

KONCEPCJA

**WRAZ ZE WSTĘPNYM WSKAZANIEM ROZWIĄZAŃ MINIMALIZOWANIA
UJEMNEGO ODDZIAŁYWANIA W OBRĘBIE ULICY STAROMIEJSKIEJ**

Położenie: **MIASTO GLIWICE - część dzielnicy Stare Łabędy**
Specjalna Strefa Ekonomiczna w Gliwicach w zlewni
ciążącej do rzeki Kłodnica wylotów W2 i W-3

Zleceniodawca: **MIASTO GLIWICE**
ul. Zwycięstwa 21
44- 100 Gliwice

Biuro projektowe:

Autor opracowania:

Spis treści

1	Podstawa opracowania.....	4
2	Cel i zakres opracowania	4
3	Lokalizacja inwestycji	4
4	Wykorzystane materiały.....	5
5	Hydrologia	5
5.1	Obliczenia kanalizacji	5
5.1.1	Obliczenie opadu.....	5
5.1.2	Rozkład opadu	7
6	Przygotowanie danych.....	10
6.1	Dane geodezyjne	10
6.2	Przygotowanie danych do modelu hydrologicznego	11
6.3	Przygotowanie danych do modelu hydraulicznego	14
7	Hydraulika	15
7.1	Model hydrauliczny SWMM	15
7.2	Stan istniejący	17
7.2.1	Miejsca problematyczne	27
7.3	Wyniki z modelowania SWMM i zalecenia	38
7.3.1	Ulica Klasztorna od studzienki K180A do K156.....	38
7.3.2	Ulica Pokoju od studzienki K157 do K167	41
7.3.3	Ulica Wspólna od studzienki K188 do K171	43
7.3.4	Ulica Zacisze od studzienki od K154 do K29A.....	44
7.3.5	Ulica Staromiejska od studzienki K29A do K128	45
7.3.6	Kanał do wylotu W2 od studzienki K133 do W2.....	48
7.3.7	Ulica Staromiejska od studzienki K128 do K111	48
7.3.8	Kanał ulicy Staromiejskiej od studzienki KD15 do wylotu W3.....	50
7.3.9	Kanał od studzienki KR8 do KD6	51
7.3.10	Ulica Niepaszycka od studzienki K241 do K216.....	53
7.3.11	Ulica Niepaszycka od studzienki K205 do KD1	55
7.3.12	Kanał od studzienki K223 do K230	58
7.3.13	Ulica Murarska od studzienki K83 do K89.....	59
7.3.14	Ulica Sojki od studzienki K102 do K97	60
7.3.15	Kanał od studzienki od K89 do K4A	61
7.3.16	Ulica Leona Wyczółkowskiego od studzienki K19A do K112.....	64
7.3.17	Ulica Gustawa Eiffła od studzienki K320 do K50	66
7.3.18	Ulica Gustawa Eiffła od studzienki K44 do K50	68
7.3.19	Ulica Gustawa Eiffła od studzienki K23 do K18	70

Koncepcja wraz ze wstępnym wskazaniem rozwiązań minimalizowania ujemnego oddziaływania w obrębie ulicy Staromiejskiej	
7.3.20 Ulica Alberta Einsteina od studzienki K1 do K18	72
7.3.21 Ulica Alberta Einsteina od studzienki od K18 do K35.....	74
7.3.22 Ulica Klasztorna do Staromiejskiej od studzienki K169 do K133.....	77
7.3.23 Tabelaryczne zestawienie wyników	79
8 Proponowane rozwiązania.....	98
8.1 Proponowane rozwiązania w zlewni wylotu W2	98
8.2 Proponowane rozwiązania w zlewni wylotu W3	101
9 Wnioski	102
10 Załączniki.....	103

1 Podstawa opracowania

Podstawą wykonania jest umowa zawarta pomiędzy Zamawiającym Miastem Gliwice, 44-100 Gliwice, ul. Zwycięstwa 21 na opracowanie dokumentacji wykonania koncepcji wraz ze wstępnym wskazaniem rozwiązań zminimalizowania ujemnego oddziaływania w obrębie ul. Staromiejskiej

2 Cel i zakres opracowania

Z uwagi na występowanie zjawisk typu flas-flood – gwałtowna powódź spowodowana nagłymi, krótkimi opadami deszczu zostało zlecone opracowanie koncepcji mającej na celu oceny wpływu istniejących budowli po trasie istniejącego kolektora na modelu hydrologiczno-hydraulicznego oraz wskazanie niezbędnych rozwiązań. Powodzie typu flash-flood występują na całym świecie. Mogą pojawić się w miejscu wystąpienia opadu lub w oddaleniu od niego. Pojawiają się również z dala od rzek, na terenach, które w momencie wystąpienia gwałtownego opadu są drogą spływu strumienia wody. Gwałtowna powódź jest spowodowana najczęściej opadem o dużym natężeniu, będącym źródłem dużej ilości wody, przewyższającej znacznie możliwości retencjonowania jej przez teren, a nawet urządzenia kanalizacyjne (nie projektowane na tak ekstremalne zjawiska) oraz gdy ilość napływającej wody przewyższa możliwości infiltracyjne gruntu. Znane są również przypadki takich zjawisk na terenach pustynnych, np. południowo-zachodnie Stany Zjednoczone, a nawet na terenach pustynnych w krajach arabskich.

https://www.youtube.com/watch?v=pU1p4_eDdzA

https://www.youtube.com/watch?time_continue=17&v=CPJvxpEvPIE

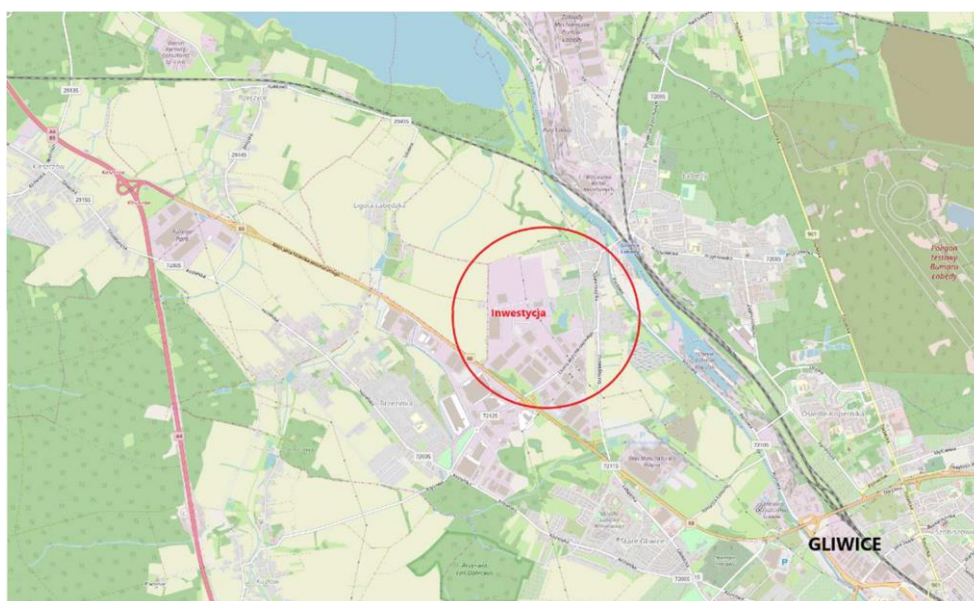
<https://www.youtube.com/watch?v=hZVkk75-fUM>

<https://www.youtube.com/watch?v=RluoQW0t2yQ>

<https://www.wimp.com/a-flash-flood-in-the-desert-looks-unreal/>

3 Lokalizacja inwestycji

Inwestycja zlokalizowana jest w powiecie miejskim Gliwice w województwie śląskim.



Rysunek 1 Lokalizacja inwestycji

4 Wykorzystane materiały

1. Biuro Projektowo – Handlowe „EKOPROJEKT”, „Operat wodnoprawny na odprowadzenie wód opadowych i roztopowych do rzeki Kłodnicy wylotem W3.5 w km 40+820”, Zabrze listopad 2016 r.
2. Edel Roman, „Odwodnienie dróg”, WKiŁ, Warszawa 2000,
3. Kotowski Andrzej, „Podstawy bezpiecznego wymiarowania odwodnienia terenów”, Siedl-Przywecki, Warszawa 2011,
4. Wałęga Andrzej, Radecki-Pawlik Artur, Kaczor Grzegorz, „Naturalne sposoby zagospodarowania wód opadowych”, Wydawnictwo UR w Krakowie, Kraków 2013.
5. Bartosz Kaźmierczak, Andrzej Kotowski, „Weryfikacja przepustowości kanalizacji deszczowej w modelowaniu hydrodynamicznym”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2012,
6. Szpindor Adam, „Zaopatrzenie w wodę i kanalizacja wsi”, Arkady, Warszawa 1992,
7. PN-EN 752:2017-06, „Zewnętrzne systemy odwadniające i kanalizacyjne -- Zarządzanie systemem kanalizacyjnym.”
8. Plan sytuacyjny – instalacja zewnętrzna kanalizacji deszczowej, „Budowa Zakładu Produkcyjno-Magazynowego "Johnson Matthey Auto-Catalyst Plant" w Skład Którego Wchodzi: Budynek o Funkcji Administracyjno-Socjalnej z Laboratorium Kontroli Jakości, Budynki Produkcyjne, Magazynowe oraz Budowle wraz z Zagospodarowaniem Terenu, Obiektami Małej Architektury, Infrastrukturą Techniczną Wewnętrzną Zewnętrzną oraz Układem Drogowym, Usytuowanego na Działkach ew. nr 2/3, 3/4, 4/3, 7, 9, 10, 197, 198, 199, 345, 348/2; Zlokalizowanych w Katowickiej Specjalnej Strefie Ekonomicznej - Podstrefa Gliwice w Rejonie Ulic Einsteina, Klasztornej, Pszennej w Gliwicach”

5 Hydrologia

Obliczenia hydrologiczne wykonano zgodnie z obowiązującymi tendencjami w hydrologii miejskiej i dokonanej weryfikacji powszechnie stosowanych modeli opadów stosowane w Polsce w publikacji Kotowskiego [3]. Dopuszcza się używanie modeli Błaszczyka w zakresie częstości deszczu $C=1$ w pewnych modyfikacjach, natomiast dla częstości deszczu C od 2-10 lat zleca się model Bogdanowicz-Stachy. Dla wymiarowania zbiorników retencyjnych zaleca się zwiększenie częstości deszczu z uwagi na zapewnienie niezawodności działania systemów odwodnieniowych. W przypadku zlewni o powierzchni > 2 [km²] do obliczeń przepustowości kanalizacji zaleca się stosowanie modeli hydrodynamicznych oraz rozkładów opadów modelowych np. Eulera typ II.

