyników modelowania, miejsc problemowych w tym krytycznej lokalizacji;
- Wariantową analizę rozwiązań koncepcyjnych minimalizujących potopienia przeprowadzoną na podstawie modelowania hydrodynamicznego;
- Priorytetyzację działań naprawczych;
- Analizę kosztów realizacji rozwiązań koncepcyjnych;
- Przygotowanie wykazu opinii i decyzji do pozyskania na etapie realizacji rozwiązań koncepcyjnych.

Należy zaznaczyć, że modele hydrauliczne nie zostały skalibrowane na dane pomiarowe, a ich dokładność odpowiada dokładności mapy zasadniczej oraz dokładności przeprowadzonych pomiarów koryta Strawy.

2. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

- Modele probabilistyczne opadów maksymalnych o określonym czasie trwania i prawdopodobieństwie przewyższenia – Projekt PMAOTP. IMGW PIB. 2022
- Baza Danych Obiektów Topograficznych BDOT 10k – GUGiK - geoportal.gov.pl
- Numeryczny Model Terenu - geoportal.gov.pl
- Ortofotomapa - geoportal.gov.pl
- Mapa zasadnicza miasta Piotrkowa Trybunalskiego – wersja cyfrowa dxf, pozyskana na potrzeby realizacji projektu.
- Regulacja rzeki Strawy. Projekt wykonawczy. Profile podłużne i przekroje poprzeczne. P.P.W. „Bioprojekt”. 2014.
- Koncepcja odprowadzenia wód opadowych z terenu miasta Piotrkowa Trybunalskiego (Aktualizacja). PWiK Sp. z o.o. 2017.
- Operaty wodnoprprawne na likwidację wylotów kanalizacyjnych i budowę wylotów kanalizacyjnych w rejonie ulicy Szerokiej, Wojska Polskiego i 1 Maja w Piotrkowie Trybunalskim. Maciej Jaśki. Marzec i lipiec 2019.
- Wykaz danych dotyczących separatorów ropopochodnych. Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta w Piotrkowie Trybunalskim.
- Przekrój poprzeczny wyregulowanego odcinka Strawy od ulicy 1 Maja w kierunku wiaduktu PKP: Przekrój poprzeczny II - II MA.pdf. Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta w Piotrkowie Trybunalskim.
- Mapa własności terenu przekazana przez Urząd Miasta w Piotrkowie Trybunalskim.
- Podstawy bezpiecznego wymiarowania odwodnień terenów. Kotowski, 2011.
- Aktualizacja metodyki obliczania przepływów i opadów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla zlewni kontrolowanych i niekontrolowanych oraz identyfikacji modeli transformacji opadu w odpływ. Stowarzyszenie Hydrologów Polskich. 2017.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r. w sprawie określenia metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych oraz planowanych kosztów robót budowlanych określonych w programie funkcjonalno-użytkowym, Dz.U. 2004 nr 130 poz. 1389;
- Wytyczne do projektowania elementów z betonu zgodnie z KPED.
- Katalog dobrych praktyk, cz. I – zasady zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi pochodzącymi z nawierzchniami pasów drogowych, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław 2021.
- Katalog dobrych praktyk, cz. II – zasady zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi na obszarze zabudowanym, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław 2021.
- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych wraz z ustaleniem zasad ich wdrażania, MGGP, Kraków, kwiecień 2018r.

3. OBLICZENIA HYDROLOGICZNE

3.1 OKREŚLENIE GRANIC ZLEWNI RZEKI STRAWY

Granice zlewni ciążących do Strawy zostały wyznaczone z wykorzystaniem narzędzia SCALGO. Jest to narzędzie do analiz przestrzennych, które wykorzystuje Numeryczny Model Terenu i umożliwia wyznaczenie ścieżek i kierunków spływu wód opadowych, tworząc jednocześnie granice zlewni cieków.



Rysunek 1. Przykład wyznaczania zlewni spływu powierzchniowego w SCALGO

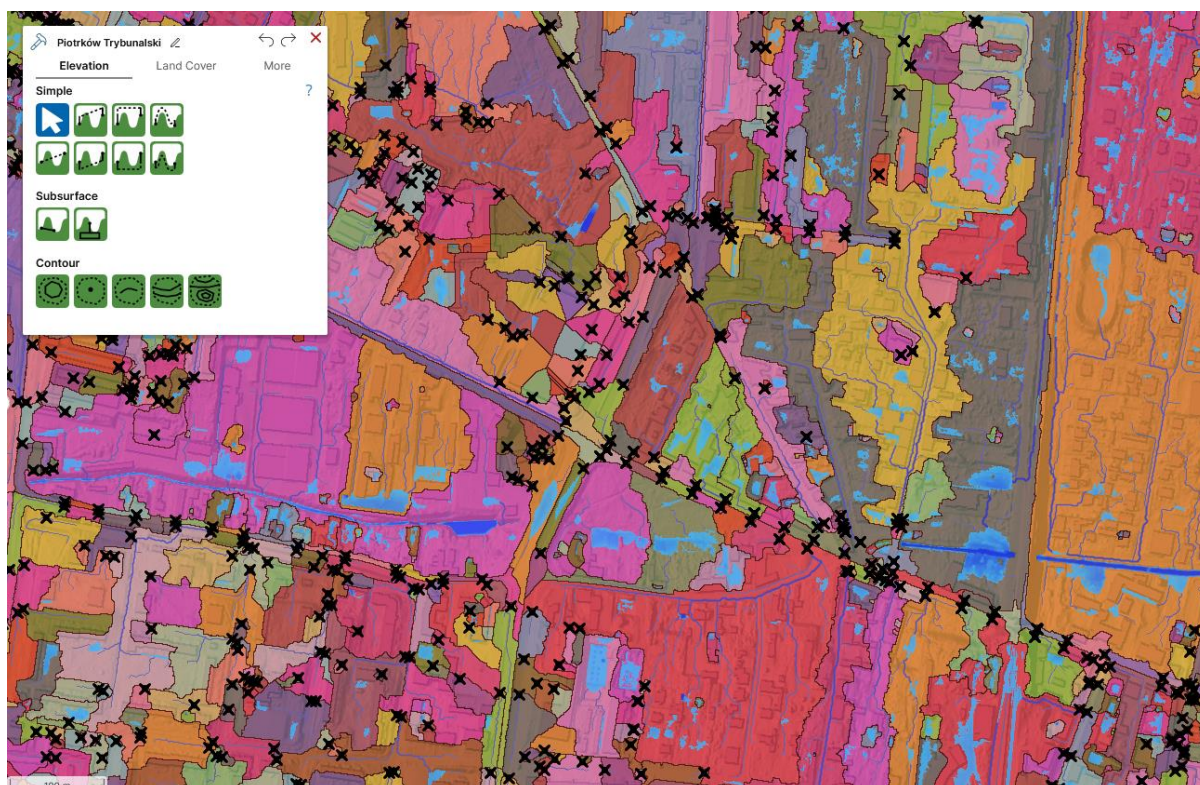
Ze zlewni wyznaczonych za pomocą analizy przestrzennej wycięte zostały zlewnie kanalizacyjne, uzyskując w efekcie zlewnie spływu powierzchniowego ciążące bezpośrednio do Strawy. Wody opadowe dopływające do rowów wylotami kanalizacyjnymi uwzględnione zostały poprzez wprowadzenie do modelu Strawy hydrogramów przepływów na wylotach kanalizacyjnych uzyskanych z modeli sieci kanalizacyjnych. W ten sposób uniknięto zdublowania odpływów pochodzących ze zlewni. Takie działanie umożliwia również uwzględnienie wpływu rozwiązań planowanych na sieciach takich jak budowa zbiornika na przepływy w rowach.

Wyznaczone zlewnie bezpośrednio ciążące do Strawy zostały zaprezentowane na załączniku 2 - Mapa zlewni ciążących bezpośrednio do Strawy i zlewni kanalizacyjnych wraz lokalizacją przekrojów dolinowych wprowadzonych do modelu Strawy.

3.2 OKREŚLENIE GRANIC ZLEWNI KANALIZACYJNYCH

Do wyznaczenia zlewni kanalizacyjnych również wykorzystano narzędzie SCALGO, jak w przypadku zlewni ciążących do Strawy. SCALGO umożliwia import kolektorów sieci kanalizacyjnej i kratek wpustowych. Poprzez wprowadzenie wokół kratki wpustowej buforowego zagłębienia w NMT możliwe było wyznaczenie ścieżek spływu skierowanych do danej kratki. Następnie na podstawie przebiegu ścieżek spływu SCALGO wyznacza granice zlewni ciążących do danej kratki wpustowej.

Na poniższym rysunku przedstawiono graficzny wygląd narzędzia SCALGO z wyznaczonymi zlewniami kanalizacyjnymi.



Rysunek 2. Zastosowanie SCALGO do wyznaczenia zlewni kanalizacyjnych

Wygenerowane zlewnie w programie SCALGO wyeksportowano do formatu SHP. Następnie sparowano łączeniem przestrzennym z wpustami (kratkami) metodą: 1 zlewnia -> 1 wpust i przypisano zlewni ID studzienki modelowanej.

W dalszym kroku sprawdzono topologię uzyskanych poligonów zlewni wg reguł: „nie mogą się nakładać” oraz „nie mogą mieć szczelin”.

Każdej zlewni przypisano współczynnik spływu w postaci średniej ważonej. Średnią ważoną wyznaczono poprzez przecięcie zlewni z poligonami BDOT, którym uprzednio przypisano wartości współczynników spływu w zależności od pokrycia terenu. Przyjęte współczynniki spływu zestawiono w poniższej tabeli.

Tabela 1. Przyjęte wartości współczynników spływu w zależności od rodzaju pokrycia terenu

KOD BDOT	Nazwa	Wartość współczynnika spływu
PTWP03	woda stojąca	0,99
PTZB01	zabudowa wielorodzinna	0,5
PTZB02	zabudowa jednorodzinna	0,3
PTZB03	zabudowa przemysłowo-składowa	0,45
PTZB04	zabudowa handlowo-usługowa	0,66
PTZB05	pozostała zabudowa	0,5
PTNZ02	teren przemysłowo-składowy	0,3
PTLZ01	las	0,05
PTLZ03	Zadrzewienia	0,1
PTRK02	krzewy	0,1
PTUT01	ogród działkowy	0,2
PTUT03	sad	0,15

KOD BDOT	Nazwa	Wartość współczynnika spływu
PTTR01	roślinność trawiasta	0,25
PTTR02	uprawa na gruntach ornych	0,4
PTKM01	teren pod drogą kołową	0,7
PTKM02	teren pod torowiskiem	0,4
PTPL01	plac	0,9
PTNZ01	teren pod urządzeniami technicznymi lub budowlami	0,25
PTNZ02	teren przemysłowo-składowy	0,30
brak	dachy	0,9

Mapa pokrycia terenu została uzupełniona o przebieg dróg z uwzględnieniem ich szerokości. Poszczególne współczynniki spływu na podstawie materiału nawierzchni przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 2 Przyjęte wartości współczynników spływu w zależności od rodzaju nawierzchni drogi

Materiał nawierzchni	Wartość współczynnika spływu
beton	0,8
bruk	0,75
grunt naturalny	0,8
kostka kamienna	0,8
kostka prefabrykowana	0,75
masa bitumiczna	0,85
płyty betonowe	0,7
stabilizacja żwirem lub żużlem	0,7
tłuczeń	0,1
żwir	0,15

Niezależnie od powyższych analiz opracowano warstwę poligonową budynków z mapy zasadniczej. Budynkom posiadającym odwodnienie (wpusty rynnowe) przypisano ID studzienki modelowanej. Dachy tych budynków potraktowano jako odrębne, małe zlewnie o współczynniku spływu 0,9.

Za pomocą opisaną wyżej metody wyznaczono 1591 zlewni cząstkowych. Zlewnie zostały zaprezentowane na załączniku 2 - Mapa zlewni ciążących bezpośrednio do Strawy i zlewni kanalizacyjnych wraz lokalizacją przekrojów dolinowych wprowadzonych do modelu Strawy.

3.3 DOBÓR OPADU MIARODAJNEGO

Opad 10%

Dla analizowanego odcinka Strawy oraz sieci kanalizacji opadowej przyjęto opad maksymalny o prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 10 lat (10%).

Zgodnie z normą PN-EN 752:2017 (Zewnętrzne systemy kanalizacyjne) dla obszarów miejskich zalecana częstość deszczu obliczeniowego dla obszaru miejskiego nie powinna być większa od częstości raz na 5 lat – prawdopodobieństwo 20%.

Biorąc pod uwagę postępujące zmiany klimatu oraz przewidywany wzrost częstości i intensywności występowania zjawisk ekstremalnych, w tym opadów oraz rodzaj analizowanego obszaru (centrum miasta) zdecydowano o zastosowaniu większego opadu o prawdopodobieństwie wystąpienia 10%.

Takie prawdopodobieństwo jest zalecane dla obiektów strategicznych czy podziemnych obiektów komunikacyjnych.

Prawdopodobieństwo wystąpienia opadu 10% jest aktualnie często stosowanym prawdopodobieństwem do wymiarowania rowów otwartych na terenach zabudowanych takich jak centra miast, tereny usług i przemysłu.

Przyjęcie jednego wspólnego opadu 10% dla cieku i sieci kanalizacyjnej wynika również z integracji modelu Strawy z modelami sieci kanalizacyjnych. Integracja polegająca na wymianie warunków brzegowych:

- wprowadzeniu do modelu cieku odpływów z kanalizacji (skupiony warunek brzegowy), czyli hietogramów przepływu uzyskanych w modelach kanalizacyjnych na wylotach sieci – kilometr od odpływu został wprowadzony zgodnie z rzeczywistą lokalizacją wylotu do cieku,
- wprowadzeniu do modeli kanalizacyjnych dolnych warunków brzegowych w postaci rzędnych zwierciadła wody uzyskanych w wyniku modelowania Strawy z wprowadzonymi zrzutami z kanalizacji – odwzorowano w ten sposób w modelach kanalizacyjnych zjawisko cofki z rzeki do kolektora.

Czas trwania opadu został wyznaczony jako dwukrotność czasu koncentracji terenowej. Czas koncentracji jest to parametr określający jak długo będzie przemieszczała się kropla wody z najdalszego pod względem hydraulicznym punktu zlewni do profilu obliczeniowego.

Czas trwania opadu = 2 x T_c (czas koncentracji liczony zgodnie ze wzorem Cartera)

- Wzór Cartera ważny dla zlewni o powierzchniach A < 20 km², z ciekami naturalnymi i częściowo uregulowanymi, o spadku i < 0,5%:

$$t_c = 0,09765 L^{0,6} i^{-0,3}, \text{ godz} \quad (3.21)$$

w którym:

- L** – długość drogi spływu wody od najdalszego punktu zlewni do przekroju obliczeniowego, przyjmowana jako suma długości cieku i długości linii dna suchej doliny, przedłużonej do granicy zlewni, w km,
- i** – spadek cieku między punktami ograniczającymi odcinek L.

Z uwagi na przyjęty sposób modelowania – integracja cieku z siecią kanalizacyjną oraz z uwagi na znaczny wpływ zrzutów z kanalizacji na poziom wody w Strawie na odcinku przepływającym przez centrum miasta jako długość drogi spływu wody przyjęto najdłuższy kolektor w modelowanym systemie kanalizacyjnym.

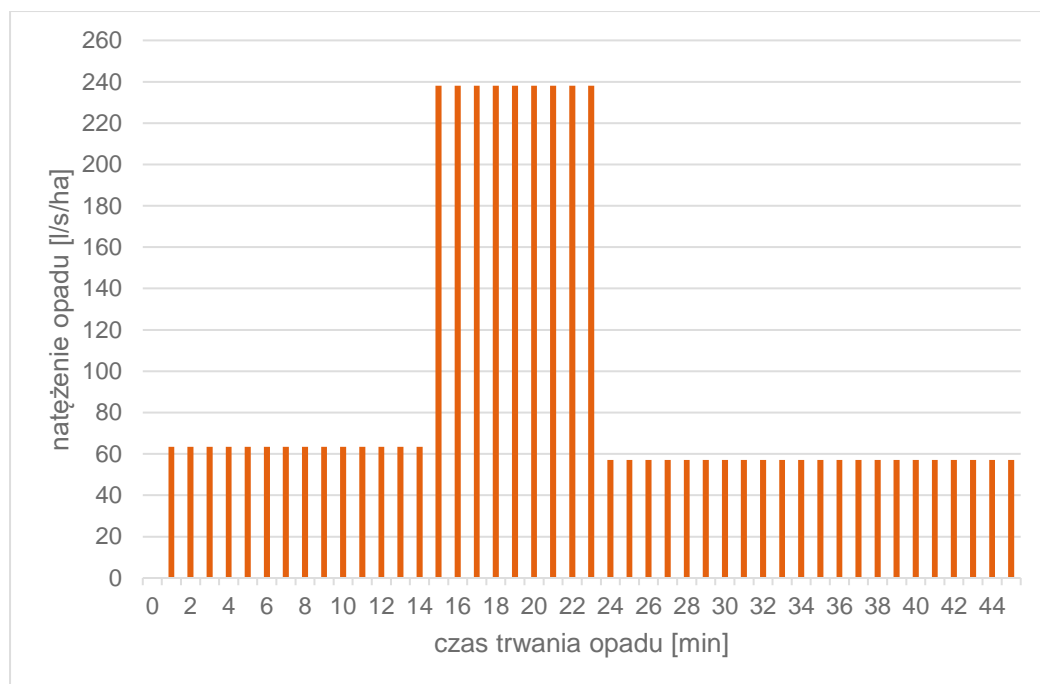
Obliczeniowy czas trwania opadu miarodajnego wynosi 45 minut.

Średnie natężenie deszczu o prawdopodobieństwie 10% i czasie trwania 45 minut zaczerpnięto z modelu probabilistycznego IMGW-PIB (Modele probabilistyczne opadów maksymalnych o określonym czasie trwania i prawdopodobieństwie przewyższenia – Projekt PMASTP. IMGW PIB. 2022). Dane IMGW bazują na 30 letnich ciągach pomiarowych z lat 1986 – 2015 dla 100 stacji opadowych. Jest to obecnie najlepsze źródło danych opadowych. Zweryfikowane dane opadowe dla poszczególnych stacji opadowych, równomiernie rozłożonych na obszarze całej Polski i jednocześnie reprezentatywnych dla lokalnych warunków meteorologicznych pozwalają na bezpieczniejsze projektowanie i modelowanie hydrodynamiczne przeciążeń w działaniu sieci kanalizacyjnych wraz z obiektami służącymi odwodnieniu terenów zurbanizowanych.

Zgodnie z danymi IMGW PIB średnie natężenie opadu 10% o czasie trwania 45 minut dla obszaru Piotrkowa Trybunalskiego wynosi 95,26 l/s/ha (suma opadu 25,72 mm).

W celu zasilenia modeli hydraulicznych falami wezbraniowymi (obliczenia modelowe wykonywano w ruchu nieustalonym) o kulminacji odpowiadającej przepływowi $Q_{10\%}$ sporządzono rozkład minutowy opadu w czasie – hietogram opadu. Do tego celu wykorzystano metodę zaproponowaną przez DVWK *Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau* (Niemiecki Związek Gospodarki Wodnej i Sztuki Budowlanej). Zgodnie z tą metodą przez pierwsze 30% czasu trwania opadu wystąpi 20% jego wysokości. Po czasie równym połowie trwania opadu pojawi się 50%, a pozostałe 30% całkowitego opadu wystąpi w drugiej połowie czasu trwania zjawiska.

Na poniższym rysunku zobrazowano hietogram opadu, którym obciążono zlewnie Strawy i zlewnie kanalizacyjne. Maksymalne natężenie opadu osiąga wartość 238 l/s/ha.

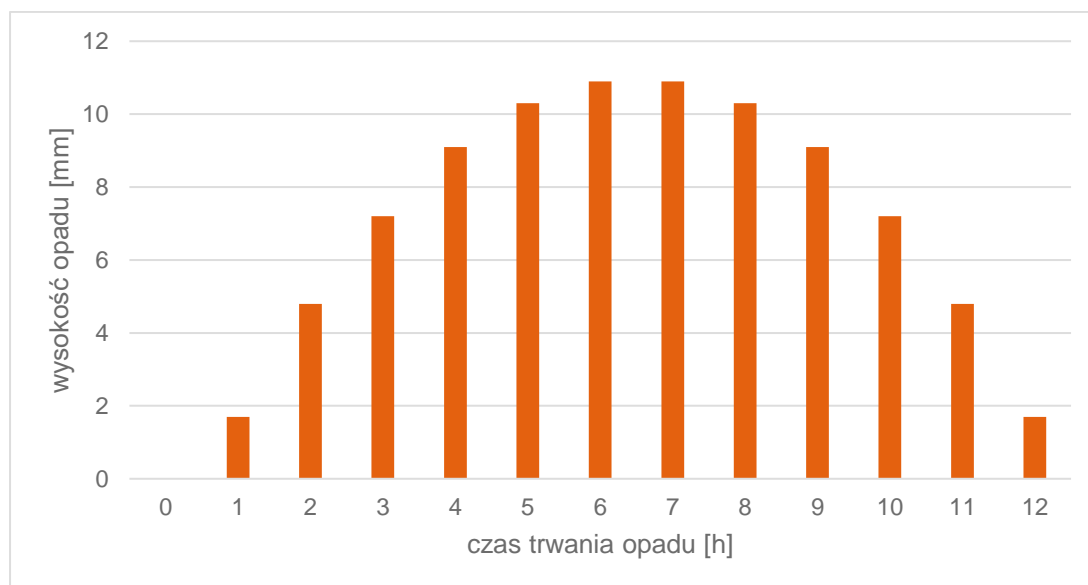


Rysunek 3. Hietogram opadu 10% o czasie trwania 45 minut

Opad 1%

W zakresie prac jest wyznaczenie zasięgu zalewu od rzeki Strawy dla przepływu $Q_{1\%}$ (prawdopodobieństwo wystąpienia raz na 100 lat). W związku z czym, wyznaczono hietogram opadu 1%. Z uwagi na to, że modelowanie przepływu 1% dotyczy tylko Strawy i nie jest połączone z modelowaniem kanalizacji zastosowano inne podejście do wyznaczenia hietogramu opadu 1%. Czas trwania opadu dobrano iteracyjnie wykonując serie obliczeń w modelu opad – odpływ. Za krytyczny czas trwania opadu, zgodnie z zaleceniami Stowarzyszenia Hydrologów Polskich, przyjęto czas trwania opadu wywołującego największy odpływ w zlewni. Obliczeniowy czas trwania opadu 1% wynosi 12 godzin.

Zgodnie z danymi IMGW PIB średnie natężenie opadu 1% o czasie trwania 12 godzin dla obszaru Piotrkowa Trybunalskiego wynosi 20 l/s/ha (suma opadu 88,04 mm). W celu uzyskania fal wezbraniowych, zlewnie Strawy zostały obciążone rozkładem opadu. Zastosowano rozkład beta, zaprezentowany poniżej.



Rysunek 4. Hietogram opadu 1% o czasie trwania 12 godzin

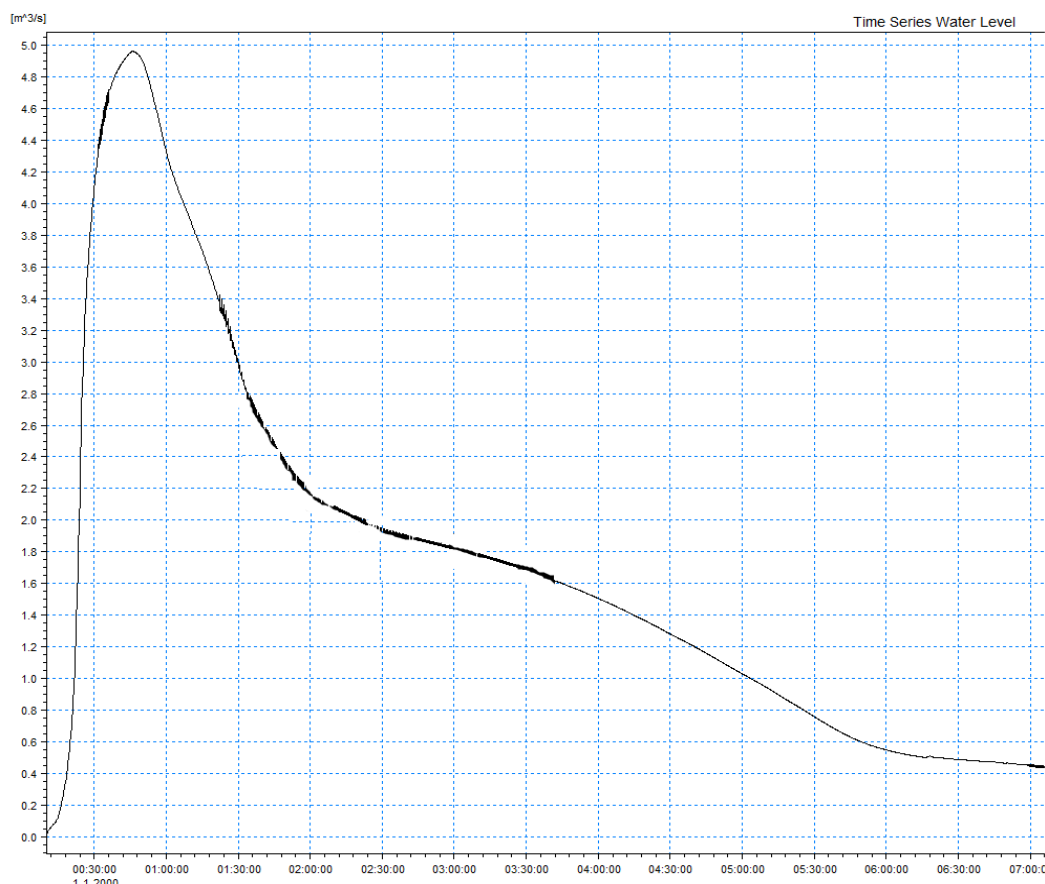
3.4 WIELKOŚĆ ODPŁYWU ZE ZLEWNI (MODELOWANIE HYDROLOGICZNE TYPU OPAD-ODPŁYW)

Do obliczeń odpływu z poszczególnych zlewni cząstkowych, ciężących bezpośrednio do Strawy i odpływu z poszczególnych zlewni kanalizacyjnych do sieci, wykorzystano modelowanie hydrologiczne typu opad – odpływ. Modele zasilono hietogramem opadu 10%, uzyskując w efekcie odpływy o kulminacji Q10%.

Model hydrologiczny opiera się na metodzie czas-powierzchnia (Time-Area). Odpływ z pojedynczej zlewni kontrolowany jest przez wartość początkowych strat opadów, powierzchnię obszarów nieprzepuszczalnych, stopień nieprzepuszczalności oraz ciągłą stratę hydrologiczną. Kształt wynikowego hydrogramu odpływu kontrolowany jest przez czas koncentracji w ramach zlewni oraz krzywą czas-powierzchnia. Te dwa parametry opisują reakcję zlewni wywołaną opadem deszczu na dynamikę i wielkość spływów deszczowych.

Odpływy ze zlewni cząstkowych wraz z odpływami z wylotów kanalizacyjnych, po wprowadzeniu do modelu hydraulicznego Strawy utworzyły fale wezbraniowe o kulminacji Q10%.

Falę wezbraniową o kulminacji Q10% w przekroju Strawy zlokalizowanym na wysokości ulicy 1 Maja zaprezentowano na poniższym rysunku.



Rysunek 5. Fala Q10% na wysokości ulicy 1 Maja (odcinek Strawy umocniony gabionami)

W przypadku przepływu Q1% falę wezbraniową na Strawie tworzą odpływy ze zlewni ciężących do Strawy. Z uwagi na to, że modelowanie przepływu Q1% na Strawie nie jest połączone z modelowaniem kanalizacji do wyznaczenia fal powodziowych na Strawie uwzględniono odpływy ze zlewni ciężących do Strawy bez wycinania ich powierzchni zlewniami kanalizacyjnym, czyli z całkowitej powierzchni terenu z kierunkiem spływu w stronę Strawy. W ten sposób uzyskano w wejściowym przekroju Strawy (autostrada A1) przepływ Q1 o kulminacji 8,3 m³/s, a w przekroju na wysokości mostu w ulicy 1 Maja – 12 m³/s.

4. MODELOWANIE HYDRODYNAMICZNE 1D+2D

4.1 RZKA STRAWA

Metodyka modelowania

Model hydrauliczny Strawy opracowany został w narzędziu MIKE 11 firmy DHI. Model ten służy do obliczeń przepływu wody w korytach otwartych na podstawie ruchu nieustalonego Saint Venant'a wykorzystującego prawa zachowania masy i pędu. Prawa te wyrażają się następującymi równaniami:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\delta \cdot \left(\alpha \cdot \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + g \cdot A \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{g \cdot Q \cdot |Q|}{C^2 \cdot A \cdot R} = 0$$

gdzie:

Q – natężenie przepływu wody [m^3/s],

A – powierzchnia czynna przepływu [m^2],

R – promień hydrauliczny [m],

q – dopływ boczny [m^3/s],

h – napełnienie w przyjętym układzie odniesienia [m],

C – współczynnik szorstkości wg Chezy,

α – współczynnik rozproszenia Saint Venant'a.

Powyższe równania wyprowadzone zostały przy następujących założeniach:

1. woda jest jednorodna pod względem fizycznym oraz nieściśliwa,
2. spadek dna jest mały a cosinus kąta jego nachylenia równa się 1,
3. kierunek przepływu wody jest równoległy,
4. pomijane są przyspieszenia pionowe,
5. ciśnienia ma rozkład liniowy,
6. przepływ wody jest nadkrytyczny.

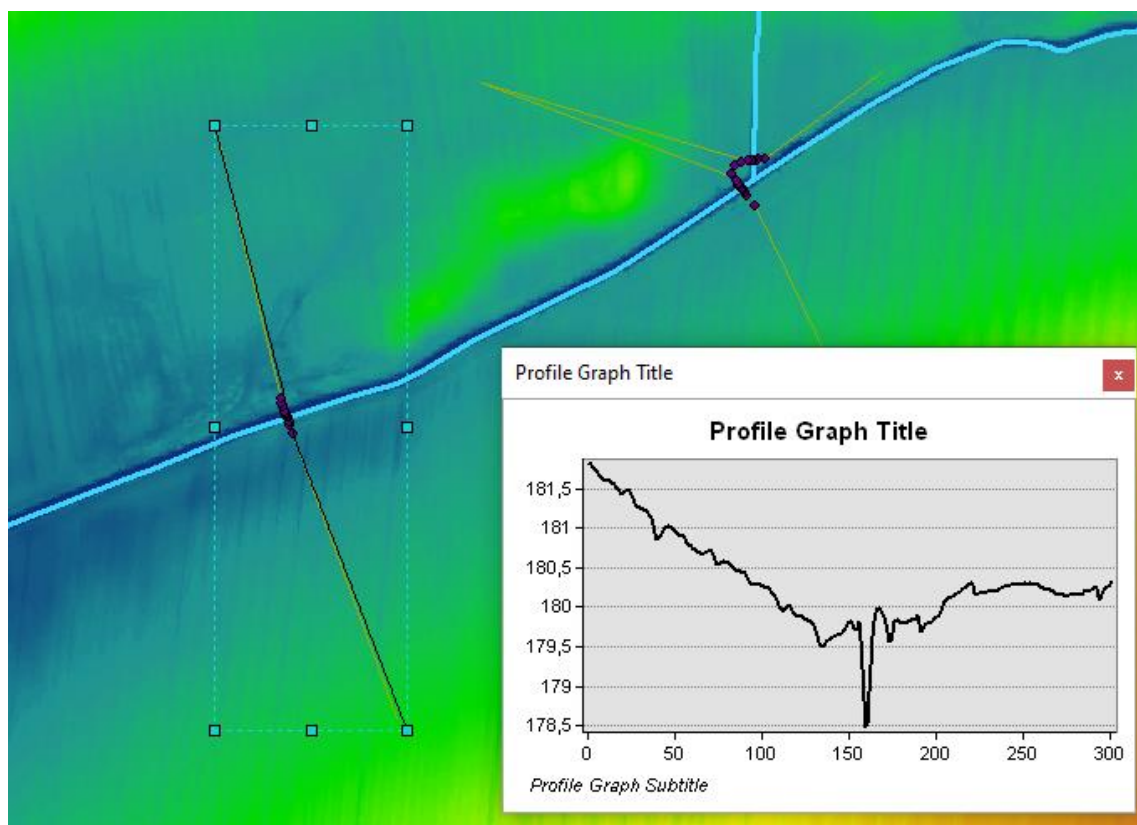
Transformacja równań Saint Venant'a realizowana jest w każdym kroku czasowym na schemacie obliczeniowym, który składa się z następujących po sobie kolejno punktów Q (przepływ) i h (stan wody). Równania rozwiązywane są metodą iteracyjną. Zwiększenie liczby iteracji powoduje wzrost dokładności obliczeń.

Opracowanie modelu hydraulicznego Strawy składało się z następujących etapów:

1. digitalizacja/definicja schematu sieci rzecznej,
2. wprowadzenie przekrojów poprzecznych koryt i teras zalewowych z danych pomiarowych i mapy zasadniczej,
3. wprowadzenie danych z pomiarów o obiektach inżynierskich znajdujących się na ciekach – mosty i przepusty,
4. ustalenie parametrów hydrodynamicznych i warunków brzegowych,
5. przeprowadzenie obliczeń symulacyjnych.

W celu zbudowania modelu Strawy przeprowadzono w terenie pomiary przekrojów poprzecznych koryta Strawy wraz z mostami i przepustami. Do modelu Strawy wprowadzono 67 przekrojów dolinowych i 21 przepustów/mostów. Lokalizację przekrojów dolinowych zaprezentowano na załączniku 2 - Mapa zlewni ciągnących bezpośrednio do Strawy i zlewni kanalizacyjnych wraz lokalizacją przekrojów dolinowych wprowadzonych do modelu Strawy.

Przekroje poprzeczne koryt pomierzone w terenie lub wygenerowane z mapy zasadniczej zostały uzupełnione o część dolinową (lewy i prawy brzeg) z Numerycznego Modelu Terenu (NMT). W ten sposób uzyskano w modelu odwzorowanie przekrojów dolinowych Strawy. Opisany sposób działania zaprezentowano na rysunku poniżej.

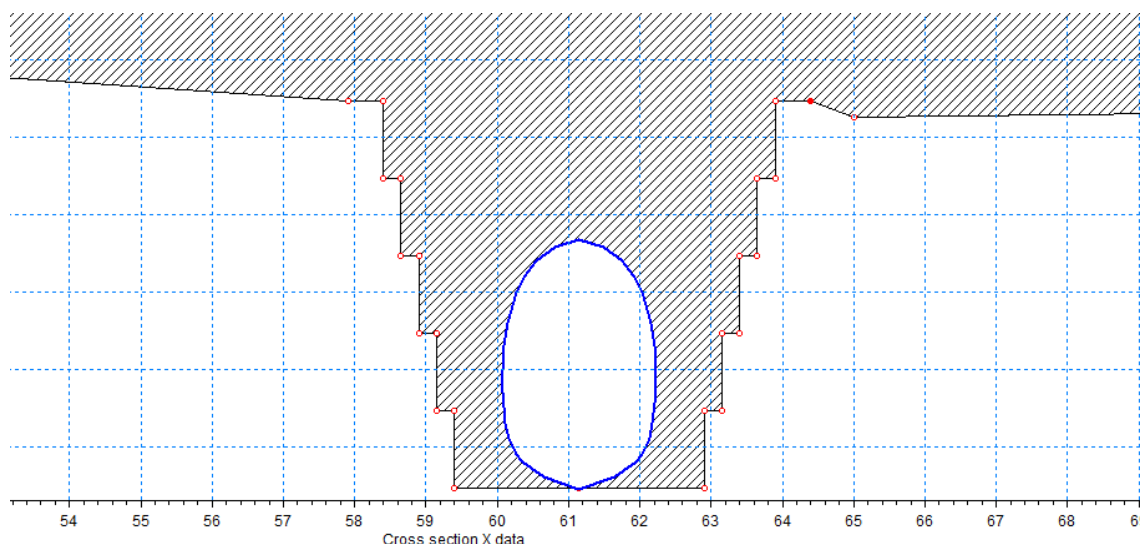


Rysunek 6. Generowanie przekrojów dolinowych z NMT z częścią korytową z pomiarów w terenie

Przykładowy przekrój dolinowy Strawy oraz przekrój w wprowadzonym przepustem zaprezentowano na poniższych rysunkach.



Rysunek 7. Przekrój poprzeczny na rzece Strawie – przykład



Rysunek 8. Przekrój poprzeczny przez koryto Strawy umocnione gabionami z wprowadzonym przepustem w ul. 1 Maja

Źródła obciążenia modelu Strawy

Model Strawy został obciążony odpływami ze zlewni ciężących bezpośrednio do cieku oraz odpływami z wylotów kanalizacji deszczowej zaimportowanych z modeli kanalizacyjnych.

4.2 KANALIZACJA DESZCZOWA Z ROZPŁYWEM POWIERZCHNIOWYM

Wektoryzacja i paszportyzacja sieci

Materiałem źródłowym do przeprowadzenia wektoryzacji i paszportyzacji sieci kanalizacji opadowej była mapa zasadnicza obszaru miasta udostępniona przez Urząd Miasta w Piotrkowie Trybunalskim na potrzeby realizacji niniejszego projektu.

Przed rozpoczęciem modelowania, sieci zostały doprowadzone do odpowiedniej struktury: węzły sieci zostały połączone odcinkami kolektorów.

Geometria sieci podziemnych odwzorowana jest w postaci węzłów i łączących je odcinków. Odcinki mogą reprezentować zarówno kolektory zamknięte jak też kanały otwarte. Węzły reprezentują zwykłe studnie i komory na trasie kolektora. W ramach węzła nie jest obliczany przepływ, a jedynie poziom wody, który wynika z bilansu dopływów do węzła. Z tego powodu wszystkie konstrukcje wymagające informacji o przepływie muszą być realizowane jako odcinki łączące dwa węzły.

Położenie sieci w pionie determinują rzędne zdefiniowane w węzłach oraz na początku i na końcu odcinków. Jeżeli rzędne na końcach odcinków nie są zdefiniowane przyjmuje się, że odcinek łączy rzędne dna obu studni na końcach. Jeżeli rzędne dla odcinka są zdefiniowane, oznacza to, że dno studni znajduje się na rzędnej zdefiniowanej dla studni, natomiast wlot do kolektora znajduje się na rzędnej zdefiniowanej dla kolektora.

Po etapie wektoryzacji sieci, przeprowadzony został proces paszportyzacji sieci poprzez nadanie odpowiednich atrybutów. W przypadku studzienek są to: rzędne dna studzienek, rzędna górna studzienki i średnica studzienki. W przypadku kolektorów są to: średnice kolektorów, rzędne początku i końca kanałów oraz rodzaj materiału, z którego wykonane zostały kanały.

Prace te zostały zrealizowane za pomocą oprogramowania GIS, które, w dużym uproszczeniu, jest bazą danych, z dodaną informacją o lokalizacji obiektów.

Obliczenia hydrauliczne

Modelowanie sieci deszczowych przeprowadzone zostało z zastosowaniem modułu Mike Urban CS (Collection Systems). Moduł ten implementuje równania Saint-Venanta dla przepływu jednowymiarowego, opisujące swobodny przepływ w rurach. Modelowanie części sieci pracujących pod ciśnieniem, przy pełnym napełnieniu jest również możliwe, przy użyciu koncepcji cienkiej szczeliny umieszczonej na szczycie przekroju zamkniętego rurociągu. Szczelina taka nie dodaje pola przekroju, lecz pozwala na podniesienie poziomu wody powyżej szczytu przekroju zamkniętego. Wszystkie elementy systemu, takie jak pompy, przelewy, zawory itp. jak również obiekty sterowane, które działają wg instrukcji sterowania, mogą być odwzorowane w tym module.

Wyniki modelowania hydrologicznego (odpływy ze zlewni kanalizacyjnych) stanowią obciążenie dla modelu hydraulicznego.

Modelowanie sieci kanalizacyjnych przeprowadzono dla sytuacji odzwierciedlającej poziom wody na odbiorniku odpowiadający przepływowi maksymalnemu o prawdopodobieństwie 10% oraz dla sytuacji z odpływem swobodnym – brak cofki ze Strawy do kolektorów sieci.