5.1 Obliczenia kanalizacji

Do obliczeń kanalizacji wykorzystano model hydrodynamiczny SWMM, w związku z tym konieczne było określenie natężenia opadu oraz rozkładu opadu.

5.1.1 Obliczenie opadu

Prawdopodobieństwo pojawienia się deszczu określa stopień bezawaryjnego działania urządzeń odwadniających, a więc ze względu na kryterium ekonomiczne. Sieci na rozpatrywanym obszarze przebiegają przez tereny mieszkaniowe, tereny usług i przemysłu – kategoria III. Dla takich obszarów do wymiarowania kanalizacji przyjmuje się wg [3] deszcz o projektowej częstości występowania – $c=5$ lat, $p=20\%$. Natomiast dla wymiarowania zbiorników retencyjnych oraz dla rowów otwartych ze względu na ich wagę w zapewnieniu niezawodności działania systemów odwodnienia w obrębie miast zaleca się stosowanie deszczu projektowego o częstości $c=10$ lat, $p=10\%$. Ponieważ na sieci kanalizacyjnej przewiduje się zbiorniki retencyjne oraz występują rowy, to przyjęto częstość $C=10$. Dla takich założeń zalecany jest model opadowy Bogdanowicz-Stachy opracowanego w IMGW w 1998 roku.

Koncepcja wraz ze wstępnym wskazaniem rozwiązań minimalizowania ujemnego oddziaływania w obrębie ulicy Staromiejskiej
Obliczenie padu dokonano zatem metodą Bogdanowicz-Stachy.

Ogólna postać wzoru:

$$P(e, t) = 1,42t^{0,33} + \alpha(R, t) \cdot (-\ln e)^{0,584}$$

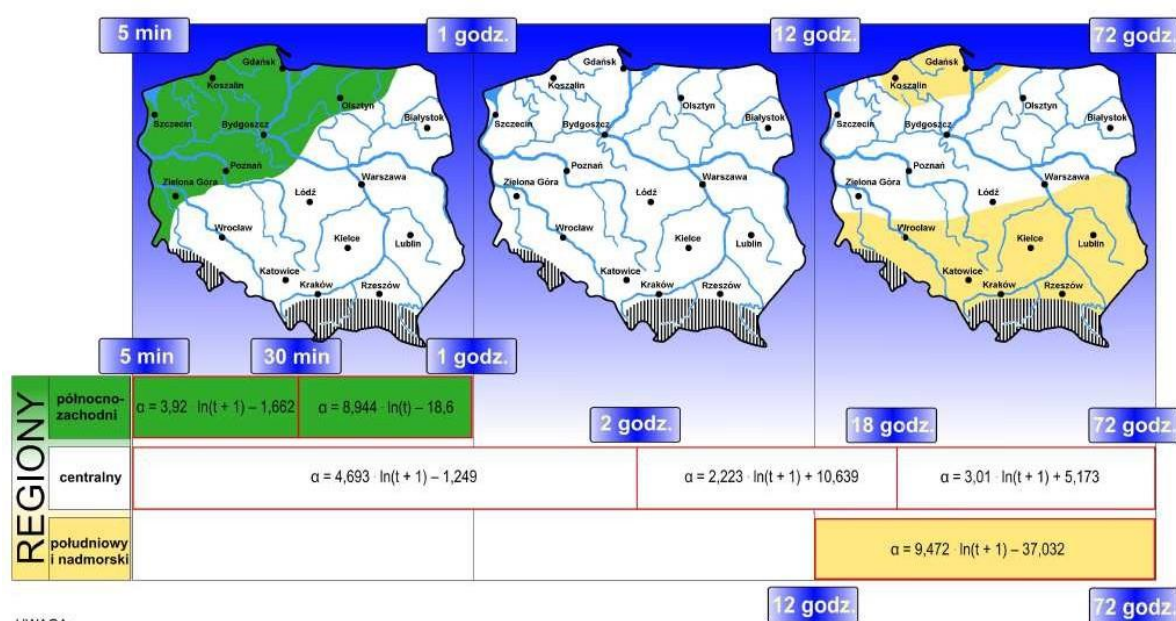
gdzie:

$P(p, t)$ – maksymalna wysokość opadu o czasie T i prawdopodobieństwie p [mm].

t – czas trwania deszczu [min]

p - prawdopodobieństwo przewyższenia opadu: $p (0;1]$,

$\alpha (R, t)$ – parametr skali zależny od regionu Polski i czasu t .



UWAGA:

Równania są ważne na obszarze kraju z wyjątkiem Sudetów i Karpat. Obliczenia parametrów $\alpha(t)$, $\alpha(R, t)$ oraz $P_{max}(t, p)$ należy wykonać z dokładnością 0,1 mm.

Do obliczeń opadów przyjęto różne czasy trwania deszczu:

$T = 5 \text{ min}, 15 \text{ min}, 30 \text{ min}, 60 \text{ min}, 120 \text{ min}, 180 \text{ min}, 240 \text{ min}, 360 \text{ min}, 480 \text{ min}, 960 \text{ min}, 1200 \text{ min}, 1440 \text{ min}.$

Otrzymano następujące wyniki. Dla częstości raz na 10 lat $C=10$, $p=10\%$

T	q	P
[min]	[l/s/ha]	[mm]
5	468	14
15	251	23
30	158	28
60	96	35
120	57	41
180	40	43
240	31	45
360	22	48

480	17	49
960	10	58
1200	8	58
1440	7	60

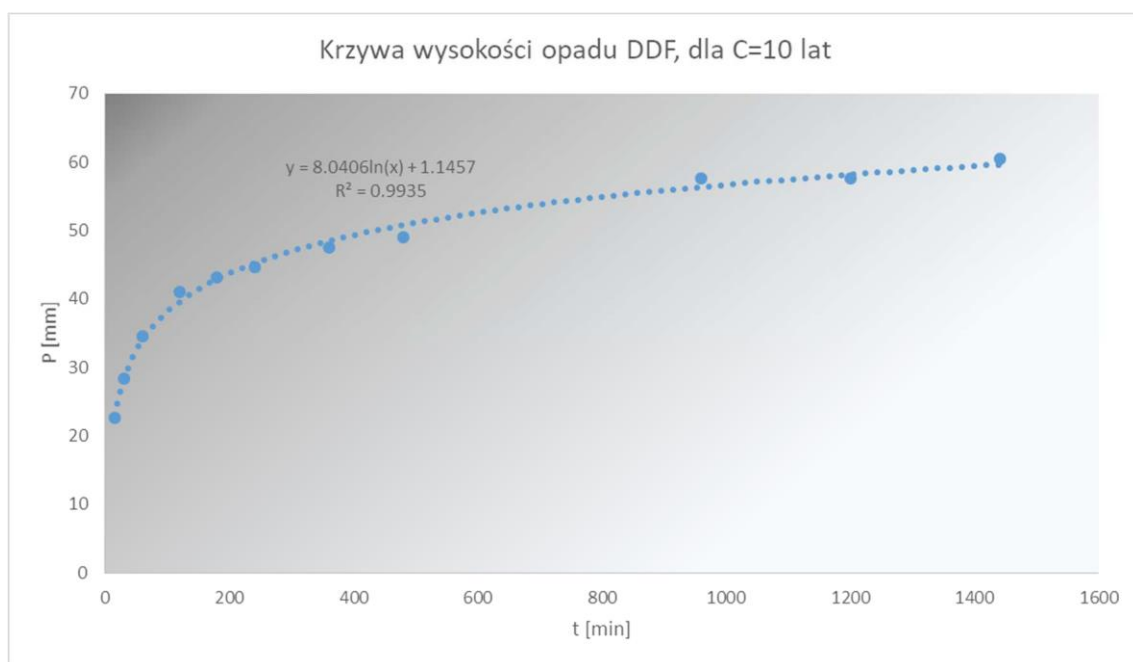
5.1.2 Rozkład opadu

Do skonstruowania hietogramu opadów użyto rozkładu Eulera Typ II zalecanego do modelowania kanalizacji miejskich w modelach hydrodynamicznych [5].

Z obliczonych opadów metodą Bogdanowicz-Stachy skonstruowano krzywe DDF – krzywe wysokości opadów. Oddzielnie skonstruowane krzywe dla opadów o czasie trwania do 15 minut i powyżej 15 minut.



Rysunek 2 Krzywa wysokości opadu dla częstotliwości C=10 oraz czasów trwania od 5 do 15 minut



Rysunek 3 Krzywa wysokości opadu dla częstotliwości C=10 oraz czasów trwania od 15 do 1440 minut

Koncepcja wraz ze wstępnym wskazaniem rozwiązań minimalizowania ujemnego oddziaływania w obrębie ulicy Staromiejskiej

Czas trwania deszczu miarodajnego przyjmuje się w zależności od długości sieci i prędkości przepływu oraz czasu koncentracji terenowej, przy czym dla czasów krótszych od 10 minut przyjmuje się 10 minut. W przypadku modelowania można sprawdzić w samym modelu, który czas trwania deszczu powoduje największy przepływ. Sprawdzono czas przepływu na kilku odcinkach testowych:

Tabela 1 Zestawienie czasów przepływu

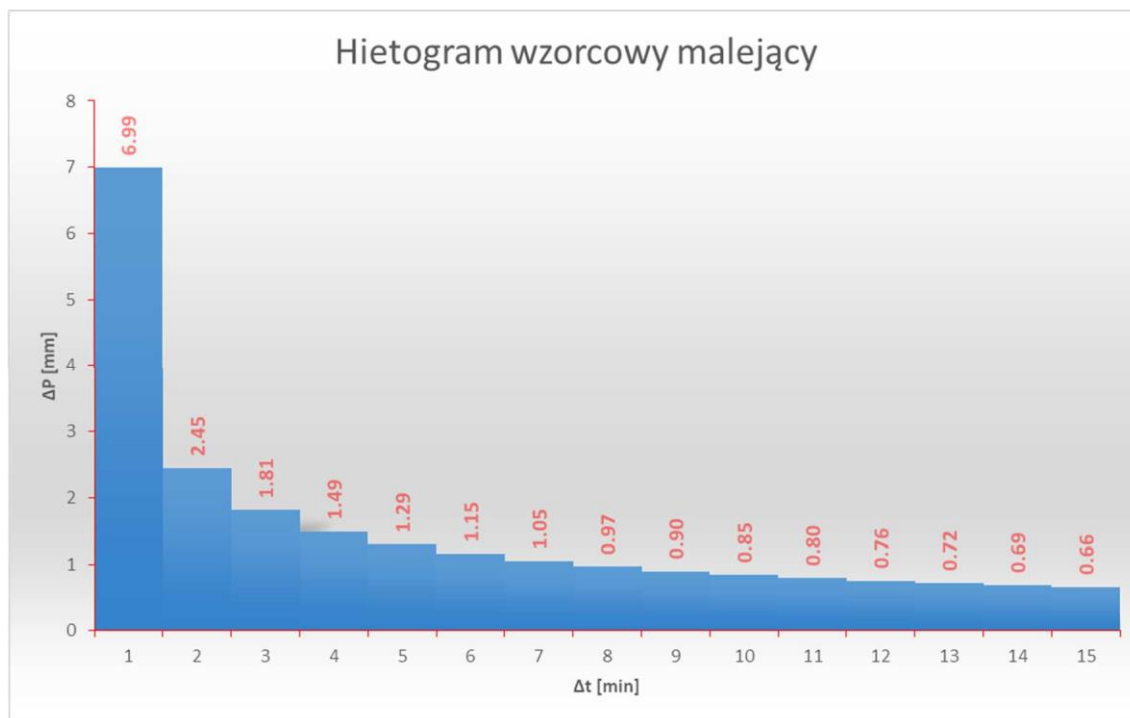
Wylot	Odcinek	Czas przepływu [min]
W2	L_K180A-K303	8
	L_K157-K303	8
	L_K154-K303	5
W3	L_K1-K36	15
	L_K56-KR1	8
	L_K320-KR4	14
	L_K19A-KD10	10
	L_K241-KD10	6

Przyjęto zatem czas trwania deszczu miarodajnego równy przepływowi w systemie kanalizacji równy 15 minut [3].

Skonstruowano wzorcowy hietogram malejącego natężenia deszczu dla czasu trwania 15 minut.

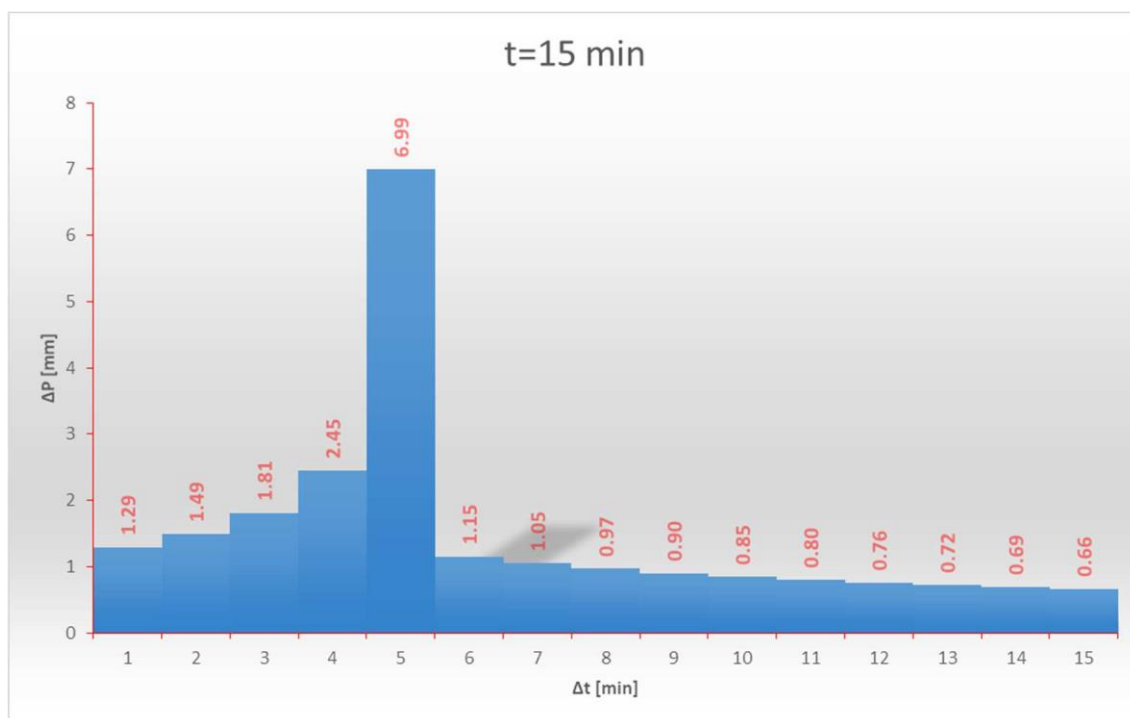
Tabela 2 Wzorcowy hietogram malejący

t	dt	$P(p,t)$	$\Delta P(p,t)$	$\Delta P(p,t)$	$\Delta P(p,t)$	$\Delta P(p,t)$
[min]	[min]	[mm]	[mm]	[mm/min]	[mm/h]	[l/s ha]
1	1	7	6.99	6.99	419.69	1166.03
2	1	9	2.45	2.45	146.87	408.05
3	1	11	1.81	1.81	108.71	302.02
4	1	13	1.49	1.49	89.56	248.82
5	1	14	1.29	1.29	77.57	215.51
6	1	15	1.15	1.15	69.18	192.21
7	1	16	1.05	1.05	62.91	174.77
8	1	17	0.97	0.97	57.99	161.12
9	1	18	0.90	0.90	54.01	150.05
10	1	19	0.85	0.85	50.70	140.87
11	1	20	0.80	0.80	47.90	133.08
12	1	21	0.76	0.76	45.49	126.39
13	1	21	0.72	0.72	43.39	120.54
14	1	22	0.69	0.69	41.53	115.39
15	1	23	0.66	0.66	39.88	110.81



Rysunek 4 Wzorcowy hietogram malejący

Następnie przekształcono go w hietogram opadu rozkładu Eulera typ II.



Rysunek 5 Hietogram opadu rozkładu Eulera typ II.

Tak przygotowany hietogram deszczu miarodajnego, modelowego wprowadzono do modelu WSMM.

6 Przygotowanie danych

Do zbudowania modelu hydrodynamicznego konieczne były dane geodezyjne oraz na ich podstawie przygotowanie danych niezbędnych do określenia parametrów modelu hydrodynamicznego.