Modele kanalizacyjne nie zostały skalibrowane, a ich jakość odpowiada jakości pozyskanych danych dotyczących przebiegu kolektorów, lokalizacji studzienek oraz ich wysokościowego usytuowania i geometrii (mapa zasadnicza). Braki w danych zostały uzupełnione metodami interpolacyjnymi.

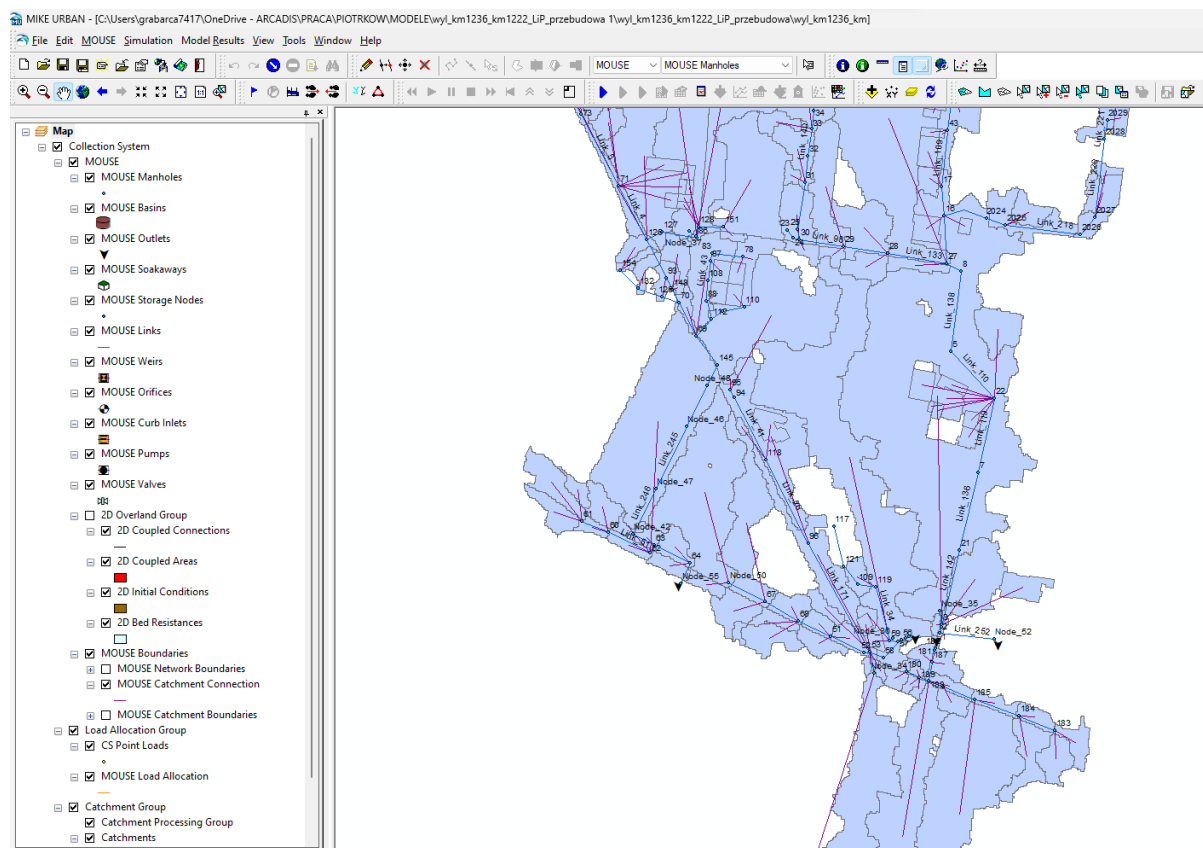
Rozpływ po powierzchni terenu (modelowanie 2D)

Modele hydrauliczne kanalizacji opadowej zostały połączone z numerycznym modelem terenu w celu przeprowadzenia modelowania dwuwymiarowego. Celem modelowania dwuwymiarowego jest wyznaczenia obszarów podtopień wywołanych przecięciem sieci i wybiciami wody ze studni kanalizacyjnych.

Przy systemach z przepływem grawitacyjnym istnieje możliwość dodania modelowania dwuwymiarowego, rozptywu po powierzchni terenu. Modelowanie jednowymiarowe odpowiada za przepływ medium w sieci przewodów zamkniętych. Kiedy woda w studzienkach wylewa, w rzeczywistości rozptywa się zgodnie ze spadkiem terenu. W modelu jednowymiarowym ciecz może wylać się ze studzienki, ale nie może nigdzie dalej odpłynąć. Można to osiągnąć łącząc model 1D z modelem 2D. W takiej konfiguracji model 1D odpowiada za przepływ w rurach, natomiast model 2D odpowiada za rozptyw po terenie.

Przeprowadzone modelowanie uwzględnia spływ powierzchniowy wywołany wybiciem wody ze studni kanalizacyjnych i powrót wody do kanalizacji.

Na poniższym rysunku zaprezentowano fragment struktury modelu MIKE Urban z wprowadzonymi zlewniami, kolektorami, studniami i wylotami kanalizacyjnymi.



Rysunek 9. MIKE Urban – wygląd okna programu

5. WYNIKI OBLICZEŃ MODELOWYCH DLA STANU OBECNEGO

5.1 ZASIĘGI ZALEWÓW OD RZEKI STRAWY

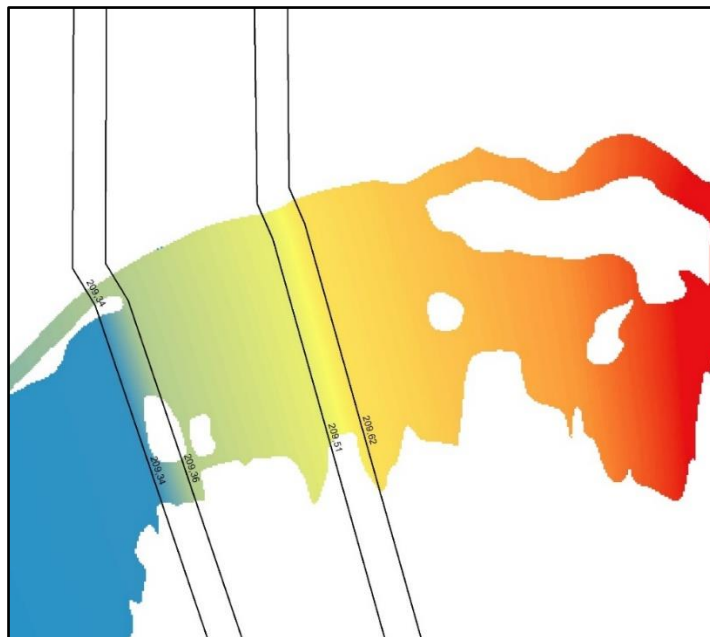
Efektom modelowania hydrodynamicznego odcinka Strawy są maksymalne rzędne zwierciadła wody dla przepływów 10% i 1%.

Wyniki modelowania stanowiły podstawę wyznaczania zasięgów zalewów od rzeki Strawy dla $Q_{10\%}$ i $Q_{1\%}$. Proces ten składał się z kilku etapów opisanych poniżej.

Generowanie rastra Numerycznego Modelu Powierzchni Wody (NMPW)

Z modelu jednowymiarowego MIKE 11 wyniki uzyskuje się w postaci rzędnych zwierciadła wody w przekrojach obliczeniowych, które poddaje się dalszej obróbce celem uzyskania rastra NMPW, tj.: procesowi triangulacji (model TIN) z konwersją do rastra.

Rastry NMPW tworzy się dla koryta głównego oraz dla teras zalewowych. Rastry tworzy się osobno na podstawie rzędnych zw. wody w przekrojach w korycie głównym oraz w przekrojach zlokalizowanych na terasach zalewowych.



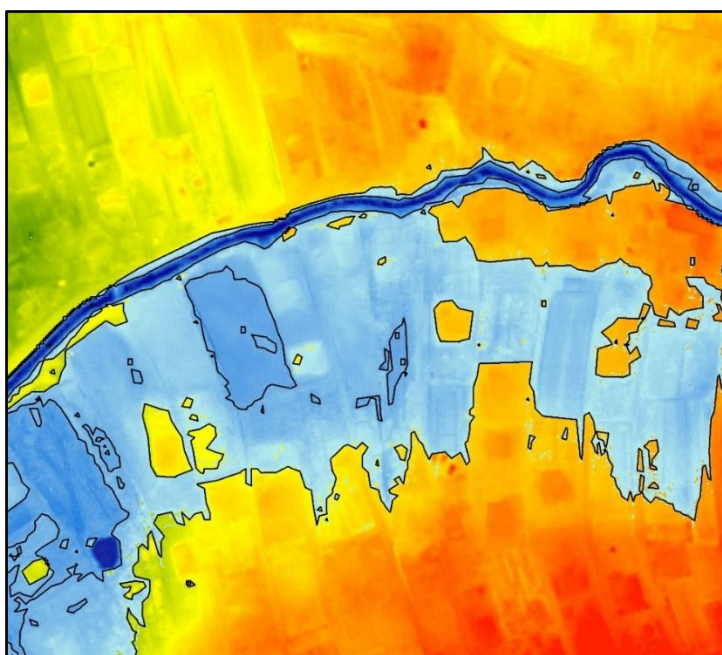
Rysunek 10. Przykładowy raster numerycznego modelu powierzchni wody (NMPW) z zaznaczonymi przekrojami (wraz z rzędnymi zwierciadła wody w przekrojach, wynikającymi z modelowania)

Generowanie rastra głębokości wody

Raster głębokości wody powstaje jako różnica między NMPW a NMT.

Warstwa poligonowa – Zasięg zalewu

Kolejnym krokiem jest konwersja rastra głębokości wody (po zewnętrznych granicach poszczególnych klas głębokości) do postaci wektorowej. W ten sposób, z zastosowaniem wstępnego algorytmu wygładzania krawędzi, uzyskuje się poligony głębokości. Zewnętrzna obwiednia tych poligonów stanowi granicę obszaru zagrożenia powodziowego.



Rysunek 11. Poligony z zasięgiem zalewu

Wygenerowane zasięgi zalewów dla Q10% i Q1% na analizowanym odcinku Strawy wskazują na znaczne zalanie terenu w przypadku wystąpienia powodzi 1% (raz na 100 lat) i na niewielkie podtopienia terenów zabudowanych wodą o prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 10 lat.

Zasięgi zalewów dla Q10% i Q1% przedstawiono na załączniku 1 - Mapa z obszarami zagrożonymi zalaniem od rzeki Strawy i podtopieniami od sieci kanalizacji deszczowej wraz z rozkładem napełnień sieci kanalizacji deszczowej – stan obecny

5.2 NAPEŁNIENIA KOLEKTORÓW I STUDNI SIECI KANALIZACYJNYCH WRAZ Z OBSZARAMI PODTOPIEŃ

Jako bezpośrednie wyniki z modelu sieci kanalizacyjnych otrzymuje się wysokość linii energii wody w węzłach sieci oraz przepływy i rzędne dla kolektorów w funkcji czasu. W celu ułatwienia interpretacji, na tej podstawie zostały wygenerowane następujące informacje pochodne:

- maksymalne w czasie napełnienie dla każdego odcinka kolektora,
- maksymalna w czasie różnica pomiędzy poziomem wody w węźle, a poziomem gruntu.

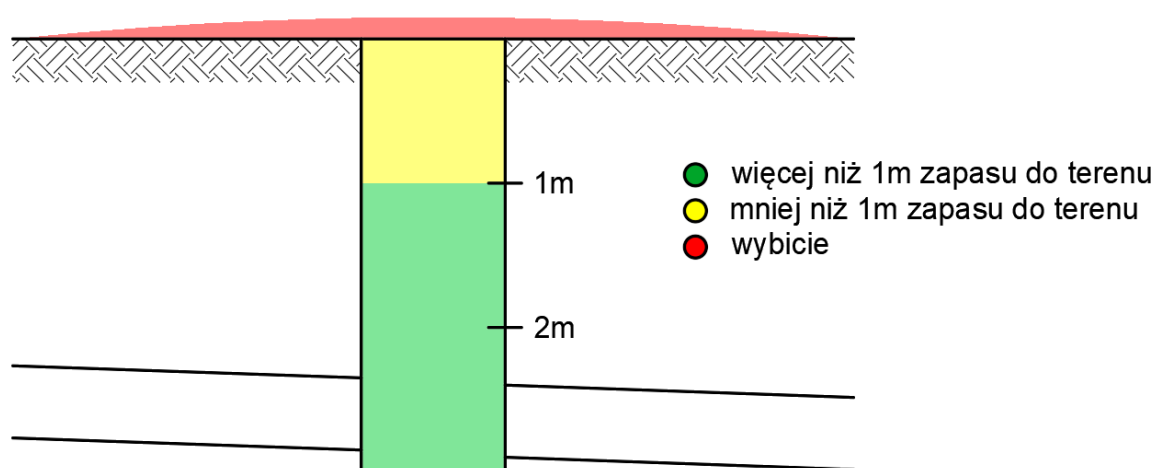
Przeprowadzone modelowanie sieci kanalizacyjnych wskazuje, że prawie 90% kolektorów ulega przeciążeniu na skutek zasilenia sieci opadem 10%.

W odniesieniu do studzienek kanalizacyjnych wyniki modelowania, dla stanu obecnego z uwzględnieniem cofki do sieci od Strawy, wskazują na stosunkowo niewielki udział studzienek zagrożonych wybiciem w odniesieniu do wszystkich zamodelowanych studni kanalizacyjnych – 24%.

Rozkład procentowy napełnienia studzienek przedstawia się następująco:

- 24% studzienek zagrożonych wybiciem
- 45% studzienek, w których zapas do rzędnej terenu jest mniejszy niż 1 m
- 31% studzienek, w których zapas do rzędnej terenu jest większy niż 1 m

Na poniższym rysunku zobrazowano klasy napełnienia studzienek.



Rysunek 12. Klasy napełnienia studzienki kanalizacyjnej

Efektem modelowania sieci kanalizacyjnych w modelu 1D+2D są również obszary które mogą ulec podtopieniu na skutek wybić wody ze studni kanalizacyjnych. Przeprowadzone modelowanie wskazuje na wystąpienie podtopień terenu, z czego najbardziej rozległy obszar zlokalizowany jest przy rondzie w ulicach Wojska Polskiego, Łódzkiej i Polnej, czyli na tzw. „ryneczku”.

Opisaną sytuację obrazuje mapa napętnienia kolektorów i studzienek wraz z obszarami podtopień zamieszczona w załączniku 1 - Mapa z obszarami zagrożonymi zalaniem od rzeki Strawy i podtopieniami od sieci kanalizacji deszczowej wraz z rozkładem napętnień sieci kanalizacji deszczowej – stan obecny.

6. ANALIZA MIEJSC PROBLEMOWYCH

Podstawą do wskazania miejsc problemowych dla których należy rozważyć podjęcie działań naprawczych są wyniki modelowania Strawy i sieci kanalizacyjnej dla opadu 10% (przepływu 10%).

Dla wszystkich opisanych w rozdziałach 6.1 i 6.2 miejsc problemowych zaproponowano działania naprawcze opisane w rozdziałach 8 i 9.

6.1 MIEJSCE PROBLEMOWE – KRYTYCZNA LOKALIZACJA

Przeprowadzone modelowanie potwierdza sytuację, która ma miejsce w Piotrkowie Trybunalskim podczas intensywnych opadów deszczu, czyli podtopienie okolic ronda w skrzyżowaniu ulic Wojska Polskiego, Łódzkiej i Polnej, tzw. „rynieczone”. Jest to lokalizacja krytyczna z punktu widzenia zagrożenia podtopieniami, gdzie należy podjąć działania naprawcze.

Krytyczną lokalizację przedstawia poniższy rysunek.



Rysunek 13. Miejsce problemowe – krytyczna lokalizacja: rondo w ciągu ulic Wojska Polskiego, Łódzkiej i Polnej

Wyniki modelowania hydrodynamicznego wskazują kombinację kilku czynników powodującą problem podtopienia „rynieczone”:

- wysoki poziom wody w Strawie i cofki w kolektory kanalizacyjne na odcinku koryta umocnionym gabionami;
- ukształtowanie terenu miasta z obustronnym nachyleniem obszarów nieprzepuszczalnych w stronę osi drenażu, czyli doliny Strawy;

- koncentryczny układ sieci kanalizacji deszczowej z wylotami skierowanymi na odcinku umocnionym gabionami;
- powierzchniowe spływy deszczowe - za małą przepustowość wpustów kanalizacyjnych w stosunku do napływów wody ze zlewni (za małą liczbą kratek, odwodnień liniowych w okolicy „ryneczku”) – ilość napływającej wody jest większa niż możliwości odbioru przez system kanalizacyjny;
- płytko ułożona kanalizacja z wylotem do Strawy na odcinku umocnionym gabionami – w okolicy „ryneczku” zlokalizowanych jest 54 wpustów i studni kanalizacyjnych, których górna rzędna jest niższa niż brzegowy poziom wody w Strawie na odcinku umocnionym gabionami (198,20m n.p.m.);
- za małą przepustowość kolektorów w stosunku do ilości wody ze zlewni – wyniki scenariusza modelowania sieci kanalizacyjnej w którym założono swobodny odpływ do sieci (brak efektu cofki ze Strawy) również wskazują na wybicia i podtopienie „ryneczku” (obszar objęty podtopieniem jest nieznacznie mniejszy i podtopienia są płytsze niż w scenariuszu modelowania z uwzględnieniem cofki od Strawy).

Przyczyną wysokiego poziomu wody na Strawie na odcinku umocnionym gabionami są duże ilości wody dopływającej zarurowanym odcinkiem koryta oraz dwoma wylotami DN1000 (wylot zlokalizowany przy parkingu w ul. 1 Maja i pod mostem w ul. 1 Maja) oraz brak swobodnego odpływu wód w dół Strawy. Na brak swobodnego odpływu w dół Strawy wpływają trzy czynniki:

- za małe światło mostu w ulicy 1 Maja;
- mały spadek dna koryta Strawy poniżej mostu 1 Maja w stronę torów kolejowych (sytuację poprawi częściowo już wykonana (grudzień 2023) regulacja koryta przez Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta);
- prostopadle skierowany wylot DN1000 zlokalizowany pod mostem 1 Maja spowalniający dodatkowo prędkość odpływu wód.

Podczas przepływu pod mostem strumień wody z prostopadle skierowanych wylotów kanalizacji deszczowej łączy się ze strumieniem wody płynącym korytem. Sytuacja ta powoduje obniżenie prędkości strumienia wody i powstawanie wirów, które powodują dodatkowe straty energii, podnosząc tym samym rzędną wody powyżej mostu, potrzebną do pokonania strat energii przy przepływie pod mostem. Szczególne znaczenie ma tutaj wylot kolektora DN1000, wylot DN300 ma mniejsze znaczenie z uwagi na relatywnie niewielkie ilości dopływające.

6.2 POZOSTAŁE MIEJSCA PROBLEMOWE

Miejsca podtopienia zabudowań wodą 10% od rzeki Strawy

Poza krytyczną lokalizacją jako miejsca problemowe należy wskazać te obszary, gdzie zasięg zalewu Q10% od Strawy obejmuje tereny zabudowane.

Są to trzy następujące lokalizacje:

- prawy i lewy brzeg Strawy powyżej przepustu w ulicy Źródlanej
- prawy i lewy brzeg Strawy powyżej przepustu pod rondem w ciągu ulic Kostromska i Polna
- prawy brzeg Strawy na odcinku poniżej ronda ul. Kostromska/Polna i powyżej Alei Armii Krajowej

Pozostałe miejsca problemowe przedstawiono na poniższych rysunkach.



Rysunek 14. Miejsce problemowe (pozostałe lokalizacje): odcinek Strawy powyżej przepustu w ul. Źródlanej



Rysunek 15. Miejsce problemowe (pozostałe lokalizacje): odcinek Strawy powyżej ronda w ulicach Kostromska i Polna

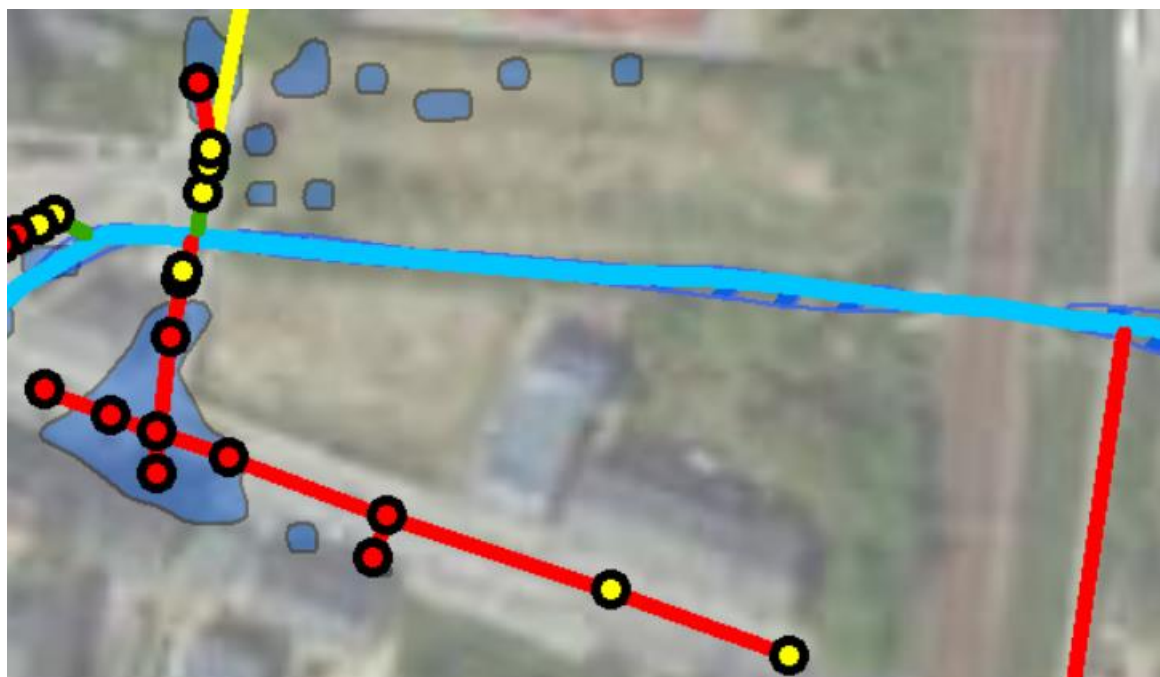


Rysunek 16. Miejsce problemowe (pozostałe lokalizacje): odcinek Strawy pomiędzy rondem ul. Kostromska/Polna i Aleją Armii Krajowej

Miejsce podtopienia na skutek wybić ze studni kanalizacyjnych na kolektorze DN300 z wylotem zlokalizowanym pod mostem w ulicy 1 Maja

Poza krytyczną lokalizacją miejscem problemowym, gdzie przyczyną podtopień jest zbyt mała przepustowość kolektorów kanalizacyjnych (z uwagi na duży spływ powierzchniowy ze zlewni ciągnącej do zlewni drogowej od południa) wskazano kolektor DN300 w ul. Wojska Polskiego na wschód od ronda. Miejsce to zostało wskazane do podjęcia działań naprawczych z uwagi na bezpośrednie sąsiedztwo z krytyczną lokalizacją.

Opisane miejsce przedstawiono na poniższym rysunku.



Rysunek 17. Miejsce problemowe (pozostałe lokalizacje): kanalizacja DN300 z wylotem pod mostem w ul. 1 Maja

Pozostałe miejsca podtopień na skutek wybić ze studni kanalizacyjnych

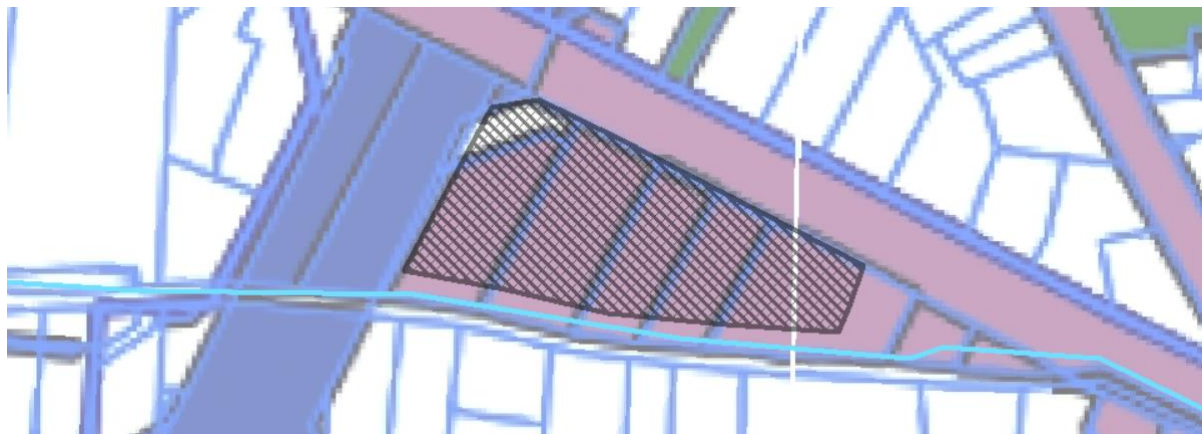
Przeprowadzone modelowanie sieci kanalizacji opadowej na terenie Piotrkowa Trybunalskiego wskazuje na możliwość wystąpienia podtopień na skutek wybić ze studzienek kanalizacyjnych przy opadzie o prawdopodobieństwie przewyższenia 10% również w innych lokalizacjach niż wskazana krytyczna lokalizacja (tzw. „ryneczek”) i kolektor DN300. Wyznaczone obszary podtopień, zaprezentowane na mapie w załączniku 1 wskazują, że są to niewielkie podtopienia. Dodatkowo w większości przypadków ich głębokość nie przekracza 50 cm. Z uwagi na to, że sieć kanalizacyjna została obciążona bezpieczniejszym, większym opadem 10% oraz z uwagi na brak zgłoszeń

wystąpienia problemów w czasie historycznych ulew, miejsca te, nie zostały wskazane jako miejsca problemowe. Zaleca się natomiast zwrócenie uwagi na wyniki modelowania sieci kanalizacji deszczowej podczas sporządzania planów rozbudowy/przebudowy sieci kanalizacyjnej.

7. ANALIZA OBSZARÓW MOGĄCYCH POLEPSZYĆ WARUNKI RETENCJI KORYTOWEJ W OBRĘBIE RZEKI STRAWY

Po szczegółowej analizie terenu, otrzymano dwie lokalizacje, które spełniają wymagania co do możliwości lokalizacji nowych działań retencyjnych, pod kątem wielkości obszaru, jego własności i aktualnego zagospodarowania.

Pierwsza z lokalizacji mieści się w zasięgu skweru Michała Rawity Witanowskiego, który obecnie zagospodarowany jest jako teren zielony. Na poniższym wycinku mapy z własnościami gruntu czarną szrafurą zaznaczony został obszar, na którym proponuje się wykonanie polderu zalewowego. Tereny zaznaczone kolorem niebieskim reprezentują własność Powiatu, czerwonym Gminy, a zielonym Skarbu Państwa. Jak można zauważyć całość tego obszaru jest własnością Gminy M. Piotrków Trybunalski.



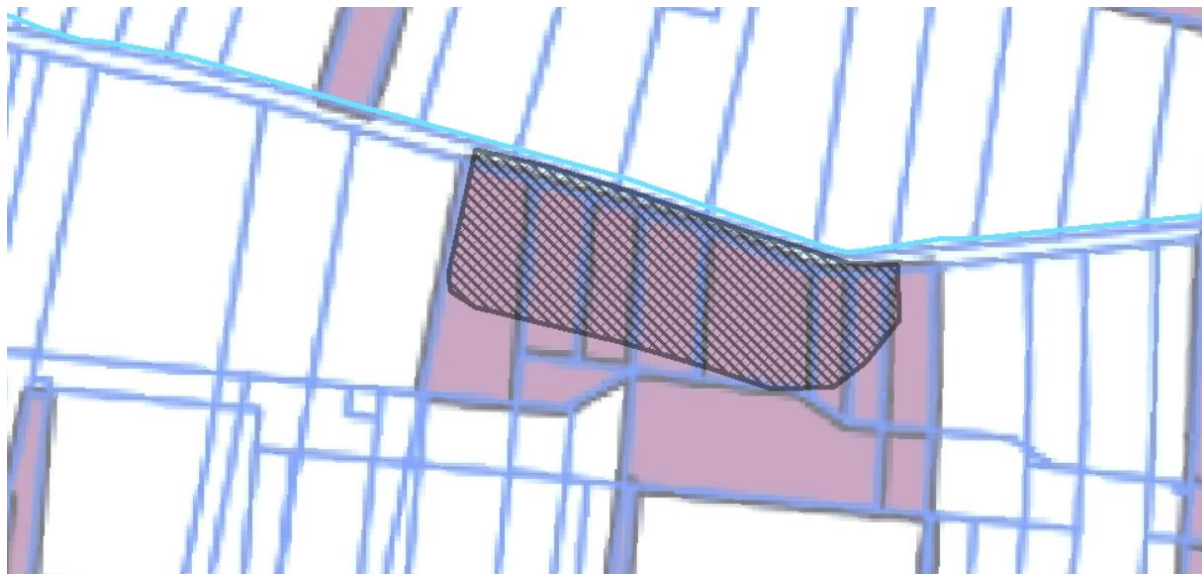
Rysunek 18. Lokalizacja polderu zalewowego (na skwerze Michała Rawity Witanowskiego) na podkładzie mapy z własnościami

Na kolejnym rysunku przedstawiony został analizowany teren na podkładzie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, z którego bezpośrednio wynika, że przeznaczenie tego obszaru zostało określone jako zieleń urządzona (ZP) i ciągi komunikacyjne (KP).



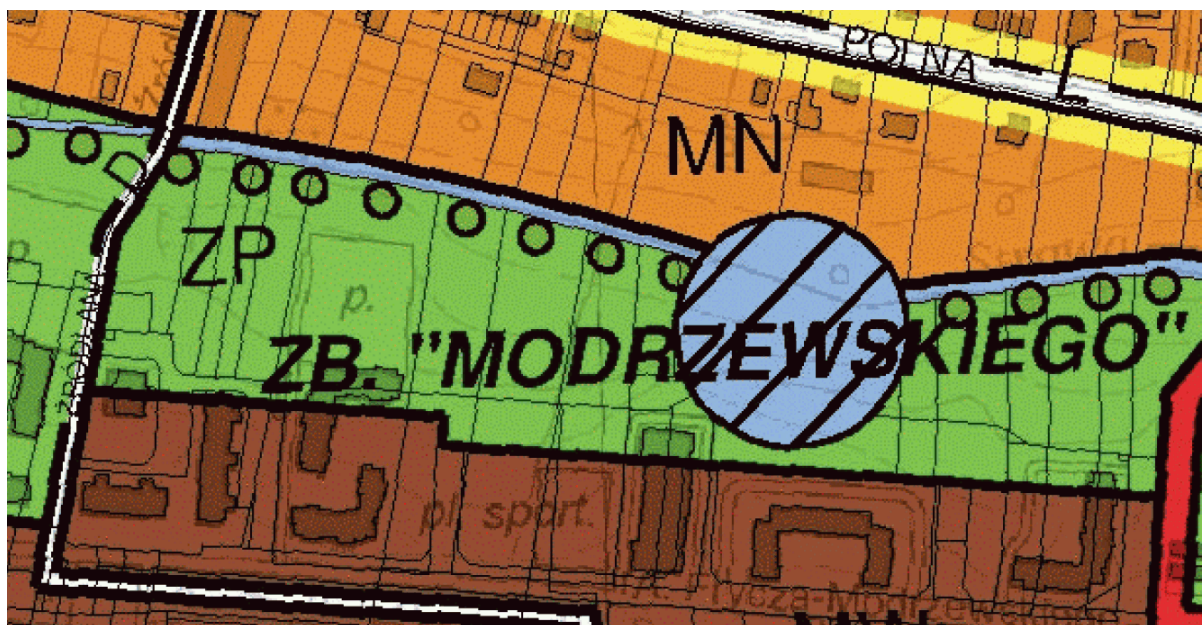
Rysunek 19. Lokalizacja polderu zalewowego (na skwerze Michała Rawity Witanowskiego) na podkładzie mpzp

Druga lokalizacja spełniająca wymagania znajduje się pomiędzy ulicą Kostromską i Źródlaną. Jest w całości położona na terenie działek gminnych, co przedstawia poniższy rysunek.



Rysunek 20. Lokalizacja polderu zalewowego (pomiędzy ulicą Kostromską i Źródlaną) na podkładzie mapy z własnościami

Analizując przeznaczenie tego terenu na podstawie studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego określono na nim teren pod zielenią urządzonej (ZP). W ramach dokumentu, na tym obszarze zaplanowano zbiornik, który miałby być wykonany w ramach projektu „Małej Retencji”, tzw. Zb. Modrzewskiego.



Rysunek 21. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego na obszarze proponowanego polderu zalewowego (pomiędzy ulicą Kostromską i Źródlaną).

Pozostałe dostępne tereny będące własnością państwową mają niewystarczające wymiary lub znajdują się w miejscu, w którym według modelu nie będzie skuteczności obniżenia fali powodziowej.

Analiza efektywności budowy polderu/zbiornika pomiędzy ulicą Kostromską i Źródłana

W drugiej lokalizacji jako działanie retencyjne, którego celem jest obniżenie poziomu wody na odcinku Strawy umocnionym gabionami, poprzez przechwycenie i zretencjonowanie części wody w okresie wezbrań, rozważano budowę polderu zalewowego. Na obszarze tym mógłby powstać polder zalewowy lub przepływowy zbiornik retencyjny z uwagi na dostępność terenu pod budowę takiej inwestycji. Przeprowadzona analiza hydrologiczno-hydrauliczna wykazała natomiast, że potencjalna budowa polderu zalewowego (lub też zbiornika retencyjnego) w tym miejscu, nie rozwiąże problemu powstawania podtopień w krytycznej lokalizacji. Największe dopływy wód opadowych Strawa przyjmuje już na odcinku zurbanizowanym Piotrkowa Trybunalskiego, na wschód od Al. Concordii (wyloty kanalizacji deszczowej, spływy powierzchniowe) a nie w górnej części zlewni, użytkowanej głównie jako tereny rolne i nieużytki. Tak więc fala wezbraniowa na Strawie przybiera znacznie już poniżej potencjalnej lokalizacji polderu i jego budowa w tym miejscu nie spowoduje wystarczającego obniżenia poziomu wody w krytycznej lokalizacji. Modelowanie wykazało, że polder obniży poziom wody zaledwie o 10 cm na odcinku Strawy umocnionym gabionami. Dodatkowo modelowanie hydrologiczne pokazuje, że kulminacyjne dopływy do Strawy z systemów kanalizacyjnych występują wcześniej niż przejście fali kulminacyjnej na Strawie – woda szybciej spływa kolektorami do Strawy niż dopływa z górnych zlewni Strawy. Jest to najbardziej prawdopodobny scenariusz hydrologiczny przy którym redukcja fali dopływającej z górnej zlewni Strawy, poprzez działanie zbiornika, nie wpłynie na obniżenie poziomu wody w Strawie poniżej ronda w ciągu ulic Kostromska i Polna. Poziom wody poniżej ronda jest determinowany kulminacyjnymi zrzutami z kanalizacji, a nie przepływem kulminacyjnym w Strawie. Z kolei w scenariuszu hydrologicznym, zakładającym nakładanie się fal dopływających kanalizacją z falą w Strawie, uzyskano, w wyniku działania zbiornika, około 10 cm redukcję poziomu wody w krytycznej lokalizacji. Jest to za mały efekt w stosunku do kosztów budowy polderu/zbiornika.

8. WARIANTOWA ANALIZA ROZWIĄZAŃ DLA KRYTYCZNEJ LOKALIZACJI – OKOLICE RONDA W UL. WOJSKA POLSKIEGO/ŁÓDZKIEJ/POLNEJ

W rozdziale 8.1 przedstawiono zestaw działań mających na celu zminimalizowane podtopień w krytycznej lokalizacji, który Wykonawca rekomenduje jako zestaw priorytetowy z uwagi na najlepsze efekty i najmniejszy koszt realizacji.

Jako alternatywę, w rozdziale 8.2, przedstawiono inny zestaw działań który również, zgodnie z wynikami modelowania, eliminuje problem zalewania „ryneczku”, jednak jest to wariant droższy inwestycyjnie i mniej efektywny w działaniu (obniżenie poziomu wody na Strawie na odcinku umocnionym gabionami).

W rozdziale 8.3 przedstawiono działania wspomagające które mogą zostać zrealizowane dodatkowo w celu uzyskania większego bezpieczeństwa w krytycznej lokalizacji.

8.1 PRIORYTETOWY ZESTAW DZIAŁAŃ DLA KRYTYCZNEJ LOKALIZACJI

W niniejszym rozdziale przedstawiony został priorytetowy zestaw działań mających na celu zminimalizowane podtopień w krytycznej lokalizacji. Lokalizację działań zamieszczono na mapie w załączniku 3 - Mapa z lokalizacją priorytetowego zestawu działań minimalizujących podtopienia w krytycznej lokalizacji – rondo przy ulicach Wojska Polskiego/Łódzkiej/Polnej.

Należy zaznaczyć, że wszystkie opisane działania są działaniami równorzędnymi i przeprowadzone modelowanie dla opadu 10% wskazuje, że realizacja wszystkich działań eliminuje problem zalewania „ryneczku”.

Modelowanie priorytetowego zestawu działań zostało przeprowadzone z uwzględnieniem wykonania regulacji koryta Strawy zgodnie z planami Zarządu Dróg i Utrzymania Miasta w Piotrkowie Trybunalskim. W grudniu Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta wykonał regulację koryta Strawy na 23m odcinku poniżej mostu w ulicy 1 Maja. Zgodnie z przekazanymi informacjami zostanie wykonana regulacja koryta do torów kolejowych zachowując ten sam przekrój jak dla regulacji wykonanej w grudniu (przekrój poprzeczny II - II MA.pdf). Dno zostanie wyprofilowane zgodnie z profilem pochodzącym z projektu wykonawczego „Regulacja rzeki Strawy” autorstwa P.P.W „BIOPROJEKT” z roku 2014. Do modelu, na odcinku Strawy, od ulicy 1 Maja do torów kolejowych wprowadzono przekroje zgodnie z przekrojem typowym przekazanym przez Zarządu Dróg i Utrzymania Miasta i rzędne dna zgodnie z profilem z projektu wykonawczego P.P.W „BIOPROJEKT”.

8.1.1. Wykaz działań wchodzących w skład zestawu priorytetowego wraz z opisem

Tabela 3. Priorytetowy zestaw działań dla krytycznej lokalizacji

Lp.	Typ działania	Nr zadania	Zakres prac	Jednostka [m, m ³ , szt.]	Parametry objętość/długość
1	Budowa odwodnienia liniowego	1KDO	Wykonanie odwodnienia liniowego z polimerobetonu (korytka z żeliwnym przykryciem)	m	319
2	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej DN300	2KDB	Przebudowa kolektora na DN500	m	137
3	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej	2KDB	Budowa kolektora DN800	m	20
4	Przebudowa kanalizacji deszczowej DN600	2KDB	Przebudowa kolektora na DN800	m	314
5	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej	2KDB	Budowa kolektora DN1000	m	199
6	Przebudowa kanalizacji deszczowej DN300	2KDB	Przebudowa kolektora na DN1200	m	35
7	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej	2KDB	Budowa kolektora DN1200	m	44
8	Usunięcie kanalizacji deszczowej	3KDU	Usunięcie istniejącej kanalizacji na potrzeby przebudowy	m	488
9	Usunięcie niepotrzebnych odcinków kanalizacji deszczowej	3KDL	Likwidacja odcinkowa kanalizacji deszczowej	m	68
10	Budowa/przebudowa studni	4KDS	Przebudowa/budowa studni DN1000	szt.	9
11	Budowa/przebudowa studni	4KDS	Przebudowa/budowa studni DN1600	szt.	6
12	Budowa/przebudowa studni	4KDS	Przebudowa/budowa studni DN1800	szt.	1
13	Budowa separatora lamelowego z osadnikiem DN2000	5KDS	Budowa separatora lamelowego z osadnikiem DN2000	szt.	1
14	Wykonanie wylotu kanalizacji deszczowej DN1000 z betonu C30/3/ (B30)	6WKD	Wykonanie wylotu kanalizacji deszczowej DN1000 z betonu C30/3/ (B30)	szt.	1
15	Likwidacja istniejącego wylotu	6WKDL	Likwidacja/zabezpieczanie istniejącego wylotu DN1000	szt.	1
16	Budowa suchego zbiornika/polderu	NZB_1	Budowa polderu zalewowego	m ³	9500
17	Przebudowa kanalizacji sanitarnej - kolizja z kan. sanitarną DN800	7KSB	Przebudowa/budowa kanalizacji sanitarnej DN800	m	189
18	Przebudowa studni na kanalizacji sanitarnej - kolizja	7KSS	Przebudowa/budowa studni DN1500	szt.	4
19	Przebudowa kanalizacji sanitarnej - kolizja z kan. sanitarną DN300	8KSB	Przebudowa/budowa kanalizacji sanitarnej DN300	m	58
20	Przebudowa studni na kanalizacji sanitarnej - kolizja	8KSS	Przebudowa/budowa studni DN1000	szt.	2

1KDO – budowa odwodnienia liniowego.