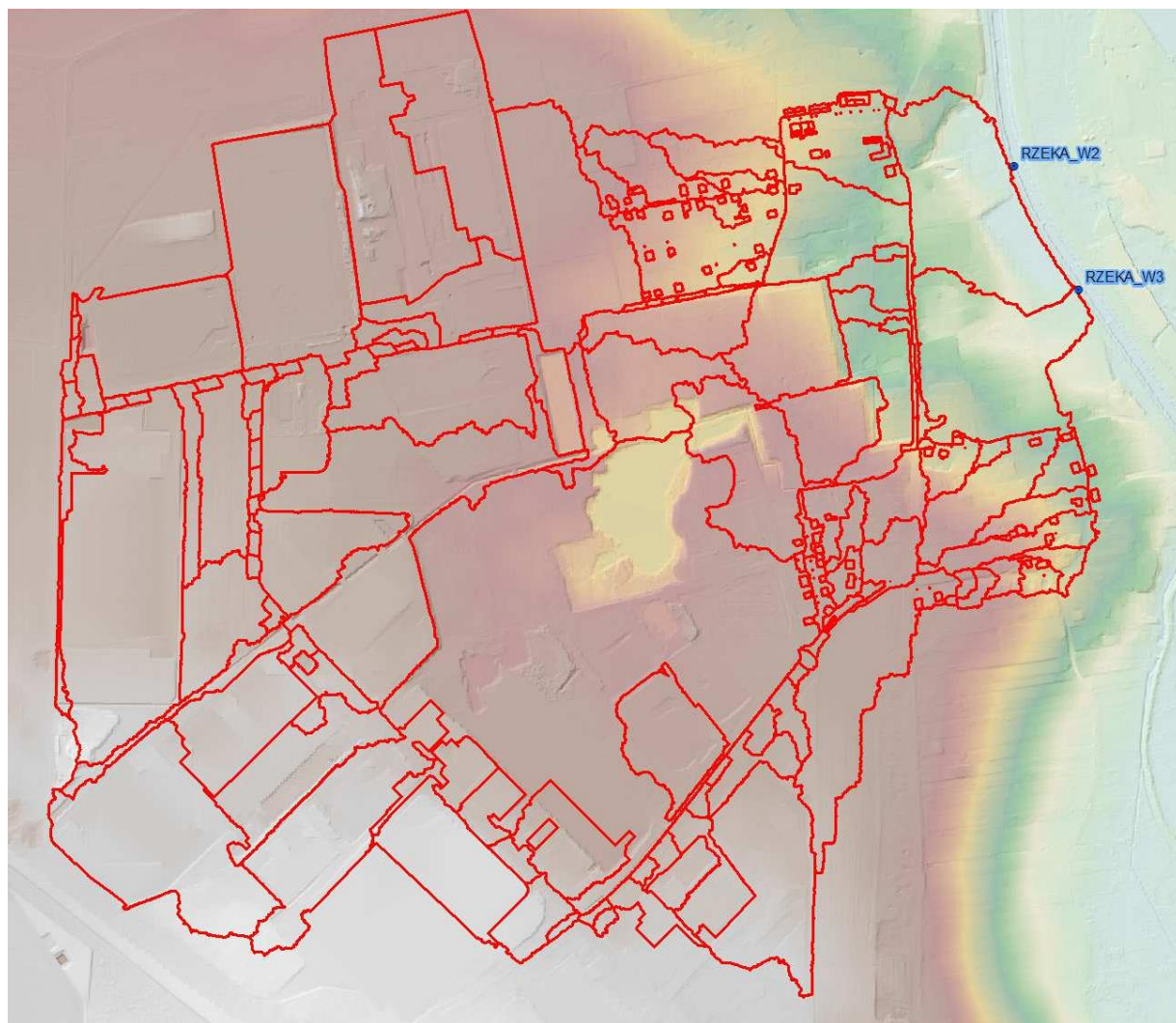
6.1 Dane geodezyjne

Wykonane zostały pomiary inwentaryzacyjne sieci kanalizacyjnych uchodzących do wylotów W2 i W3 wraz z pomiarem wysokościowym oraz aktualizacja mapy o przebiegu sieci oraz średnice. Mapa stanowi załącznik nr 1.

Wykonano aktualną ortofotomapę i numeryczny model terenu (NMT) dla całego obszaru zlewni.



Rysunek 6 Fragment ortofotomapy na obszarze zlewni

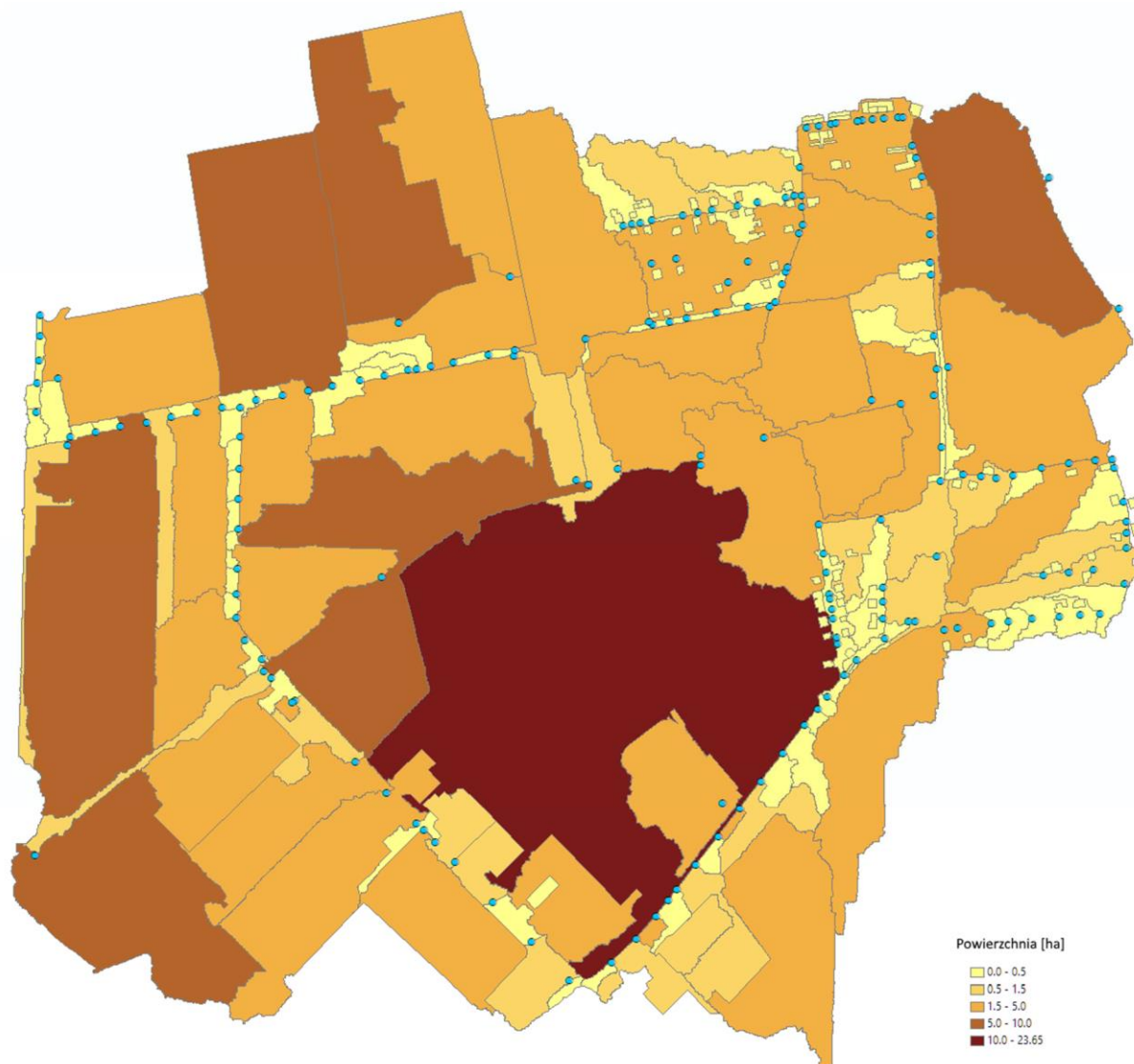


Rysunek 7 Model terenu na obszarze zlewni

6.2 Przygotowanie danych do modelu hydrologicznego

Pierwszym etapem było wyznaczenie granic zlewni. Użyto do tego celu numerycznego modelu terenu NMT i wygenerowano na tej podstawie granice zlewni w aplikacji GIS, a następnie zmodyfikowano je tak by dostosować do przebiegu kanalizacji i lokalizacji wlotów do kanalizacji lub miejsca charakterystycznego. Każda zlewnia odpowiada jednemu punktowi wlotowemu na sieci kanalizacyjnej. Na poniższym rysunku przedstawiono zlewnie w zależności od ich powierzchni. Największa zlewnia znajduje się centralno-południowym obszarze odwadnianego terenu i jest to zlewnia ciążąca do naturalnego zbiornika wodnego służącego jako staw dla celów wędkarskich – powierzchnia zlewni 23.65 [ha]. Najmniejsze zlewnie to powierzchnie dachów pojedynczych budynków podłączonych bezpośrednio do kanalizacji – rząd wielkości poniżej 0.02 [ha].

NMT stanowił wejście do wielu rodzaju parametrów modelu związanych z obiektem typu powierzchniowego jakim jest zlewnia.



Rysunek 8 Granice zlewni w zależności od powierzchni zlewni

Pierwszym parametrem charakteryzującym zlewnie obliczonym w oparciu o NMT był średni spadek zlewni cząstkowej i [%]. Obliczono go jako iloraz różnicy wzniesienia najwyższego punktu w zlewni W_{max} [m n.p.m.] i wzniesienia punktu obliczeniowego W_d [m n.p.m.] oraz pierwiastka kwadratowego z powierzchni zlewni F [m²].

$$i = \frac{W_{Nas} - W_d}{\sqrt{F}} \cdot 100\%$$

Kolejnym parametrem była szerokość hydrauliczna zlewni W [m], którą obliczono wg następującego wzoru:

$$W = 1.5 \cdot \sqrt{F}$$

gdzie F to powierzchnia cząstkowa zlewni [m²].