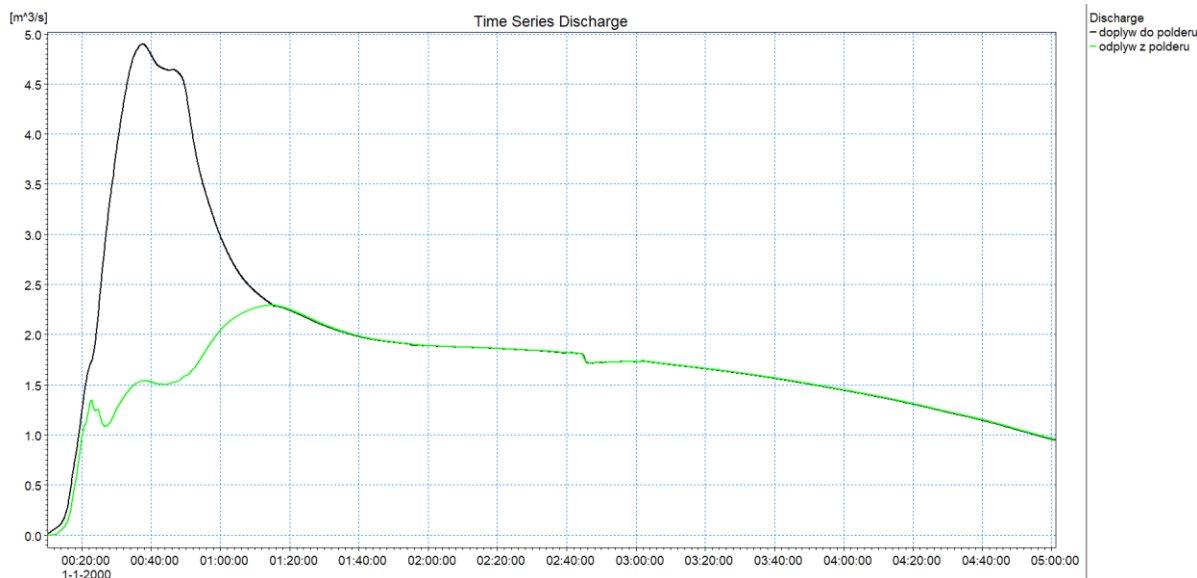
Zaleca się budowę odwodnienia liniowego i/lub dodatkowych wpustów ulicznych we wskazanych lokalizacjach. Przeprowadzona analiza kierunków ścieżek spływu powierzchniowego w oprogramowaniu SCALGO wykazała, że powierzchnie zlewni odwadniane poprzez pojedyncze kratki wpustowe są w większości znacznie większe niż maksymalna zalecana powierzchnia zlewni - 400 m². - przypadająca na jedną kratkę wpustową. Jest to spowodowane faktem, iż teren nachylony jest obustronnie w kierunku osi przepływu – koryta Strawy. W czasie opadów następuje spływ z terenu przyległego, nieposiadającego odwodnienia, na obszary posiadające odwodnienie (np. drogi). Rzeczywiste powierzchnie zlewni odwadnianych a tym samym spływ powierzchniowy jest większy niż możliwości przepustowe krater wlotowych na terenach odwadnianych (przyjmuje się, że przepustowość kratki wpustowej wynosi od 10 do 20 dm³/s). Proponuje się zatem działanie polegające na „opasaniu” krytycznej lokalizacji dodatkowymi odwodnieniami liniowymi i/lub wpustami w celu zwiększenia możliwości przechwytywania spływu powierzchniowego ze zlewni. Dodatkowe odwodnienie sugeruje się włączyć poprzez przykanaliki DN200 do najbliższych kolektorów zbiorczych w drogach.

NZB 1 – budowa polderu na skwerze im. Michała Rawity Witanowskiego

Kluczowym działaniem z punktu widzenia wyeliminowania zalewania lokalizacji krytycznej jest zredukowanie przepływów kulminacyjnych dopływających korytem rzeki Strawy. W tym celu proponuje się budowę suchego zbiornika retencyjnego (polderu zalewowego), który będzie miał za zadanie retencjonować nadwyżkę wody w okresach jej nadmiaru i oddawać ją w okresach niedoboru powodując wyrównanie przepływów ekstremalnych maksymalnych i minimalnych w korycie. Najdogodniejsze do lokalizacji takiego przedsięwzięcia z punktu widzenia efektywności działań jest miejsce bezpośrednio powyżej punktu krytycznego, najbardziej narażonego na podtopienia i zalewy. U zbiegu ulic Wojska Polskiego oraz Armii Krajowej znajduje się skwer im. Michała Rawity Witanowskiego, który jest miejscem spełniającym to kryterium. Wymaga to zmiany użytkowania terenu i przekształcenia skweru w polder zalewowy, ponieważ będzie to zbiornik otwarty. Budowa zbiornika zamkniętego byłaby kosztowna, a teren nad zbiornikiem ze względów dopuszczalnych obciążeń i tak musiałby pozostać niezabudowany, a więc jego użytkowanie ograniczone. Dodatkowym atutem budowy zbiornika otwartego jest oddziaływanie na mikroklimat otoczenia i schładzanie temperatury powietrza w okresie letnim, gdy będzie wypełniony wodą oraz poprawa aspektów ekologicznych i walorów wizualnych otoczenia. Przez pozostałą część roku zbiornik będzie suchy (przynajmniej w części poza przegłębieniami dna) i może być miejscem rekreacji dla mieszkańców np. jako park wodny czy skatepark. Objętość użytkowa zbiornika retencyjnego biorąc pod uwagę powierzchnię dostępnego terenu i przyjętą średnią głębokość użytkową na poziomie 2 m wynosić będzie ok 9500 m³ i może być nieco inna (większa lub mniejsza) w zależności od sposobu ukształtowania dna (jego zagospodarowania) oraz nachylenia skarp (przyjęto 1:4).

Strawa w stanie istniejącym na tym odcinku przebiega na południe od Skweru i zamknięta jest w podziemny kanał o wymiarach 1460/2400 mm. W obliczeniach przyjęto przelew na polder na rzędnej 196,63 która wyznacza 60% napełnienia kanału Strawy w tym miejscu. W czasie trwania deszczu o prawdopodobieństwie przewyższenia 10% i czasie trwania 45 min przepływ maksymalny na polder wynosi 3,4 m³/s (objętość dopływu w czasie zadanego epizodu opadowego wyniosła ok.5800 m³). Parametry przelewu na polder powinny zatem być tak dobrane, aby osiągać przytoczoną wielkość przepustowości. Urządzenie regulujące odpływ powinno mieć wydatek awaryjny pozwalający na opróżnienie polderu z większym wydatkiem niż założony dopływ w analizowanym scenariuszu w celu przepuszczenia wody kontrolnej dla odpowiedniej klasy budowli hydrotechnicznej, określonej na etapie projektu technicznego (czyli wydatek przelewu awaryjnego powinien wynosić więcej niż 3,4 m³/s).

Do polderu, od strony ul. Wojska Polskie planuje się włączenie nowego odcinka kanalizacji z wylotem DN1200 w celu dalszego zabezpieczenia krytycznej lokalizacji przed wysokimi przepływami.



Rysunek 22. Efekt pracy polderu zalewowego dla $Q_{10\%}$ (na skwerze Michała Rawity Witanowskiego)

2KDB – budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej – ul. Łódzka, Przeskok, Wojska Polskiego

Zaleca się przebudowę kanalizacji deszczowej w ul. Łódzkiej, włączającej się do Strawy na odcinku umocnionym gabionami. Przebudowa ta polega na skierowaniu wód spływających kanalizacją z górnej części zlewni kanalizacyjnej do polderu zalewowego poprzez zabudowę rurociągu w ul. Przeskok a następnie fragmentem w ul. Wojska Polskiego. Odcinek istniejący DN600 w skrzyżowaniu ul. Łódzkiej i ul. Przeskok powinien zostać zlikwidowany, w celu przekierowania całości wód z górnej części zlewni planowanym ciągiem kanalizacyjnym w ul. Przeskok do polderu zalewowego. Odcinek istniejący kanalizacji w ul. Łódzkiej ma średnicę DN600 i duży spadek wynoszący 1% i więcej – przepustowość dla rury DN600 przy takim spadku to nawet $0,64 \text{ m}^3/\text{s}$, a modelowanie hydrauliczne wykazało, że odcinek ten jest przeciążony i następuje wybiecie wody na powierzchnię terenu. Dlatego sugeruje się przebudowę średnicy z DN600 na DN800 na odcinku 315 m od skrzyżowania ul. Łódzkiej z ul. Przeskok (w górę ul. Łódzkiej).

Założono, że nowy odcinek kanalizacji w ul. Przeskok będzie miał spadek 0,2% a odcinek w ul. Wojska Polskiego spadek taki jak istniejący kolektor w tym miejscu (0,5-0,8%). Konieczność przyjęcia mniejszego niż istniejący spadek kanalizacji w ul. Łódzkiej wynika z potrzeby włączenia się do polderu zalewowego przy jednoczesnym zachowaniu minimalnego dopuszczalnego naziomu 1 m. Ponieważ założono mniejszy niż istniejący spadek, średnica planowanego kolektora będzie wynosi DN1000 w ul. Przeskok na długości 165 m oraz DN1200 na długości 80 m w ul. Wojska Polskiego. Zaplanowano, że rzędna wylotu do polderu będzie wynosić 196,83. Na wylocie powinna znajdować się kłapa zwrotna zapobiegająca cofaniu się wody z polderu do kanalizacji oraz bezpośrednio przed wylotem separator o maksymalnej przepustowości 1600 l/s z osadnikiem.

Odcinek istniejący kanalizacji w ul. Wojska Polskiego poniżej planowanego wylotu do polderu także powinien być przebudowany na większą średnicę z uwagi na jego zbyt małą przepustowość. Istniejąca średnica w tym miejscu to DN300, proponuje się przebudowę na DN500 na długości ok. 140 m od studni o koordynatach X-5698538,40 Y-7408219,60 do studni, w której następuje połączenie ciągów w ul. Wojska Polskiego z kanalizacją w ul. Łódzkiej, czyli X-5698478,43 Y-7408342,32. Odcinek istniejący DN300 od studni X-5698555,25 Y-7408186,44 do studni X-5698538,40 Y-7408219,60 powinien być usunięty/zamulony, aby całość wód opadowych spływających nowym odcinkiem w ul. Łódzkiej skierować na polder.

Celem proponowanych działań jest likwidacja wybieć wody z kanalizacji deszczowej przy założonym obciążeniu opadem 10% o czasie trwania 45 min (bezpieczny scenariusz projektowy). Nie jest nim natomiast doprowadzenie do sytuacji bezciśnieniowej pracy kanalizacji grawitacyjnej w tym scenariuszu. Taki wariant przebudowy obejmowałby swoim zakresem znacznie dłuższe odcinki sieci

oraz powodowałyby konieczność zastosowania bardzo dużych średnic kanalizacji. Takie działanie byłoby nieuzasadnione ekonomicznie oraz powodowałoby liczne problemy wykonawcze z związku z kolizjami z pozostałym uzbrojeniem terenu przy budowie tak dużych średnic kanalizacji.

2KDB –przebudowa wylotu kanalizacji deszczowej w ul. 1 Maja

Wylot kanalizacji pod mostem w ul. 1 Maja należy przebudować poprzez budowę nowego odcinka kanalizacji DN1000, założono wylot na wschód od istniejącej lokalizacji. Istniejący układ podczyszczania może zostać zachowany bez zmian, ponieważ założono, że odejście kolektora w kierunku wschodnim, do nowego wylotu będzie zaczynać się w studni za układem podczyszczania.

8.1.2. Uzasadnienie wyboru działań do zestawu priorytetowego i jego rekomendacji

Na podtopienia w krytycznej lokalizacji Piotrkowa Trybunalskiego (tzw. „ryneczek”) ma wpływ kilka powiązanych ze sobą czynników wymienionych w rozdziale 6.1. Powoduje to konieczność zastosowania działań zaradczych w kilku lokalizacjach na terenie miasta. Zaproponowane działania współgrają ze sobą i stanowią dla siebie wzajemne uzupełnienie. Działanie tylko w jednym miejscu np. poprzez budowę polderu zalewowego w miejscu istniejącego skweru im. Michała Rawity Witanowskiego nie rozwiąże w całości problemu występowania podtopień, choć przeprowadzona analiza hydrologiczno-hydrauliczna wskazuje, że jest to kluczowa inwestycja mająca największy wpływ. Problemem z jakim zmaga się Piotrków Trybunalski po intensywnych opadach deszczu jest zbyt duża ilość wody w stosunku do możliwości odprowadzenia jej przez kanalizację deszczową a następnie rzekę Strawę poza obszar zurbanizowany. Jest to częste zjawisko występujące w miastach. Dodatkowo, szybkie odprowadzenie wód deszczowych z terenu miasta do Strawy a następnie rzeką jest przesuwaniem zagrożenia powodziowego do terenów położonych w dalszym jej biegu, poza granicami miasta. Naturalne w tym wypadku powinno być skierowanie działań przede wszystkim w stronę retencji z jednoczesną przebudową i budową kolektorów deszczowych, aby szybko odprowadzić wodę z ulic i osiedli w miejsce, gdzie może być tymczasowo zatrzymana w zlewni.

Po wybudowaniu polderu zalewowego na rzece Strawie w miejscu istniejącego skweru im. Michała Rawity Witanowskiego należy przebudować kanalizację deszczową i przekierować wody z górnej części zlewni kanalizacji w ul. Łódzkiej na ww. polder (poprzez zabudowę nowego rurociągu w ul. Przeskok). Dopływ wód istniejącym wylotem DN1000 się zmniejszy w związku z tym nie zachodzi potrzeba przebudowy wylotu kanalizacji, której wylot zlokalizowany jest przy parkingu pomiędzy ulicami 1 Maja a Szeroką. Przeniesienie wylotu DN300 włączającego się pod mostem od strony południowej (od ul. Wojska Polskiego) należy uznać za mało efektywne działanie z uwagi na małą średnicę, a więc niewielki dopływ wód opadowo-roztopowych. Inaczej ma się sytuacja w przypadku wylotu DN1000 włączającego się pod mostem w ul. 1 Maja od strony północnej, aby ograniczyć efekt spowolnienia przepływu wód a tym samym wzrostu napęnienia Strawy wylot ten należy przebudować poprzez położenie go bardziej na wschód, poza most.

Wyniki modelowania dla opadu 10% - efekty priorytetowego zestawu działań

Przeprowadzone modelowanie dla opadu 10% wskazuje, że realizując priorytetowy zestaw działań możliwe jest obniżenie poziomu wody na odcinku Strawy umocnionym gabionami o około 60 cm, a tym samym znaczne zmniejszenie poziomu cofki ze Strawy do systemu kanalizacyjnego.

Modelowanie wykazało, że taka redukcja poziomu wody na Strawie łącznie z realizacją przebudowy kolektorów i budowy dodatkowych odwodnień liniowych lub wpustów kanalizacyjnych pozwoli na pracę systemu odwodnieniowego bez wybić wody na powierzchnię terenu w obszarze „ryneczek” dla opadu 10%. W wyniku modelowania zestawu działań priorytetowych uzyskano około 30 cm zapas między poziomem wody a poziomem terenu w najniższej położonej studni kanalizacyjnej.

Modelowanie wykazało, że korzystny efekt budowy polderu w postaci obniżenia poziomu wody na Strawie i zmniejszenia zasięgów zalewu dla Q10% utrzymuje się również w dolnym odcinku Strawy do ulicy Cmentarnej (około 30 cm obniżenie zwierciadła wody).

Modelowanie wykazało również, że odpływ wody z zarurowanego odcinka Strawy do polderu pozwoli zmniejszyć piętrzenie wody w zarurowanym odcinku i na wysokości piaskownika o około 1 m, co przekłada się na zmniejszenie zasięgów zalewu na około 300 m odcinka Strawy powyżej piaskownika, eliminując tym samym podtopienia terenów zabudowanych wodą Q10%.

8.2 ALTERNATYWNY ZESTAW DZIAŁAŃ DLA KRYTYCZNEJ LOKALIZACJI

W niniejszym rozdziale przedstawiony został alternatywny zestaw działań mających na celu wyeliminowanie podtopień w krytycznej lokalizacji. Lokalizację działań zamieszczono na mapie w załączniku 4 - Mapa z lokalizacją alternatywnego zestawu działań minimalizujących podtopienia w krytycznej lokalizacji – rondo przy ulicach Wojska Polskiego/Łódzkiej/Polnej.

Modelowanie alternatywnego zestawu działań zostało przeprowadzone z uwzględnieniem wykonania regulacji koryta Strawy zgodnie z planami Zarządu Dróg i Utrzymania Miasta w Piotrkowie Trybunalskim. W grudniu Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta wykonał regulację koryta Strawy na odcinku 23 m poniżej mostu w ulicy 1 Maja. Zgodnie z przekazanymi informacjami w przyszłości zostanie wykonana regulacja koryta do torów kolejowych zachowując ten sam przekrój jak dla regulacji wykonanej w grudniu (przekrój poprzeczny II - II MA.pdf). Dno zostanie wyprofilowane zgodnie z profilem pochodzącym z projektu wykonawczego „Regulacja rzeki Strawy” autorstwa P.P.W „BIOPROJEKT” z roku 2014. Do modelu, na odcinku Strawy, od ulicy 1 Maja do torów kolejowych wprowadzono przekroje zgodnie z przekrojem typowym przekazanym przez Zarządu Dróg i Utrzymania Miasta i rzędne dna zgodnie z profilem z projektu wykonawczego P.P.W „BIOPROJEKT”.

8.2.1. Wykaz działań wchodzących w skład zestawu alternatywnego wraz z opisem

Tabela 4. Alternatywny zestaw działań dla krytycznej lokalizacji

Lp.	Typ działania	Nr zadania	Zakres prac	Jednostka [m, m ³ , szt., kpl.]	Parametry objętość/długość
1	Budowa odwodnienia liniowego	1KDO	Wykonanie odwodnienia liniowego z polimerobetonu (korytka z żeliwnym przykryciem)	m	319
2	Budowa rurociągu tłocznego	1KDT_A	Budowa rurociągu tłocznego DN150, Q=40l/s, v=2.26m/s	m	31
3	Budowa rurociągu tłocznego	2KDT_A	Budowa rurociągu tłocznego DN200, Q=60l/s, v=2.80m/s	m	20
4	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej	2KDB_A	Budowa kolektora DN300 z regulatorem przepływu Q=40l/s	m	6
5	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej DN300	2KDB_A	Przebudowa kolektora na DN500	m	137
6	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej	2KDB_A	Budowa kolektora DN600	m	28
7	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej	2KDB_A	Budowa kolektora DN800	m	188
8	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej DN800	2KDB_A	Przebudowa kolektora na DN800	m	35
9	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej	2KDB_A	Budowa kolektora DN1000	m	55
10	Koszty usunięcia starej kanalizacji	3KDU_A	Usunięcie istniejącej kanalizacji na potrzeby przebudowy	m	173
11	Koszty usunięcia starej kanalizacji	3KDL_A	Likwidacja odcinkowa kanalizacji deszczowej	m	135
12	Budowa/przebudowa studni	4KDS_A	Przebudowa/budowa studni DN1000	szt.	6
13	Budowa/przebudowa studni	4KDS_A	Przebudowa/budowa studni 1400	szt.	1

Lp.	Typ działania	Nr zadania	Zakres prac	Jednostka [m, m ³ , szt., kpl.]	Parametry objętość/długość
14	Budowa/przebudowa studni	4KDS_A	Przebudowa/budowa studni DN1600	szt.	6
15	Budowa/przebudowa studni	4KDS_A	Przebudowa/budowa studni DN1800	szt.	1
16	Studnia DN2000 - separator lamelowy z osadnikiem	5KDS	Budowa separatora lamelowego z osadnikiem - DN2000	szt.	1
17	Studnia z regulatorem przepływu	5KDSR_A	Budowa studni z regulatorem przepływu DN1500	szt.	2
18	Budowa przepompowni	P1	Budowa przepompowni (pompownia 40l/s (1+1))	kpl.	1
19	Budowa przepompowni	P2	Budowa przepompowni (pompownia 60l/s (1+1))	kpl.	1
20	Budowa retencyjnego zbiornika podziemnego	ZB1	Zbiornik podziemny-dwukomorowy	m ³	2 234
21	Budowa retencyjnego zbiornika podziemnego	ZB2	Zbiornik podziemny-dwukomorowy	m ³	2 834
22	Wykonanie wylotu kanalizacji deszczowej DN1000 z betonu C30/3/ (B30)	6WKD	Wykonanie wylotu kanalizacji deszczowej DN1000 z betonu C30/3/ (B30) w ul. 1 Maja	szt.	1
23	Likwidacja istniejącego wylotu	6WKDL	Likwidacja/zabezpieczenie istniejącego wylotu DN1000	szt.	1

W wariantcie alternatywnym zaleca się przebudowę kanalizacji deszczowej w ul. Łódzkiej, włączającej się do Strawy na odcinku umocnionym gabionami wraz z budową dwóch zbiorników retencyjnych na sieci. Przebudowa kanalizacji polega na zabudowie nowego ciągu w ul. Przeskok i przebudowie kanalizacji w ul. Wojska Polskiego, a następnie skierowaniu wód spływających z górnej części zlewni kanalizacyjnej w ul. Łódzkiej do zbiornika przy ul. Wojska Polskiego - na skwerze im. Michała Rawity Witanowskiego. Proponuję się lokalizację pierwszego ze zbiorników – ZB1 - o $V_{cz.} = 2234 \text{ m}^3$ na skwerze przylegającym do ul. Łódzkiej na wysokości przychodni lekarskiej SADOWA. Drugi z proponowanych zbiorników retencyjnych - ZB2 - o $V_{cz.} = 2834 \text{ m}^3$ proponuje się zlokalizować przy ul. Wojska Polskiego. Z uwagi na brak możliwości grawitacyjnego odprowadzenia wód opadowych z powrotem do sieci zachodzi konieczność budowy pompowni przy zbiornikach ZB1 i ZB2 o wydatkach odpowiednio 40 l/s i 60 l/s. Na wylotach ze zbiorników należy zamontować regulatory przepływu, aby uniknąć hydraulicznego przeciążenia pompowni lub tak dobrać rury dławiące na odpływach, aby ich wydatek przy maksymalnym napełnieniu zbiorników nie przekroczył założonych wydajności pompowni. Przebudowa i budowa rurociągu kanalizacji w ul. Przeskok i Wojska Polskiego polega na zabudowie nowego rurociągu DN800 o długości 223 m do zbiornika ZB2. Przed wylotem do zbiornika należy przewidzieć separator i osadnik o maksymalnej wydajności 1600 l/s.

Odcinek istniejący kanalizacji w ul. Wojska Polskiego poniżej planowanego zbiornika ZB2 powinien być przebudowany na większą średnicę z uwagi na jego zbyt małą przepustowość. Istniejąca średnica w tym miejscu to DN300, proponuje się przebudowę na DN500 na długości ok. 140 m od studni o koordynatach X-5698538,40 Y-7408219,60 do studni, w której następuje połączenie ciągów w ul. Wojska Polskiego z kanalizacją w ul. Łódzkiej, czyli X-5698478,43 Y-7408342,32. Odcinek istniejący DN300 od studni X-5698555,25 Y-7408186,44 do studni X-5698538,40 Y-7408219,60 powinien być usunięty/zamulony, aby całość wód opadowych spływających nowym odcinkiem w ul. Łódzkiej skierować do zbiornika ZB2.

2KDB –przebudowa wylotu kanalizacji deszczowej w ul. 1 Maja

Wylot kanalizacji pod mostem w ul. 1 Maja należy przebudować poprzez budowę nowego odcinka kanalizacji DN1000, założono wylot na wschód od istniejącej lokalizacji. Istniejący układ podczyszczania może zostać zachowany bez zmian, ponieważ założono, że odejście kolektora w kierunku wschodnim, do nowego wylotu będzie zaczynać się w studni za układem podczyszczania.

8.2.2. Uzasadnienie wyboru działań do zestawu alternatywnego

W wariantcie alternatywnym, podobnie jak w wariantcie priorytetowym najważniejszym działaniem jest retencja nadwyżki wód opadowych i odprowadzenie w okresie późniejszym, po ustąpieniu przepływów kulminacyjnych. Różnica polega na zaproponowanej formie retencji. W wariantcie alternatywnym proponuje się budowę dwóch zbiorników retencyjnych, podziemnych na kanalizacji deszczowej zamiast budowy polderu zalewowego w miejscu skweru. Oba te warianty priorytetowy i alternatywny cechują się eliminacją problemu zalewania lokalizacji krytycznej („ryneczku”). Choć skuteczność ich jest inna stąd podział na wariant „priorytetowy” oraz „alternatywny” zgodnie z osiąganą skutecznością eliminacji problemu zalewania lokalizacji krytycznej.

Wyniki modelowania dla opadu 10% - efekty alternatywnego zestawu działań

Przeprowadzone modelowanie dla opadu 10% wskazuje, że realizując alternatywny zestaw działań możliwe jest obniżenie poziomu wody na odcinku Strawy umocnionym gabionami o około 30 cm.

Modelowanie wykazało, że taka redukcja poziomu wody na Strawie łącznie z realizacją przebudowy kolektorów i budowy dodatkowych odwodnień liniowych lub wpustów kanalizacyjnych pozwoli na pracę systemu odwodnieniowego bez wybić wody na powierzchnię terenu w obszarze „ryneczku” dla opadu 10%, ale z zachowaniem jedynie około 8 cm zapasu między poziomem wody, a poziomem terenu w najniższej położonej studni kanalizacyjnej.

8.3 ZESTAW DZIAŁAŃ WSPOMAGAJĄCYCH DLA KRYTYCZNEJ LOKALIZACJI

W niniejszym rozdziale przedstawiono działania wspomagające do zestawu działań priorytetowych, które pozwolą zwiększyć poziom bezpieczeństwa w krytycznej lokalizacji. Lokalizację działań zamieszczono na mapie w załączniku 5 - Mapa z lokalizacją działań wspomagających zmniejszających podtopienia w krytycznej lokalizacji – rondo przy ulicach Wojska Polskiego/Łódzkiej/Polnej.

Tabela 5. Zestawienie działań wspomagających dla krytycznej lokalizacji

Lp.	Typ działania	Nr zadania	Zakres prac	Jednostka [m, m ³ , szt., kpl.]	Parametry objętość/długość
1	Budowa obiektów błękitno-zielonej infrastruktury	BZI_W	Wykonanie szczelnych obiektów BZI: muldy/ogrody deszczowe	m	1282
2	Regulacja koryta Strawy	RK_1_W	Udrożnienie/ regulacja koryta na odcinku od mostu w ulicy 1 Maja do torów kolejowych	m	111
3	Przebudowa/zwiększenie światła przepustu w układzie drogowym	MP_W	Modyfikacja obiektu mostowego w ul. 1 Maja	szt.	1

Działania BZI na terenie zlewni kanalizacyjnych

Proponuje się budowę obiektów błękitno-zielonej infrastruktury (BZI) taki jak ogrody deszczowe, muldy chłonne, niecki bioretencyjne (jeśli będą korzystne warunki do infiltracji wód opadowych) we wskazanych na załącznikach graficznych lokalizacjach w celu ograniczenia spływu powierzchniowego ze zlewni. Działania oparte na BZI należy traktować jako uzupełnienie działań technicznych (budowa/przebudowa kanalizacji, budowa polderu/zbiorników). Skuteczność zaproponowanych działań BZI można zaklasyfikować jako niewielką, nie proponowano dużej liczby takich działań z uwagi na trudności w dostępności terenu pod budowę takich obiektów. Lokalizacje wskazane jako miejsca pod budowę BZI wyznaczono w dużych zlewniach ciężących do pojedynczych wpustów, aby ograniczyć spływ powierzchniowy.

Działania wspomagające na Strawie

Przeprowadzone wariantowe modelowanie różnych możliwych działań naprawczych wskazuje, że korzystnym działaniem wspomagającym będzie zwiększenie światła mostu w ulicy 1 Maja i regulacja koryta Strawy do torów kolejowych. Działania te poprawią warunki odpływ wody z odcinka Strawy umocnionego gabionami.

W grudniu 2023 roku Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta przeprowadził regulację koryta Strawy poniżej mostu w ulicy 1 Maja na odcinku 23 m i planuje wykonać dalszą regulację do torów kolejowych.

Priorytetowy zestaw działań uwzględnia regulację wykonaną i planowaną do realizacji przez Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta. W celu sprawdzenia wpływu, na poziom wody na odcinku Strawy umocnionym gabionami, zmian w geometrii i spadku koryta na odcinku Strawy poniżej odcinka gabionowego wprowadzono do modelu inny wariant regulacji koryta Strawy. Zwiększono wymiary regulacji w stosunku do parametrów regulacji Zarządu Dróg i Utrzymania Miasta.

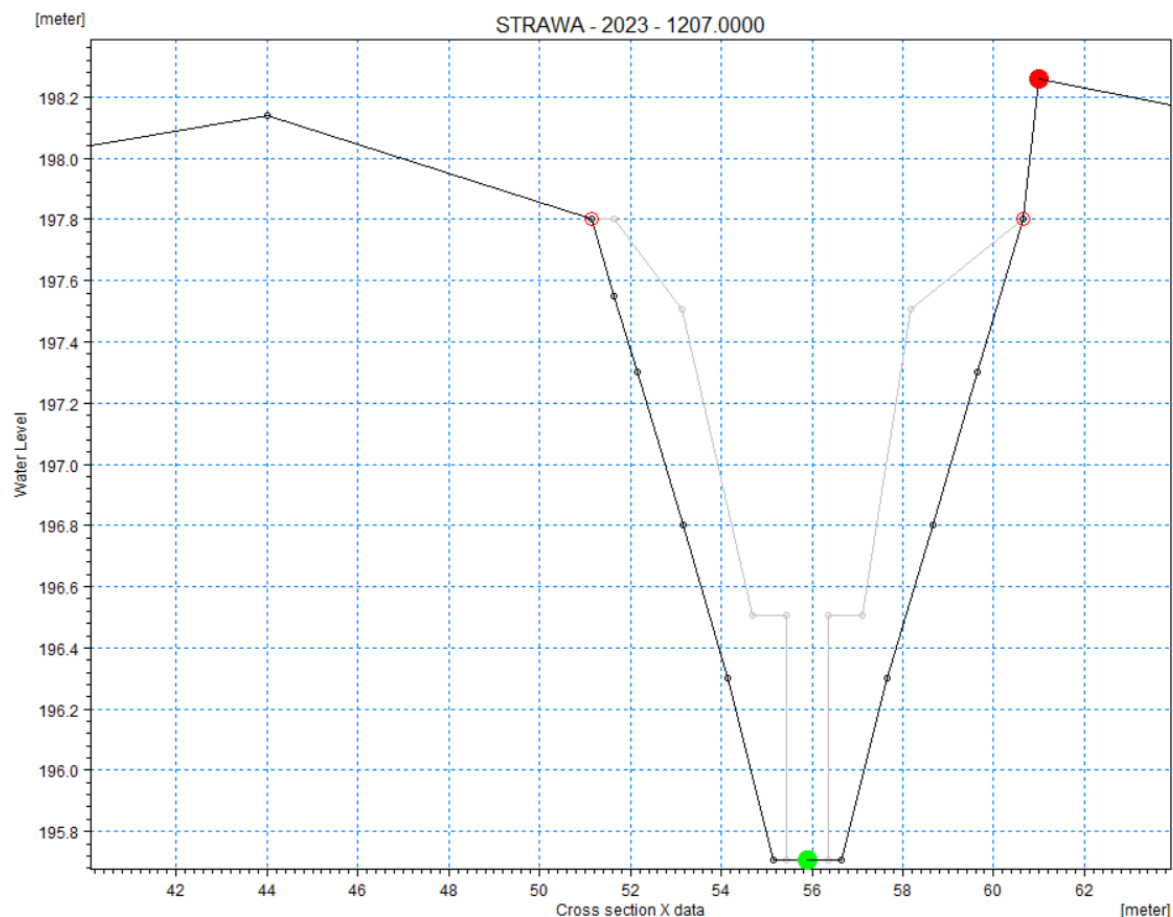
Wyniki modelowania dla Q10% wskazują, że wykonanie regulacji zgodnie z propozycją Wykonawcy pozwoli obniżyć poziom wody na odcinku umocnionym gabionami o dodatkowe około 10 cm, a w połączeniu ze zwiększeniem światła mostu o około 15 cm. Redukcja w poziomie wody przekłada się na uzyskanie o około 15 cm większego zapasu między poziomem wody a poziomem terenu w najniższej położonej studni kanalizacyjnej.

Poniżej zamieszczono opis regulacji odcinka Strawy zgodnie z propozycją Wykonawcy.

RK 1 W – regulacja koryta na odcinku od mostu w ulicy 1 Maja do torów kolejowych

Analizując wyniki modelowania hydrodynamicznego proponuje się zwiększenie przekroju poprzecznego od 1.5 m do 0.5 m w dnie tak aby całemu odcinkowi nadać spadek 0.04%. Działaniom miałyby podlegać również skarpy, których nowozakładane nachylenie wynosiłoby 1:2 i w całości miałyby być pokryte naturalną roślinnością trawiastą. Takie rozwiązanie wpasuje się w sąsiadujący teren i sprawi, że korycie przywrócony zostanie naturalny wygląd.

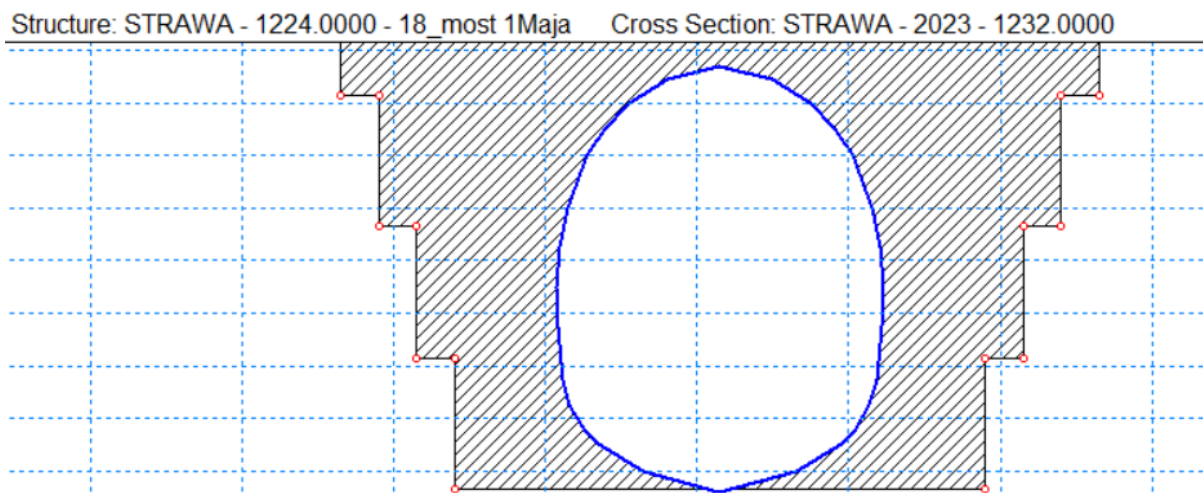
Na poniższym rysunku zamieszczono przekrój z wykonaną regulacją zgodnie w propozycją Wykonawcy (czarny kolor) na tle przekroju z regulacją wykonaną przez Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta (szary kolor).



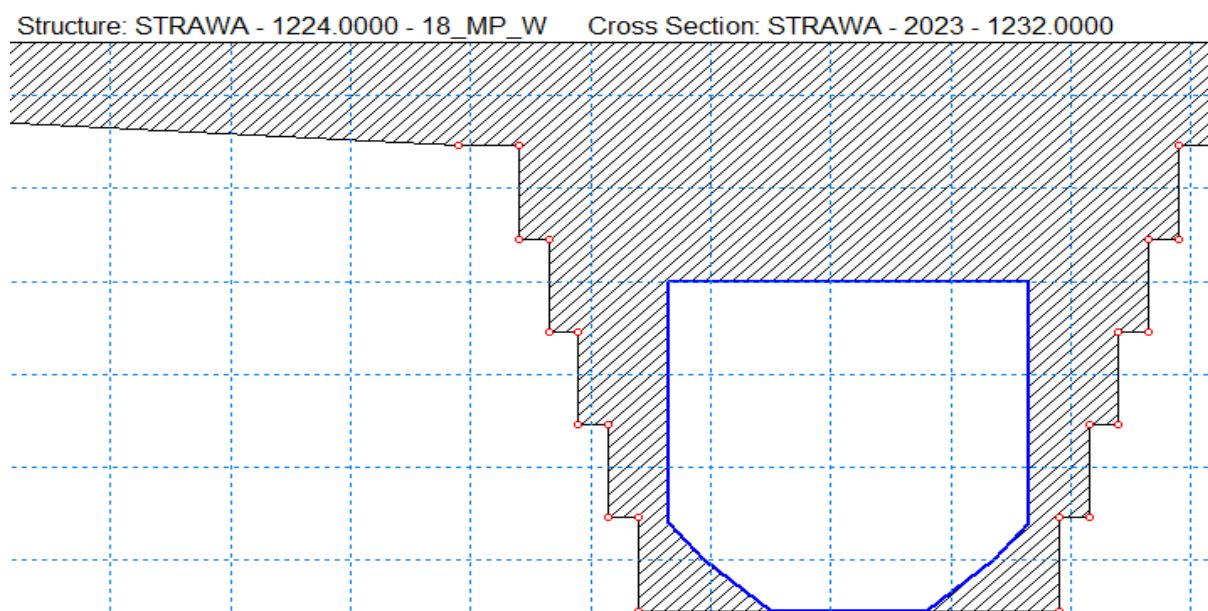
Rysunek 23. Przekrój poprzeczny koryta wg propozycji Wykonawcy, a naniesionym stanem wg Zarządu Dróg i Utrzymania Miasta w Piotrkowie Trybunalskim

MP_W – zwiększenie światła mostu w ulicy 1 Maja

W celu poprawy warunków odpływu wody z odcinka Strawy umocnionego gabionami proponuje się zwiększenie światła mostu w ulicy 1 Maja z nieregularnego kształtu o maksymalnej szerokości 2.2m do przekroju trapezowego z maksymalną rozpiętością 3 m. Na poniższych rysunkach przedstawione zostały dwa światła - stan istniejący i projektowany.



Rysunek 24 Istniejące światło mostu pod ulicą 1 Maja



Rysunek 25. Światło mostu pod ulicą 1 Maja po przebudowie

Wybudowanie kanalizacji deszczowej wskazanej na mapie zasadniczej jako projektowana

Dodatkowo jako zalecane działanie, które może mieć korzystny wpływ na zmniejszenie ryzyka podtapiania „ryneczku” należy wskazać wybudowanie kanalizacji deszczowej rysowanej na mapie zasadniczej jako kanalizacja projektowana. Projektowane kolektory wzdłuż ulicy Wojska Polskiego (pomiędzy ul. Kostromską i Aleją Armii Krajowej). Analiza numerycznego modelu terenu pokazuje, że obecnie woda z ulicy Wojska Polskiego spływa powierzchniowo w kierunku „ryneczku”. Koszt tego działania nie został zawarty w kosztorysie.