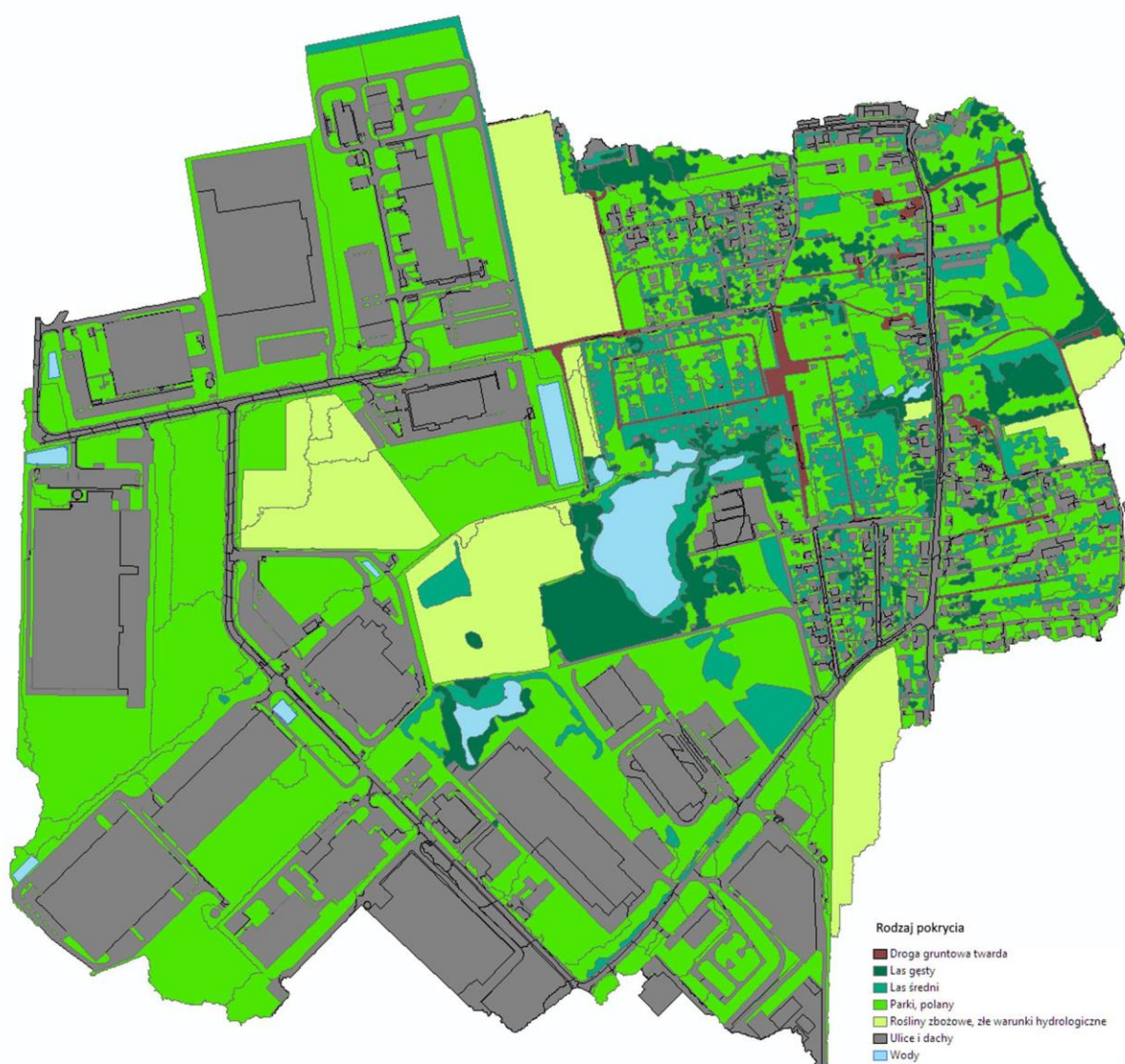
W modelu SWMM zlewnia cząstkowa jest reprezentowana przez prostokąt o zadanej powierzchni i szerokości hydraulicznej W .

Następnie na podstawie danych przygotowanych przez geodetów i ortofotomapy określono rodzaje pokrycia terenu na obszarze zlewni. Dane te sklasyfikowano następnie w grupy pokrycia terenu dla wyznaczenia liczby krzywej CN. Przyjęto II stopień uwilgotnienia AMC II. Dla tych klas pokrycia terenu

Koncepcja wraz ze wstępnym wskazaniem rozwiązań minimalizowania ujemnego oddziaływania w obrębie ulicy Staromiejskiej przyjęto w podobny sposób stopień uszczelnienia zlewni. Wartości CN oraz szczelności dla poszczególnego rodzaju pokrycia przyjęto jak w tabeli poniżej.

Tabela 3 Wartość numeru krzywej CN i szczelności w zależności od rodzaju pokrycia

PokrycieCN	CN_D_AMCII	Szczelność
Droga gruntowa twarda	92	0.6
Las gęsty	77	0.1
Las średni	79	0.15
Parki, polany	80	0.2
Rośliny zbożowe, złe warunki hydrologiczne	88	0.1
Ulice i dachy	98	0.9
Wody	100	1



Rysunek 9 Rodzaje pokrycia terenu w poszczególnych zlewniach

Dla każdej zlewni cząstkowej parametr CN obliczono wg wzoru:

$$CN_M = \frac{1}{A} \cdot \sum_{i=1}^n CN_i \cdot \Delta A_i$$

gdzie:

CN_W – średnia ważona wartość parametru CN w zlewni,

CN_i – wartość parametru CN dla części zlewni ,

A – powierzchnia zlewni $A = \sum \Delta A_i$ [km²].

Stopień uszczelnienia terenu w danej zlewni cząstkowej obliczono w takim sam sposób jak wartość parametru CN, czyli jako średnią ważoną.

6.3 Przygotowanie danych do modelu hydraulicznego

Podstawowymi danymi do modelu hydraulicznego były dane geodezyjne pochodzące z inwentaryzacji sieci kanalizacyjnej – przebiegi sieci. W aplikacji GIS przygotowano układ sieci kanałów i studzienek na bazie zaktualizowanej mapy zasadniczej. Usytuowane przestrzennie elementy sieci kanalizacyjnej było następnie odzwierciedlone w modelu hydraulicznym.



Rysunek 10 Geometria kanałów i studzienek sieci kanalizacyjnej wykorzystana do budowy modelu

Pomiary geodezyjne takie jak średnice, wymiary, rzędne były podstawą do opisu takich elementów modelu jak węzły i kanały. Podstawowymi parametrami definiującymi przewody to rzędna początkowa i końcowa dna kanału, długość kanału oraz średnica przewodu lub wysokość przekroju, gdy jest inny

niż kołowy. Spadek dna kanału został obliczony na podstawie różnicy rzędnych na początku i końcu odcinka oraz jego długości. Do opisu węzła, należało podać rzędną dna oraz dopuszczalną wysokość piętrzenia (max depth), która została utożsamiona z rzędną terenu. Do opisu odkrytych odcinków kanalizacji w postaci rowów były rzędne i wymiary oraz dane odczytane z NMT.

7 Hydraulika

7.1 Model hydrauliczny SWMM

Do przeprowadzenia obliczeń zastosowano oprogramowanie Storm Water Management Model (SWMM), który jest najstarszym programem do hydrodynamicznego modelowania działania kanalizacji. Program ten został opracowany przez Amerykańską Agencję Ochrony Środowiska (US EPA) w 1971 r. Program SWMM składa się z trzech podstawowych, zintegrowanych ze sobą części: bazy danych, modułu obliczeniowego oraz modułu graficznego. W bazie danych gromadzone są m.in. informacje dotyczące struktury modelowanej sieci kanalizacyjnej oraz wyniki obliczeń. Moduł obliczeniowy pobiera z bazy danych parametry systemu wraz z charakterystyką opadu i wykonuje obliczenia hydrologiczno-hydrauliczne, przekazując wyniki z powrotem do bazy danych. Obliczenia przebiegają etapami. Najpierw następuje wyznaczanie opadu efektywnego, który jest następnie przekształcany w odpływ ze zlewni. Jest to hydrologiczna część obliczeń. W części hydraulicznej wyznaczany jest przepływ w sieci kanałów, wywołany obliczonym w poprzednim etapie odpływem wód deszczowych ze zlewni. Program umożliwia też symulowanie zjawiska wypływu ścieków na powierzchnię terenu. Oprócz odpływu wód deszczowych można też obliczać spływ wód roztopowych z topnienia pokrywy śnieżnej czy też śledzić zmiany jakości ścieków w czasie przepływu w sieci.

Zlewnia cząstkowa

W programie SWMM zlewnia cząstkowa jest reprezentowana przez prostokąt o zadanej powierzchni i szerokości. Do obliczeń odpływu zlewnia dzielona jest na dwa rodzaje powierzchni: przepuszczalną, na której jest rozpatrywana infiltracja, i nieprzepuszczalną. Odpływ liczony jest oddzielnie dla każdej z powierzchni, a następnie sumowany. W opisie zlewni niezbędne jest podanie udziału powierzchni nieprzepuszczalnej w łącznej powierzchni zlewni (stopnia uszczelnienia terenu) oraz współczynników charakteryzujących straty hydrologiczne (różne dla obu rodzajów powierzchni). Wielkość tych współczynników ma wpływ na wielkość opadu efektywnego, a w rezultacie na wielkość odpływu. Podstawowe parametry charakteryzujące zlewnię cząstkową to:

- powierzchnia zlewni,
- udział powierzchni uszczelnionej,
- udział powierzchni uszczelnionej bez retencji początkowej,
- spadek zlewni,
- szerokość hydrauliczna zlewni,
- współczynniki szorstkości dla powierzchni nieutwardzonej i utwardzonej,
- retencja powierzchniowa na terenie nieutwardzonym i utwardzonym,
- numer węzła obliczeniowego sieci, do którego przyłączona jest zlewnia,
- parametry infiltracji.

Infiltracja w SWMM może być opisana za pomocą 5 różnych modeli:

- klasyczna metoda Hortona,
- zmodyfikowana metoda Hortona
- metoda Green-Ampta,
- zmodyfikowana metoda Green-Ampta,
- metoda SCS.

Odpięwy kanałowe

Program SWMM pozwala na odwzorowywanie kanałów otwartych, kanałów zamkniętych o przepływie swobodnym oraz kanałów zamkniętych o przepływie ciśnieniowym grawitacyjnym (np. przeciążone kolektory) lub wymuszonym (np. przewody tłoczne pompowni). W programie zdefiniowanych jest wiele przekrojów poprzecznych, ale użytkownik może też wprowadzać kanały o dowolnych przekrojach. Wykorzystywany w obliczeniach spadek dna kanału jest obliczany na podstawie różnicy rzędnych na początku i końcu odcinka oraz jego długości.