9. PROPOZYCJA DZIAŁAŃ DODATKOWYCH MINIMALIZUJĄCYCH PODTOPIENIA W INNYCH MIEJSCACH PROBLEMOWYCH

W niniejszym rozdziale przedstawiono działania dodatkowe których celem jest zminimalizowane potopień w innych lokalizacjach niż lokalizacja krytyczna. Lokalizację działań zamieszczono na mapie w załączniku 6 - Mapa z lokalizacją działań dodatkowych minimalizujących podtopienia w innych lokalizacjach.

Tabela 6. Zestawienie działań dodatkowych minimalizujących podtopienia w innych miejscach problemowych

Lp.	Typ działania	Nr zadania	Zakres prac	Jednostka [m, m ³ , szt., kpl.]	Parametry objętość/długość
1	Budowa obiektów błękitno-zielonej infrastruktury	BZI_D	Wykonanie szczelnych obiektów BZI: muldy/ogrody deszczowe	m	948
lub wykonanie przebudowy kanalizacji deszczowej na długości 173m, jak poniżej w pkt. 2, 3, 4.					
2	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej DN300	2KDB_D	Przebudowa kolektora na DN500	m	173
3	Budowa/przebudowa studni	3KDS_D	Przebudowa/budowa studni DN1000	szt.	6
4	Budowa/przebudowa studni	3KDS_D	Przebudowa/budowa studni DN1400	szt.	2
5	Przebudowa/zwiększenie światła przepustu w układzie drogowym	MP_D	Modyfikacja obiektu mostowego w ulicy Źródlanej	szt.	1
6	Regulacja koryta Strawy	RK_2_D	Udrożnienie/ regulacja koryta w rejonie drewnianego kościółka	m	237

Działania na sieci kanalizacyjnej

Jako działanie dodatkowe, minimalizujące problem zalewania lokalizacji krytycznej proponuje się przebudowę odcinka kanalizacji w drodze w ul. Wojska Polskiego na wschód od ronda. W stanie istniejącym jest to rurociąg DN300 o długości 150 m z wylotem pod mostem w ul. 1 Maja włączającym się od strony południowej. Analiza ścieżek spływu wykazała, że przy opadzie o prawdopodobieństwie przewyższenia 10% i czasie trwania 45 min następuje intensywny spływ deszczowy na zlewnię drogową ul. Wojska Polskiego oraz przeciążenie kolektora DN300, ponieważ teren powyżej nie jest należycie odwadniany. Jako alternatywę do przebudowy tego odcinka kanalizacji proponuje się budowę niecki bioretencyjnej na terenie zlewni i doprowadzenie do niej wód opadowych co powinno zredukować ilości wód napływające na ten odcinek drogi.

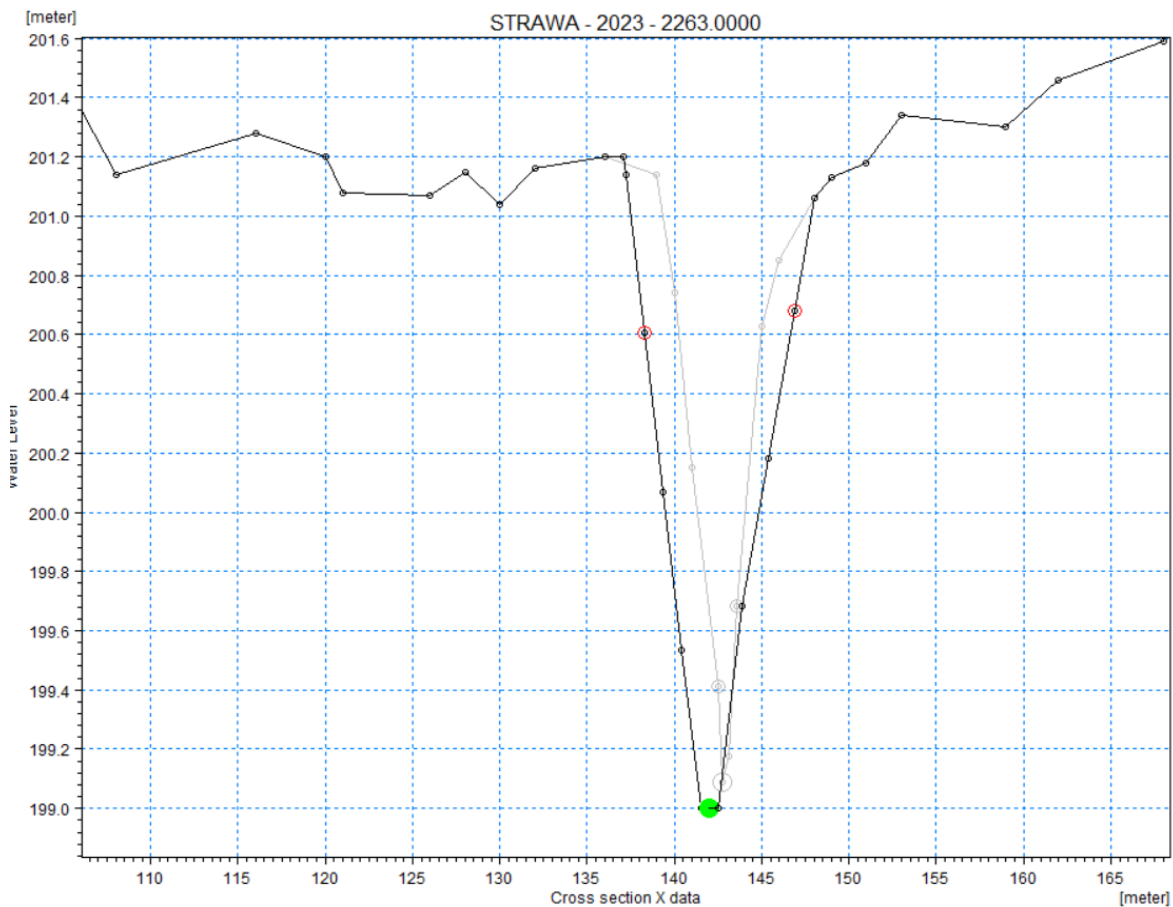
Działania na Strawie

Dodatkowe działania na Strawie mają na celu wyeliminowanie podtapiania wodą 10% obszarów zabudowanych. Proponuje się realizację dwóch działań: regulację koryta Strawy i zwiększenie światła mostu.

RK 2 D – regulacja koryta w rejonie drewnianego kościółka (powyżej ronda w ul. Kostromska i Polna)

W celu zmniejszenia zasięgu zalewu Q10% powyżej kaplicy pw. Św. Jana Pawła II należy wyregulować koryto Strawy na długości 237 m. Regulacja powinna uwzględniać równomierne poszerzenie dna do 1m i nadanie mu spadku 35%. Nowoprojektowane skarpy powinny być nachylone w stosunku 1:2, a całość umocniona za pomocą naturalnej roślinności trawiastej. Przy tym działaniu należy podwyższyć lewy brzeg, tak aby zachować liniowy spadek odpowiadający spadkowi dna. Modelowanie pokazuje, że realizacja opisanego działania pozwoli na przepływ wody Q10% korytem cieku bez wystąpienia

z brzegów. Na poniższym rysunku przedstawiony został przekrój poprzeczny według proponowanej regulacji (czarny kolor) oraz w tle stan obecny (szary kolor).



Rysunek 26. Przekrój poprzeczny z regulacją Strawy powyżej ronda w ul. Kostromskiej i Polnej

MP_D - modyfikacja obiektu mostowego w ulicy Źródlanej

Proponuje się przebudowę istniejącego przepustu pod ulicą Źródlaną. Modelowanie hydrodynamiczne wskazuje, że woda piętrzy się na przepuście w wyniku czego występuje z brzegów koryta i zalewa obszary zabudowane. Obecna średnica przepustu jest niewystarczająca. W celu przeprowadzenia wód dla Q10% bez piętrzenia na przepuście, właściwym byłoby zwiększenie światła przepustu do średnicy 1m. Takie działanie spowoduje wyeliminowanie podtopień na obszarach zabudowanych dla Q10%.



Rysunek 27. Istniejąca średnica przepustu pod ulicą Źródlaną

10. KOSZTORYS INWESTYCYJNY

Koszty zaproponowanych rozwiązań technicznych oszacowano w oparciu o wskaźnikowe ceny jednostkowe. Kwoty oszacowano na podstawie kosztorysów sporządzonych do projektów z branży hydrotechnicznej, melioracyjnej i sanitarnej, wspomagając się katalogiem nakładów rzeczowych i uwzględniając powiązane z nim cenniki oraz na podstawie eksperckiego oszacowania Wykonawcy z uwzględnieniem wzrostu cen w gospodarce i podatku VAT. Kwoty są aktualne na IV kwartał 2023 roku. Szczegółowe przedmiary i kosztorysy do poszczególnych działań powinny być sporządzane na etapie projektu budowlanego. Podane kwoty są wartościami brutto.

W kosztorysie należy uwzględnić również szacowane koszty przełożenia sieci uzbrojenia terenu (tzw. przekładek) w przypadku wystąpienia potencjalnych kolizji proponowanych działań z sieciami infrastruktury technicznej podziemnej. W opracowaniu uwzględniono koszt przekładki w wariantcie priorytetowych wynikający z budowy polderu zalewowego NZB_1. Budowa polderu zalewowego wymaga przełożenia sieci kanalizacji deszczowej DN800, jak również kanalizacji sanitarnej DN300. Koszty przekładki umieszczono w Tabeli 7. W przypadku innych działań wymienionych w proponowanych wariantach koszt wykonania pojedynczej przekładki oszacowano na podstawie podobnych koncepcji, kosztorysów sporządzonych do projektów z branży hydrotechnicznej, melioracyjnej i sanitarnej, wspomagając się katalogiem nakładów rzeczowych i uwzględniając powiązane z nim cenniki oraz na podstawie eksperckiego oszacowania Wykonawcy. Na takiej podstawie przyjęto szacunkowy uśredniony koszt jednej przekładki w wysokości 34 000 zł brutto. Każdorazowo koszt przekładki należy uwzględnić dla działań w proponowanych wariantach.

W kosztorysie inwestorskim należy również uwzględnić koszty opracowania dokumentacji projektowej. Szacunkowy, przybliżony koszt opracowania dokumentacji projektowej określono jako iloczyn kosztu działania (z wyjątkiem działań o charakterze utrzymaniowym) i wskaźnika procentowego określonego metodą ekspercką. Pomocą w określeniu wartości wskaźnika było Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r. w sprawie określenia metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych oraz planowanych kosztów robót budowlanych określonych w programie funkcjonalno-użytkowym.

Rozporządzenie określa wskaźniki procentowe do obliczania planowanych kosztów prac projektowych m.in. dla budynków, obiektów kubaturowych, obiektów liniowych, takich jak drogi czy linie kolejowe, sieci wodociągowe, kanalizacyjne itp. Nie zawiera jednak metodyki szacowania kosztów opracowania dokumentacji projektowej dla większości typów działań proponowanych w koncepcji (np. regulacja cieków, budowa zbiornika retencyjnego, budowa polderu zalewowego czy obiektów błękitno-zielonej infrastruktury). W związku z powyższym dla potrzeb koncepcji wyznaczono wskaźnik procentowy określający szacowane koszty opracowania dokumentacji projektowej odnoszące się do kosztów realizacji działań na poziomie 3%. Oszacowanie kosztów dokumentacji projektowej nie dotyczy działań o charakterze utrzymaniowym.

Tabela 7. Zestawienie kosztów priorytetowego zestawu działań dla krytycznej lokalizacji

Lp.	Typ działania	Nr zadania	Zakres prac	Parametry	Jednostka	Średnica		*Cena jednostkowa	Koszt całkowity
				objętość/ długość	[m, m³, szt.]	WO	WP	[zł]	[zł]
1	Budowa odwodnienia liniowego	1KDO	Wykonanie odwodnienia liniowego z polimerobetonu (korytka z żeliwnym przykryciem)	319	m	-	-	1 200.00	382 572.00
2	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej DN300	2KDB	Przebudowa kolektora na DN500	137	m	DN300	DN500	911.00	125 007.00
3	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej	2KDB	Budowa kolektora DN800	20	m	-	DN800	1 372.00	27 440.00
4	Przebudowa kanalizacji deszczowej DN600	2KDB	Przebudowa kolektora na DN800	314	m	DN600	DN800	1 372.00	430 808.00
5	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej	2KDB	Budowa kolektora DN1000	199	m	-	DN1000	1 718.00	341 882.00
6	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej DN300	2KDB	Przebudowa kolektora na DN1200	35	m	DN300	DN1200	2 590.00	90 650.00
7	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej	2KDB	Budowa kolektora DN1200	44	m	-	DN1200	2 590.00	113 960.00
8	Usunięcie kanalizacji deszczowej	3KDU	Usunięcie istniejącej kanalizacji na potrzeby przebudowy	488	m	DN300, DN600	-	1 000.00	488 000.00
9	Usunięcie niepotrzebnych odcinków kanalizacji deszczowej	3KDL	Likwidacja odcinkowa kanalizacji deszczowej	68	m	DN300, DN600, DN1000	-	1 000.00	68 000.00
10	Budowa/przebudowa studni	4KDS	Przebudowa/budowa studni DN1000	9	szt.	-	DN1000	2 450.00	22 050.00
11	Budowa/przebudowa studni	4KDS	Przebudowa/budowa studni DN1600	6	szt.	-	DN1600	6 200.00	37 200.00
12	Budowa/przebudowa studni	4KDS	Przebudowa/budowa studni DN1800	1	szt.	-	DN1800	8 300.00	8 300.00
13	Budowa separator lamelowego z osadnikiem- DN2000	5KDS	Budowa separatora lamelowego z osadnikiem DN2000	1	szt.	-	DN2000	26 812.80	26 812.80

Lp.	Typ działania	Nr zadania	Zakres prac	Parametry	Jednostka	Średnica		*Cena jednostkowa	Koszt całkowity
				objętość/ długość	[m, m³, szt.]	W0	WP	[zł]	[zł]
14	Wykonanie wylotu kanalizacji deszczowej DN1000 z betonu C30/3/ (B30)	6WKD	Wykonanie wylotu kanalizacji deszczowej DN1000 z betonu C30/3/ (B30)	1	szt.	-	DN1000	3 049.00	3 049.00
15	Likwidacja istniejącego wylotu	6WKDL	Likwidacja/zabezpieczenie istniejącego wylotu DN1000	1	szt.	DN1000	-	2 500.00	2 500.00
16	Budowa suchego zbiornika/polderu	NZB_1	Budowa polderu zalewowego	9 500	m³	-	-	700.00	6 650 000.00
Działania mające na celu likwidację kolizji związanych z budową polderu									
17	Przebudowa kanalizacji sanitarnej - kolizja proj. polderu z kan. sanitarną DN800	7KSB	Przebudowa/budowa kanalizacji sanitarnej DN800	189	m	DN800	DN800	2 372.00	448 308.00
18	Budowa/przebudowa studni na kanalizacji sanitarnej	7KSS	Przebudowa/budowa studni DN1500	4	szt.	DN1500	DN1500	7 205.00	28 820.00
19	Przebudowa kanalizacji sanitarnej - kolizja proj. polderu z kan. sanitarną DN300	8KSB	Przebudowa/budowa kanalizacji sanitarnej DN300	58	m	DN300	DN300	368.00	21 344.00
20	Budowa/przebudowa studni na kanalizacji sanitarnej	8KSS	Przebudowa/budowa studni DN1000	2	szt.	DN1000	DN1000	2 970.00	5 940.00
								Suma	9 322 642.80

*Cena jednostkowa - należy przez to rozumieć sumę kosztów bezpośredniej robocizny, materiałów i prac sprzętu oraz kosztów pośrednich i zysku, wyliczoną na jednostkę przedmiarową robót podstawowych.

10.1 KOSZTORYS DZIAŁAŃ ALTERNATYWNYCH DLA KRYTYCZNEJ LOKALIZACJI

Tabela 8. Zestawienie kosztów alternatywnego zestawu dla krytycznej lokalizacji

Lp.	Typ działania	Nr zadania	Zakres prac	Parametry	Jednostka	Średnica		*Cena jednostkowa	Koszt całkowity
				objętość/długość	[m, m³, szt., kpl.]	W0	WA	[zł]	[zł]
1	Budowa odwodnienia liniowego	1KDO	Wykonanie odwodnienia liniowego z polimerobetonu (korytka z żeliwnym przykryciem)	319	m	-	-	1 200.00	382 800.00
2	Budowa rurociągu tłoczego	1KDT_A	Budowa rurociągu tłoczego DN150, Q=40l/s, v=2.26m/s	31	m	-	DN150	370.00	11 470.00
3	Budowa rurociągu tłoczego	2KDT_A	Budowa rurociągu tłoczego DN200, Q=60l/s, v=2.80m/s	20	m	-	DN200	458.00	9 160.00
4	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej	2KDB_A	Budowa kolektora DN300 z regulatorem przepływu Q=40l/s	6	m	-	DN300	730.00	4 380.00
5	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej DN300	2KDB_A	Przebudowa kolektora na DN500	137	m	DN300	DN500	911.00	124 807.00
6	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej	2KDB_A	Budowa kolektora DN600	28	m	-	DN600	1 046.00	29 288.00
7	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej	2KDB_A	Budowa kolektora DN800	188	m	-	DN800	1 372.00	257 936.00

Modelowanie hydrodynamiczne z koncepcją odwodnienia Piotrkowa Trybunalskiego

Lp.	Typ działania	Nr zadania	Zakres prac	Parametry	Jednostka	Średnica		*Cena jednostkowa	Koszt całkowity
				objętość/długość	[m, m3, szt., kpl.]	W0	WA	[zł]	[zł]
8	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej DN300	2KDB_A	Przebudowa kolektora na DN800	35	m	DN300	DN800	1 372.00	48 020.00
9	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej	2KDB_A	Budowa kolektora DN1000	55	m	-	DN1000	1 718.00	94 490.00
10	Koszty usunięcia starej kanalizacji	3KDU_A	Usunięcie istniejącej kanalizacji na potrzeby przebudowy	173	m	DN300	-	1 000.00	173 000.00
11	Koszty usunięcia starej kanalizacji	3KDL_A	Likwidacja odcinkowa kanalizacji deszczowej	135	m	DN300, DN600, DN1000	-	1 000.00	135 000.00
12	Budowa/przebudowa studni	4KDS_A	Przebudowa/budowa studni DN1000	6	szt.	-	DN1000	2 450.00	14 700.00
13	Budowa/przebudowa studni	4KDS_A	Przebudowa/budowa studni 1400	1	szt.	-	DN1400	5 900.00	5 900.00
14	Budowa/przebudowa studni	4KDS_A	Przebudowa/budowa studni DN1600	6		-	DN1600	6 200.00	37 200.00
15	Budowa/przebudowa studni	4KDS_A	Przebudowa/budowa studni DN1800	1	szt.	-	DN1800	8 300.00	8 300.00
16	Budowa separator lamelowego z osadnikiem-DN2000	5KDS	Budowa separatora lamelowego z osadnikiem DN2000	1	szt.	-	DN2000	26 812.80	26 812.80
17	Studnia z regulatorem przepływu	5KDSR_A	Budowa studni z regulatorem przepływu DN1500	2	szt.	-	DN1500	14 430.00	28 860.00
18	Budowa przepompowni	P1	Budowa przepompowni (pompownia 40l/s (1+1))	1	kpl.	-	-	150 000.00	150 000.00
19	Budowa przepompowni	P2	Budowa przepompowni (pompownia 60l/s (1+1))	1	kpl.	-	-	170 000.00	170 000.00
20	Budowa retencyjnego zbiornika podziemnego	ZB1	Zbiornik podziemny-dwukomorowy	2 237	m3	-	-	3 752.00	8 393 224.00
21	Budowa retencyjnego zbiornika podziemnego	ZB2	Zbiornik podziemny-dwukomorowy	2 834	m3	-	-	3 752.00	10 633 168.00
22	Wykonanie wylotu kanalizacji deszczowej DN1000 z betonu C30/3/ (B30)	6WKD	Wykonanie wylotu kanalizacji deszczowej DN1000 z betonu C30/3/ (B30)	1	szt.	-	DN1000	3 049.00	3 049.00
23	Likwidacja istniejącego wylotu	6WKDL	Likwidacja/zabezpieczenie istniejącego wylotu DN1000	1	szt.	DN1000	-	2 500.00	2 500.00
24	Kontynuacja rozpoczętych prac regulacyjnych na rzece Strawie								
								Suma	20 744 064.80

*Cena jednostkowa - należy przez to rozumieć sumę kosztów bezpośredniej robocizny, materiałów i prac sprzętu oraz kosztów pośrednich i zysku, wyliczoną na jednostkę przedmiarową robót podstawowych.