Podstawowe parametry definiujące przewody są następujące:

- rodzaj przekroju poprzecznego kanału;
- powierzchnia przekroju poprzecznego przewodu (gdy jest inny niż kołowy);
- średnica przewodu (lub wysokość przekroju, gdy jest inny niż kołowy);
- szerokość przekroju przewodu (gdy jest inny niż kołowy);
- długość przewodu;
- rzędna początkowa dna kanału;
- rzędna końcowa dna kanału;
- współczynnik szorstkości przewodu (n) do wzoru Manninga.

Obliczenia modelowe

Przepływ w modelu SWMM może być obliczany za pomocą 3 metod:

- Metoda przepływu ustalonego (Steady flow routing)
- Metoda fali kinematycznej (Kinematic wave routing)
- Metoda fali dynamicznej (Dynamic Wave Routing)

Do obliczeń wybrano metodą fali dynamicznej. Metoda ta wykorzystuje równania Saint - Venanta oraz równania ciągłości tworząc układ równań różniczkowych pierwszego rzędu opisujących nieustalony ruch wolnozmienny. Uwzględnia ona przepływ pod ciśnieniem oraz sytuację, kiedy nadmiar przepływu wydostaje się przez studzienki na zewnątrz i może być retencjonowany do czasu obniżenia się poziomu ścieków w przewodach, po czym zostaje z powrotem wprowadzony do systemu kanalizacji. Ponadto metoda fali dynamicznej uwzględnia retencję kanałową, spiętrzenie przepływu, straty na wlocie i wylocie do kanału, zmianę kierunku przepływu.

Pozostałe założenia do obliczeń symulacyjnych:

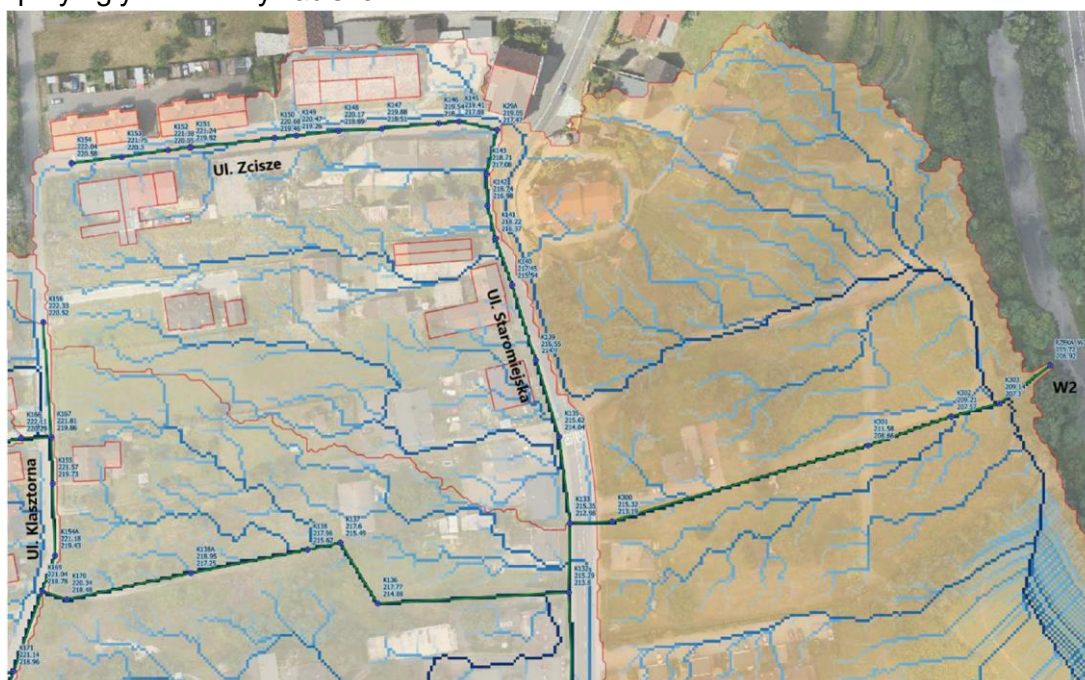
- obliczenia infiltracji wykonywano za pomocą metody SCS,
- obliczenia strat ciśnienia w przewodach podczas przepływu pod ciśnieniem wykonywano za pomocą wzoru Darcy-Weisbacha,
- współczynnik szorstkości Manninga n dla kanałów przyjęto 0,013,
- głębokość retencji powierzchniowej dla terenów nieprzepuszczalnych 1.6 lub 1.27 [mm],
- głębokość retencji powierzchniowej dla terenów przepuszczalnych 6.4 [mm].

Oprócz kanałów, podstawowymi elementami struktury grafu systemu kanalizacyjnego są węzły. Mogą być utożsamiane ze studzienkami i komorami w rzeczywistych systemach. Służą przede wszystkim do łączenia ze sobą poszczególnych odcinków kanałów. Aby opisać węzeł, należy podać rzędną dna oraz dopuszczalną wysokość piętrzenia ścieków, która może odpowiadać np. z rzędnej terenu. Specjalnym rodzajem węzłów są wyloty do odbiornika. Możliwe jest modelowanie wylotów jako swobodnych oraz częściowo lub całkowicie zatopionych. Program SWMM umożliwia zadanie na wylocie stałej lub zmieniającej się w czasie wartości rzędnej zwierciadła wody w odbiorniku.

7.2 Stan istniejący

Model obliczeniowy obejmuje tereny odwadniane przez system kanałów deszczowych, których wyloty zlokalizowane są w 42+425 (wylot W2) oraz 42+425 (wylot W3) km rzeki Kłodnicy na terenie miasta Gliwice. Modelowane zlewnie obejmuje kolektory deszczowe, które odwadniają fragmenty następujących ulic idąc od wylotów:

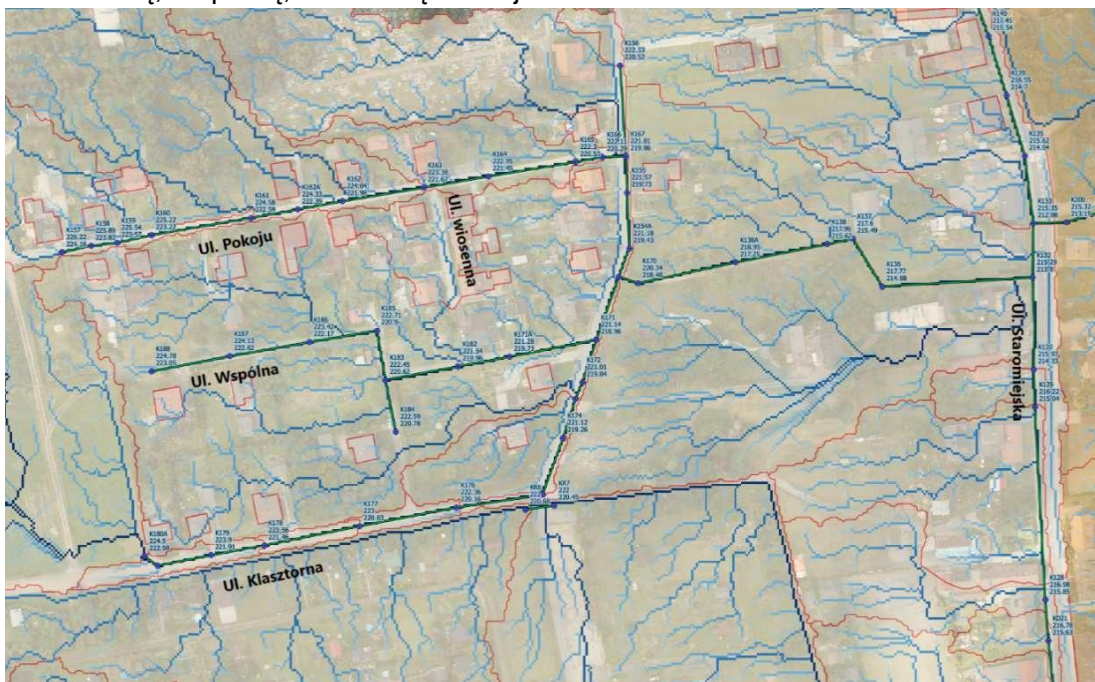
- W2 – kanał biegnie w stronę wschodnią do ulicy Staromiejskiej, z której przejmuję część wód. Z ulicy Staromiejskiej przejmuję wody od studzienki K133 na północ do studzienki K29A oraz z działek przyległych do ulicy Zacisze.



Rysunek 11 Wylot W2 - część północna kanalizacji w ul. Staromiejskiej

Koncepcja wraz ze wstępnym wskazaniem rozwiązań minimalizowania ujemnego oddziaływania w obrębie ulicy Staromiejskiej

Południowa część kolektora przejmuje wody z ulicy Staromiejskiej na odcinku studzienek K133 – K128, a przy studzienice K132 łączy się w stronę wschodnią z kolektorem odwadniającym ulice Klasztorną, Wspólną, Wiosenną i Pokoju.



Rysunek 12 Wylot W2 - część południowa kanalizacji w ul Staromiejskiej

- W3 – kanał biegnie w stronę wschodnią do ulicy Staromiejskiej oraz w stronę południową skąd przejmuje wody z ulicy Nipaszyckiej. Część kanału dochodząca do ulicy Staromiejskiej rozdziela się na południe i północ wzdłuż ulicy Staromiejskiej oraz na zachód w stronę ogródków działkowych. Część północna łączy się z kanalizacją wylotu W2 ale tylko krótki odcinek tego kanału, około 50 [m] do studzienki K128, przejmuje wody z kierunku północnego ulicy Staromiejskiej do wylotu W3.



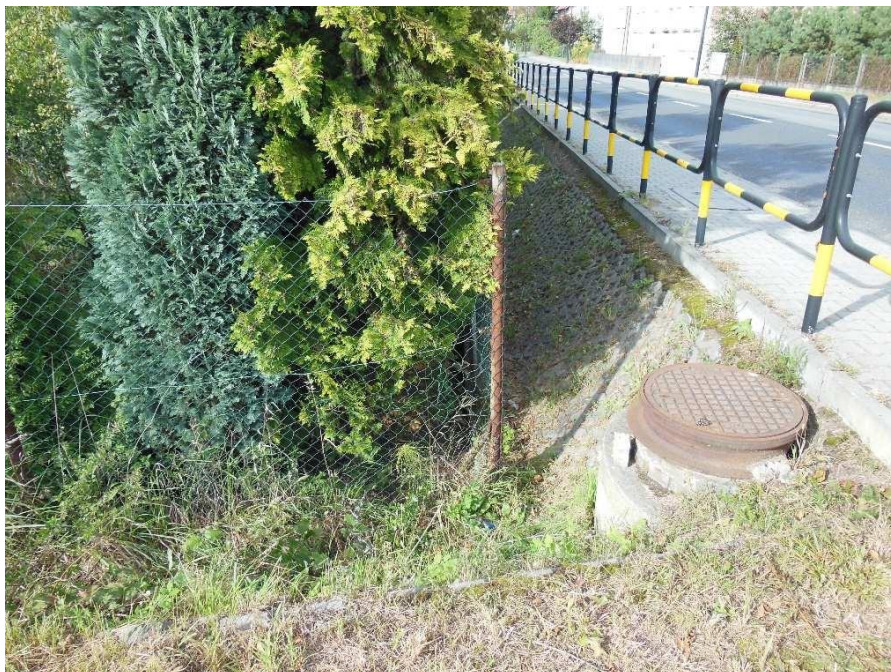
Rysunek 13 Wylot W3 - rejon ul Staromiejskiej kanalizacji



Rysunek 14 Wylot W3 - nasyp ulicy Staromiejskiej stanowiący barierę dla spływu wód powierzchniowych (prawa strona)

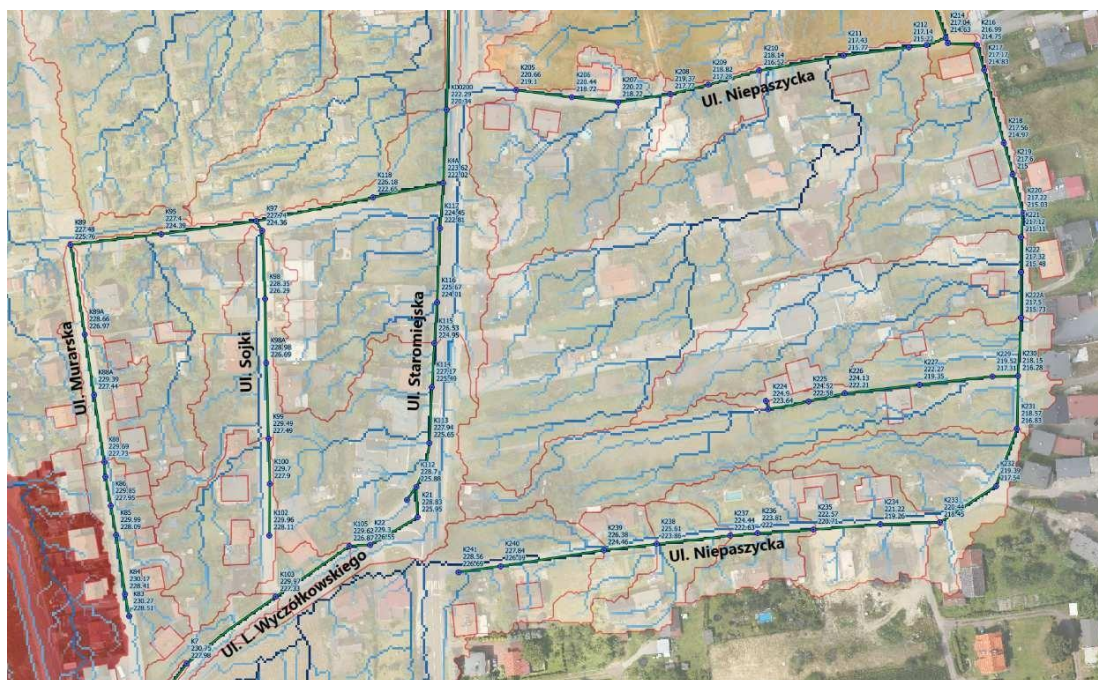


Rysunek 15 Wylot W3 - nasyp ulicy Staromiejskiej stanowiący barierę dla spływu wód powierzchniowych

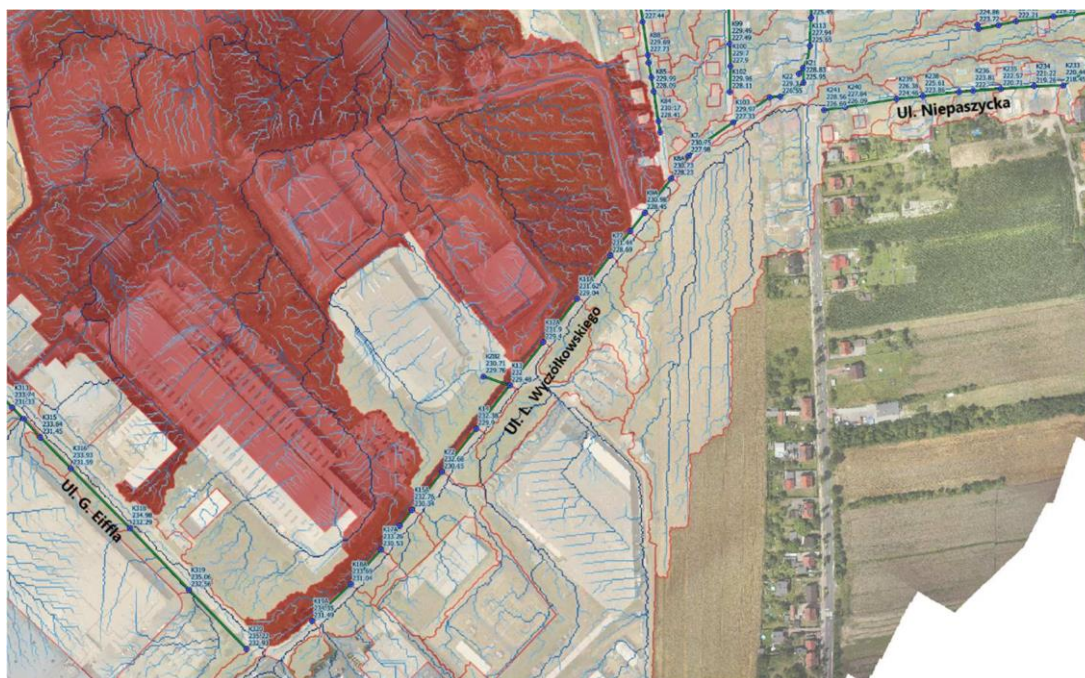


Rysunek 16 Wylot W3 - nasyp ulicy Staromiejskiej stanowiący barierę dla spływu wód powierzchniowych (lewa strona)

Część południowa przejmuje wody z ulic Sojki i Murarskiej, a następnie skręca na południowy - zachód wzdłuż ulicy Leona Wyczółkowskiego na długości około 700 [m].

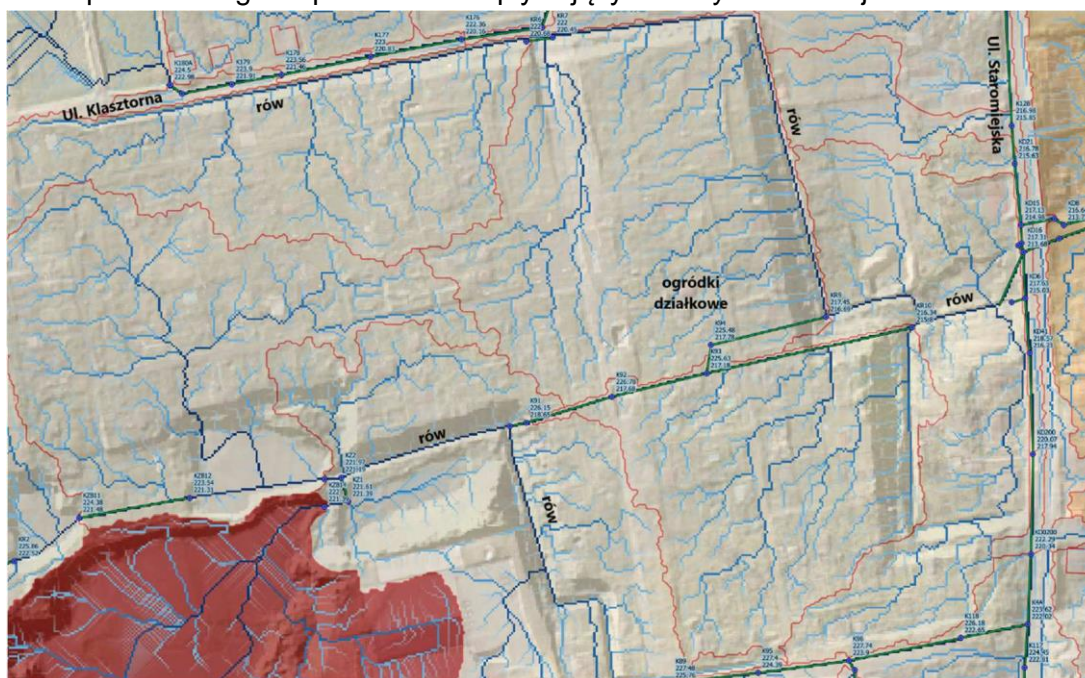


Rysunek 17 Wylot W3 - część południowa kanalizacji w ul Staromiejskiej



Rysunek 18 Wylot W3 - odcinek kanalizacji w ul. Leona Wyciółkowskiego

Część kanału na zachód od ulicy Staromiejskiej w stronę ogródków działkowych biegnie rowem odkrytym, który po 50 [m] rozwidla się na zachód do kanału pod nasypem na którym zlokalizowane są ogródki działkowe oraz na północ omijając ogródki działkowe i dochodząc do ulicy Klasztornej i dalej wzdłuż tej ulicy kończy się wraz z nią. Ten rów odwadnia obszar ogródków działkowych oraz część ulicy Klasztornej. Część sieci biegnąca na zachód przechodzi pod nasypem ogródków działkowych kanałem, który w połowie nasypu rozwidla się (studzienka K93) i wpada do rowu, który od poprzedniego rozwidlenia biegł na północ w stronę ulicy Klasztornej. Przed wlotem rowu do kanału pod nasypem pod ogródkami działkowymi wpada do niego od południa rów spływający od ulicy Murarskiej.