10.2 KOSZTORYS DZIAŁAŃ WSPOMAGAJĄCYCH DLA INNYCH LOKALIZACJI

Tabela 9. Zestawienie kosztów działań wspomagających dla innych lokalizacji

Lp.	Typ działania	Nr zadania	Zakres prac	Parametry	Jednostka	Średnica		*Cena jednostkowa	Koszt całkowity
				objętość/długość	[m, m3, szt., kpl.]	W0	WW	[zł]	[zł]
1	Budowa obiektów błękitno-zielonej infrastruktury	BZI_W	Wykonanie szczelnych obiektów BZI: muldy/ogrody deszczowe	1282	m	-	-	612.00	784 584.00
2	Regulacja koryta	RK_1_W	Udrożnienie/ regulacja koryta w na odcinku od mostu w ulicy 1 Maja do torów kolejowych	111	m	-	-	728.00	80 808.00
3	Przebudowa/zwiększenie światła przepustu w układzie drogowym	MP_W	Modyfikacja obiektu mostowego w ul. 1 Maja	1	szt.	-	-	313 600.00	313 600.00
Suma								1 178 992.00	

*Cena jednostkowa - należy przez to rozumieć sumę kosztów bezpośredniej robocizny, materiałów i prac sprzętu oraz kosztów pośrednich i zysku, wyliczoną na jednostkę przedmiarową robót podstawowych.

10.3 KOSZTORYS DZIAŁAŃ DODATKOWYCH DLA INNYCH LOKALIZACJI

Tabela 10. Zestawienie kosztów działań dodatkowych dla innych lokalizacji

Lp.	Typ działania	Nr zadania	Zakres prac	Parametry	Jednostka	Średnica		*Cena jednostkowa	Koszt całkowity
				objętość/długość	[m, m³, szt., kpl.]	W0	WD	[zł]	[zł]
1	Budowa obiektów błękitno-zielonej infrastruktury	BZI_D	Wykonanie szczelnych obiektów BZI: muldy/ogrody deszczowe	948	m	-	-	612.00	580 176.00
lub wykonanie przebudowy kanalizacji deszczowej na długości 173m, jak poniżej w pkt. 2, 3, 4.									
2	Budowa/przebudowa kanalizacji deszczowej DN300	2KDB_D	Przebudowa kolektora na DN500	173	m	DN300	DN500	911.00	157 603.00
3	Budowa/przebudowa studni	3KDS_D	Przebudowa/budowa studni DN1000	6	szt.	-	DN1000	2 450.00	14 700.00
4	Budowa/przebudowa studni	3KDS_D	Przebudowa/budowa studni DN1400	2	szt.	-	DN1400	5 900.00	11 800.00
5	Przebudowa/zwiększenie światła przepustu w układzie drogowym	MP_D	Modyfikacja obiektu mostowego w ulicy Źródlanej	1	szt.	-	-	332 416.00	332 416.00
7	Regulacja koryta	RK_2_D	Udrożnienie/regulacja koryta w rejonie drewnianego kościółka	237	m	-	-	728.00	172 536.00
Suma z: przeb. kan.								689 055.00	
lub BZI								1 085 128.00	

*Cena jednostkowa - należy przez to rozumieć sumę kosztów bezpośredniej robocizny, materiałów i prac sprzętu oraz kosztów pośrednich i zysku, wyliczoną na jednostkę przedmiarową robót podstawowych.

11. WYKAZ OPINII I DECYZJI DO POZYSKANIA NA ETAPIE REALIZACJI

Poniżej przedstawiono ogólne wytyczne i zalecenia dotyczące pozyskania i opracowania różnego rodzaju dokumentacji niezbędnych na etapie opracowywania dokumentacji projektowej.

1. BUDOWA ZBIORNIKA RETENCYJNEGO, BUDOWA SUCHEGO ZBIORNIKA - POLDERU ZALEWOWEGO – POZWOLENIE NA BUDOWĘ

- 1.1. Projekt zagospodarowania działki lub terenu oraz projekt architektoniczno – budowlany.
- 1.2. Opinie, uzgodnienia, pozwolenia i inne dokumenty, które zależą od rodzaju i specyfikacji inwestycji (szczegółowe rozwiązania, wykonanie map do celów projektowych, wykonanie modeli hydrauliczno-hydrologicznych, wykonanie modelowania rozwiązań projektowych itp.).
- 1.3. Oświadczenie o posiadanym prawie do dysponowania nieruchomością na cele budowlane (wykonanie ewentualnych podziałów i operatów szacunkowych nieruchomości).
- 1.4. Decyzje o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu, jeżeli jest to wymagane decyzją o planowanym zagospodarowaniu terenu.
- 1.5. Decyzja środowiskowa - załącznik graficzny określający przewidywany teren, na którym będzie realizowane przedsięwzięcie, oraz wyznaczony przewidywany obszar, na którym będzie oddziaływanie przedsięwzięcia (w przypadku, jeżeli inwestycja wymaga decyzji środowiskowej).
- 1.6. Pozwolenie wodnoprawne:
 - 1.6.1. Operat wodnoprawny z oznaczeniem daty jego wykonania:
 - 1.6.1.1. Decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach, jeżeli jest wymagana.
 - 1.6.1.2. W przypadku inwestycji, dla których wydano decyzję środowiskową - załącznik graficzny określający przewidywany teren, na którym będzie realizowane przedsięwzięcie oraz obszar, na który będzie oddziaływać przedsięwzięcie.
 - 1.6.1.3. Wypisy i wyrysy z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, jeżeli brak MPZP – decyzję o warunkach zabudowy.
 - 1.6.1.4. Ocenę wodnoprawną, jeżeli jest wymagana.
 - 1.6.1.5. Wypisy i/lub wyrysy z ewidencji gruntów i budynków lub uproszczone wypisy z rejestru gruntów dla nieruchomości usytuowanych w zasięgu oddziaływania zamierzonego korzystania z wód.
 - 1.6.2. Dokumentacja hydrogeologiczna – jeżeli jest wymagana.
 - 1.6.3. Dokumentacja dendrologiczna - wykonanie operatu dendrologicznego oraz uzyskanie pozwolenia na wycinkę drzew i krzewów.
- 1.7. Wykonanie pozostałej dokumentacji (projekt wykonawczy, specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych, przedmiar i kosztorys).

2. BUDOWA/PRZEBUDOWA KANALIZACJI DESZCZOWEJ, BUDOWA WYŁOTU KANALIZACYJNEGO – POZWOLENIE NA BUDOWĘ

- 2.1. Projekt zagospodarowania działki lub terenu oraz projekt architektoniczno – budowlany.
- 2.2. Opinie, uzgodnienia, pozwolenia i inne dokumenty, które zależą od rodzaju i specyfikacji inwestycji.
- 2.3. Oświadczenie o posiadanym prawie do dysponowania nieruchomością na cele budowlane.
- 2.4. Decyzje o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu, jeżeli jest to wymagane decyzją o planowanym zagospodarowaniu terenu.
- 2.5. Decyzja środowiskowa - załącznik graficzny określający przewidywany teren, na którym będzie realizowane przedsięwzięcie, oraz wyznaczony przewidywany obszar, na którym będzie oddziaływanie przedsięwzięcia (w przypadku, jeżeli inwestycja wymaga decyzji środowiskowej).
- 2.6. Pozwolenie wodnoprawne:

- 2.6.1. Operat wodnoprawny z oznaczeniem daty jego wykonania:
 - 2.6.1.1. Decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach, jeżeli jest wymagana.
 - 2.6.1.2. W przypadku inwestycji, dla których wydano decyzję środowiskową - załącznik graficzny określający przewidywany teren, na którym będzie realizowane przedsięwzięcie, oraz obszar, na który będzie oddziaływać przedsięwzięcie.
 - 2.6.1.3. Wypisy i wyrisy z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, jeżeli brak MPZP – decyzję o warunkach zabudowy.
 - 2.6.1.4. Ocenę wodnoprawną, jeżeli jest wymagana.
 - 2.6.1.5. Wypisy i/lub wyrisy z ewidencji gruntów i budynków lub uproszczone wypisy z rejestru gruntów dla nieruchomości usytuowanych w zasięgu oddziaływania zamierzonego korzystania z wód.
- 2.6.2. Dokumentacja hydrogeologiczna – jeżeli jest wymagana.
- 2.6.3. Dokumentacja dendrologiczna - wykonanie operatu dendrologicznego oraz uzyskanie pozwolenia na wycinkę drzew i krzewów.
- 2.7. Wykonanie pozostałej dokumentacji (projekt wykonawczy, specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych, przedmiar i kosztorys).
- 3. BUDOWA PRZEPOMPOWNI – POZWOLENIE NA BUDOWĘ**
 - 3.1. Projekt zagospodarowania działki lub terenu oraz projekt architektoniczno – budowlany.
 - 3.2. Opinie, uzgodnienia, pozwolenia i inne dokumenty, które zależą od rodzaju i specyfikacji inwestycji.
 - 3.3. Oświadczenie o posiadanym prawie do dysponowania nieruchomością na cele budowlane.
 - 3.4. W przypadku inwestycji, dla których wydano decyzję środowiskową - załącznik graficzny określający przewidywany teren, na którym będzie realizowane przedsięwzięcie, oraz obszar, na który będzie oddziaływać przedsięwzięcie.
 - 3.5. Wypisy i wyrisy z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, jeżeli brak MPZP – decyzję o warunkach zabudowy
 - 3.6. Dokumentacja hydrogeologiczna – jeżeli jest wymagana.
 - 3.7. Dokumentacja dendrologiczna - wykonanie operatu dendrologicznego oraz uzyskanie pozwolenia na wycinkę drzew i krzewów.
- 4. PRZEBUDOWA KORYTA CIEKU, ROWU ODWADNIAJĄCEGO – ZGŁOSZENIE WODNOPRAWNE**
 - 4.1. Mapa sytuacyjno-wysokościowa pobrana z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego z naniesionym schematem planowanych czynności, robót lub urządzeń wodnych i zasięgiem ich oddziaływania lub inną mapę opatrzoną przez organ Służby Geodezyjnej i Kartograficznej.
 - 4.2. Odpowiednie szkice i rysunki.
 - 4.3. Wypisy i wyrisy z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. Jeżeli nie dysponujemy takim dokumentem – decyzja o lokalizacji inwestycji celu publicznego albo decyzję o warunkach zabudowy.
 - 4.4. Zgoda właściciela urządzenia wodnego, niezbędna do wykonania planowanych czynności

***Uwaga:**

Jako prace utrzymaniowe - nie wymagające dodatkowych pozwoleń rozumie się:

- odmulenie przepustu,
- odmulenie odcinka zaruwanego,
- rewitalizację rowu,
- prace utrzymaniowe/konserwację rowu,

5. BUDOWA BŁĘKITNO-ZIELONEJ INFRASTRUKTURY: BUDOWA OGRODÓW DESZCZOWYCH, MULD CHŁONNYCH

Ministerstwo Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej podkreśla, że do tego typu obiektów (budowy obiektów hydrofitowych czy ogrodów deszczowych) należy podejść indywidualnie. Dokładny opis planowanego przedsięwzięcia i wskazanie jego istotnych elementów pozwala przesądzić o konieczności uzyskania pozwolenia wodnoprawnego. Organem decyzyjnym w sprawie określenia konieczności uzyskania pozwolenia wodnoprawnego jest Zarząd Zlewni lub Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej.

5.1. Sporządzenie projektu planowanej inwestycji

5.2. Złożenie projektu do Zarządu Zlewni lub Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej

5.3. Wydanie zgody na realizację inwestycji lub wskazanie do uzyskania pozwolenia wodnoprawnego

5.4. Pozwolenie wodnoprawne:

5.4.1. Operat wodnoprawny z oznaczeniem daty jego wykonania:

5.4.1.1. Decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach, jeżeli jest wymagana.

5.4.1.2. W przypadku inwestycji, dla których wydano decyzję środowiskową - załącznik graficzny określający przewidywany teren, na którym będzie realizowane przedsięwzięcie, oraz obszar, na który będzie oddziaływać przedsięwzięcie.

5.4.1.3. Wypisy i wyrisy z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, jeżeli brak MPZP – decyzję o warunkach zabudowy.

5.4.1.4. Ocenę wodnoprawną, jeżeli jest wymagana.

5.4.1.5. Wypisy i/lub wyrisy z ewidencji gruntów i budynków lub uproszczone wypisy z rejestru gruntów dla nieruchomości usytuowanych w zasięgu oddziaływania zamierzonego korzystania z wód.

12. WNIOSKI

1. Wyniki przeprowadzonego modelowania hydrodynamicznego odcinka Strawy od autostrady A1 do ulicy Cmentarnej i sieci kanalizacji opadowej wskazują kilka miejsc problemowych, gdzie mogą wystąpić podtopienia terenów zabudowanych.
2. Modelowanie Strawy i kanalizacji opadowej oraz działań naprawczych zostało przeprowadzone dla opadu o prawdopodobieństwie wystąpienia 10% i czasie trwania 45 min. Jest to opad o wysokości 25,7 mm ($25,7 \text{ dm}^3/\text{m}^2$). (statystycznie 1 raz na 10 lat). Modele nie zostały skalibrowane na historyczne dane pomiarowe.
3. Model Strawy zbudowano na podstawie pomiarów koryta i obiektów mostowych przeprowadzonych w terenie w grudniu 2023 roku. Modele sieci kanalizacji deszczowej bazuje na mapie zasadniczej udostępnionej przez Zamawiającego.
4. Na podstawie wyników modelowania jako krytyczną wskazano okolice ronda w ulicach Wojska Polskiego, Łódzkiej i Polnej tzw. „ryneczek”. Modelowanie potwierdza obserwacje, czyli występujące w czasie letnich ulew podtopienia okolic ronda na skutek wybić ze studni kanalizacyjnych i problem z odbiorem napływającej wody przez wpusty kanalizacyjne.
5. Modelowanie wskazuje, że przyczyną zalewania „ryneczku” jest zarówno wysoki poziom wody na Strawie, na odcinku umocnionym gabionami, co skutkuje cofką w kolektory kanalizacyjne, jak i zbyt mała przepustowość kolektorów, płytko ułożona kanalizacja oraz za mała liczba wpustów kanalizacyjnych – za małą przepustowość w stosunku do ilości napływającej wody.
6. Modelowanie wykazało, że działanie naprawcze polegające tylko na udrożnieniu odpływu wody z odcinka „gabionowego” w dół rzeki, poprzez zwiększenie spadku koryta czy zwiększenie światła mostu w ulicy 1 Maja nie jest działaniem wystarczającym, żeby zlikwidować problem podtapiania „ryneczku”.
7. Kluczowym działaniem jest retencja nadwyżki wody. Przeprowadzona analiza dostępności terenu i możliwości efektywnej redukcji wezbrania wskazuje na teren skweru im. Michała

Rawity Witanowskiego jako najlepsze miejsce na lokalizację działania retencyjnego – suchy zbiornik/polder. Redukując falę bezpośrednio powyżej odcinka umocnionego gabionami można uzyskać, dla przepływu Q10%, około 60 cm obniżenie zwierciadła wody i tym samym zmniejszyć poziom cofki w kolektory. Polder korzystnie wpływa również na odcinek Strawy położony powyżej, obniżając piętrzenie na wlocie do zarurowanego odcinka Strawy o około 1 m i na odcinek Strawy poniżej polderu – około 30 cm obniżenie zwierciadła wody na odcinku Strawy do ulicy Cmentarnej.

8. Przeprowadzona analiza hydrologiczno-hydrauliczna wykazała, że inny, dostępny teren pod budowę polderu zalewowego (pomiędzy ulicą Kostromską i Źródlaną) nie rozwiąże problemu powstawania podtopień w krytycznej lokalizacji. Największe dopływy wód opadowych Strawa przyjmuje poniżej możliwej lokalizacji polderu, a nie w górnej części zlewni, użytkowanej głównie jako tereny rolnicze i nieużytki. Modelowanie wykazało, że polder w tej lokalizacji obniży poziom wody zaledwie o 10 cm na odcinku Strawy umocnionym gabionami.
9. W celu wyeliminowania problemu potopień w krytycznej lokalizacji, rekomendowany polder na skwerze im. Michała Rawity Witanowskiego powinien zostać zrealizowany łącznie z pozostałymi działaniami z priorytetowego zestawu działań, czyli budową dodatkowych wpustów kanalizacyjnych lub odwodnień liniowych, przebudową kanalizacji łącznie ze skierowaniem odpływu do polderu – polder zostanie wykorzystany nie tylko jako retencja wód Strawy, ale również jako retencja wody deszczowej z kanalizacji.
10. Do zestawu działań priorytetowych włączono również przełożenie wylotu kanalizacji DN1000 pod mostem w ul. 1 Maja. Nowy wylot proponuje się zlokalizować poniżej mostu. Efekty tego działania nie są możliwe do odwzorowania w modelu bez jego uprzedniej kalibracji na pomiary wykonane w czasie ulewnych opadów. Niemniej jednak, należy uznać, że przełożenie wylotu z „wąskiego gardła – spod mostu” przyczyni się do obniżenia poziomu wody na odcinku gabionowym.
11. W koncepcji zaproponowano alternatywny zestaw działań który także pozwoli zlikwidować problem zalewania „ryneczku”. Wariant ten również zakłada realizację działań o charakterze retencyjnym, ale w postaci dwóch podziemnych zbiorników zlokalizowanych na sieci kanalizacyjnej. Wariant ten nie zakłada retencji na Strawie.
12. Analiza kosztów obu rozpatrywanych zestawów wykazała, że tańszym zestawem jest priorytetowy zestaw działań. Szacunkowy koszt realizacji działań dla tego zestawu wynosi około 9,3 mln złotych, w stosunku do około 20,7 mln złotych dla alternatywnego zestawu. Tak duża różnica wynika, z dużych kosztów budowy zbiorników podziemnych w stosunku do kosztu polderu zalewowego.
13. Przeprowadzone modelowanie wskazało, że lepsze efekty osiąga priorytetowy zestaw działań niż wariant alternatywny. Oba zestawy działań likwidują podtopienia „ryneczku” przy opadzie 10%, ale modelując priorytetowy zestaw działań uzyskano około 30 cm zapasu między poziomem wody, a poziomem terenu w najniższej położonej studni kanalizacyjnej, a dla alternatywnego zestawu tylko 8 cm.
14. Należy zaznaczyć, że modelowanie obu zestawów działań zostało przeprowadzone z uwzględnieniem wykonanej i planowanej do wykonania regulacji koryta Strawy przez Zarząd Dróg i Utrzymania Miasta w Piotrkowie Trybunalskim na odcinku od ulicy 1 Maja do torów kolejowych.
15. Jako działania wspomagające efektywność priorytetowego zestawu wskazano zwiększenie światła mostu w ulicy 1 Maja oraz wykonanie większej regulacji koryta w stosunku do regulacji Zarządu Dróg i Utrzymania Miasta. Uzyskano efekt w postaci obniżenie poziomu wody na odcinku gabionowym o dodatkowe około 15 cm. W związku z czym, udrożnienie odpływu jest korzystne, ale nie zwiększa istotnie efektywności priorytetowego zestawu działań.
16. Poza krytyczną lokalizacją jako miejsca problemowe wskazano również obszary, gdzie zasięg zalewu od Strawy dla przepływu Q10% obejmuje tereny zabudowane. Dla tych lokalizacji przewidziano działania dodatkowe w postaci odcinkowej regulacji koryta Strawy (powyżej ronda w ul. Kostromska i Polna) oraz zwiększenia światła przepustu w ulicy Źródlanej.