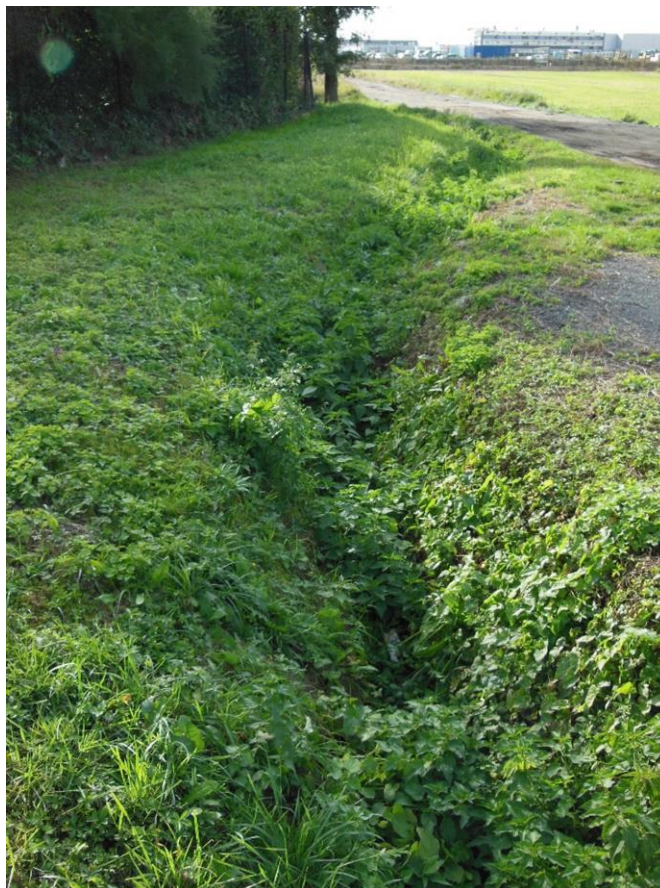
Rysunek 19 Wylot W3 - część kanalizacji na zachód od ul. Staromiejskiej



Rysunek 20 Wylot W3 – rów odwadniający ogródki działkowe od strony wschodniej i ul. Klasztornej

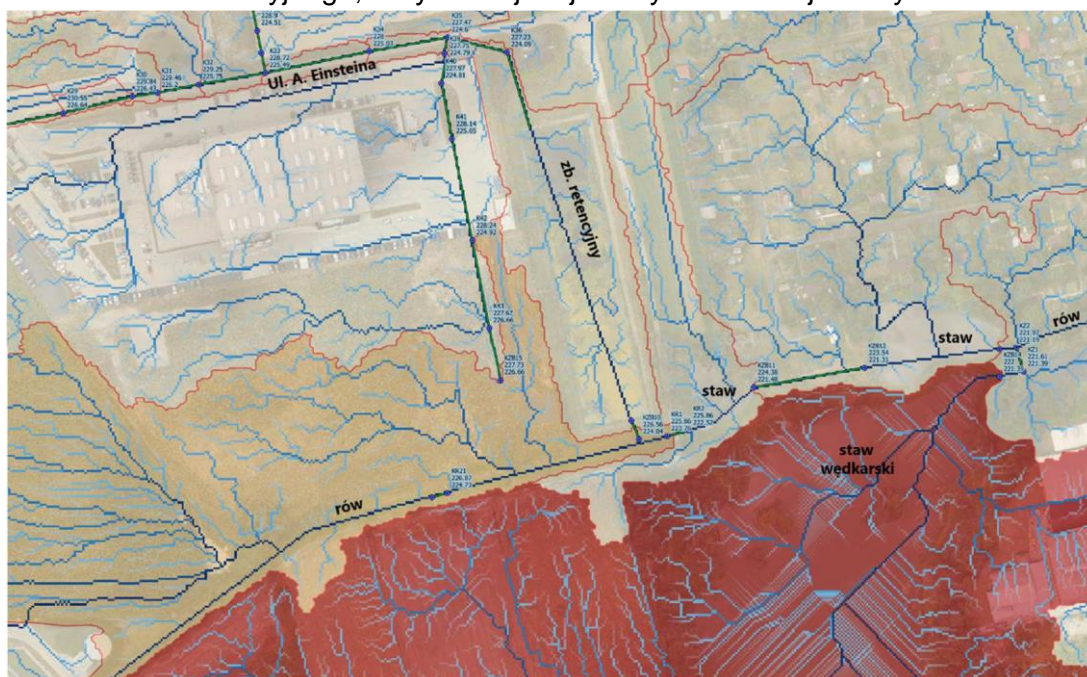


Rysunek 21 Wylot W3 - rów w ulicy Klasztornej



Rysunek 22 Wylot W3 – koniec rowu w ulicy Kłasztornej

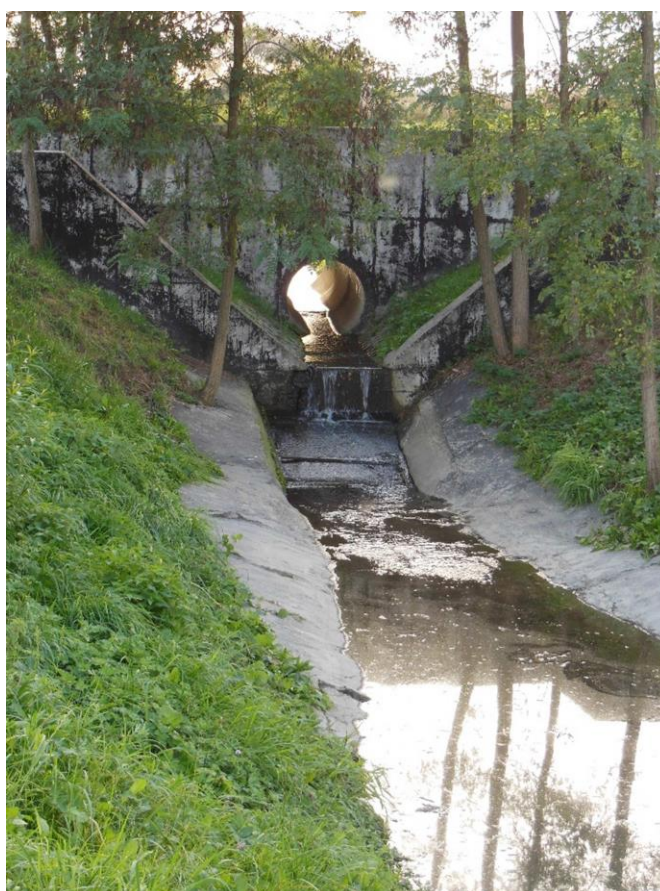
Za nasypem ogródków działkowych kanał dalej biegnie na zachód jako rów otwarty na długości około 76 [m], a następnie łączy się ze stawami. Do stawów sieć kanalizacyjna wpada rowem otwartym, a same stawy łączą krótkie przewody zamknięte wraz z budowlami przelewowymi. Około 25 [m] od ujścia do stawów do rowu wpada od północy wylot z powierzchniowego zbiornika retencyjnego, który retencjonuje wody z kanalizacji w ulicy Alberta Einsteina.



Rysunek 23 Wylot W3 - część kanalizacji na zachód od stawów



Rysunek 24 Wylot W3 - rów powyżej ogródków działkowych i wlot do kanału



Rysunek 25 Wylot W3 - wlot na stawy poprzez przelew trapezowy



Rysunek 26 Wylot W3 - jaz upustowy z przelewem pomiędzy dwoma stawami



Rysunek 27 Wylot W3 – wylot do stawu za jazem



Rysunek 28 Wylot W3 - wylot ze zbiornika retencyjnego przejmującego wody z ul. Alberta Einsteina

Kanalizacja wpadająca do zbiornika retencyjnego od strony północnej odwadnia ulicę Alberta Einsteina oraz część ulicy Gustawa Eiffla.



Rysunek 29 Wylot W3 – kanalizacja wzdłuż ul. A. Einsteina

Rów w części centralnej sieci kanalizacyjnej od stawów biegnie na zachód, a następnie skręca na południowy zachód przekraczając ulicę Gustawa Eiffla. Po około 145 [m] rów przechodzi w kanał i kończy się po 420 [m]. W ulicy Eiffla rów łączy się z kanalizacją tej ulicy.

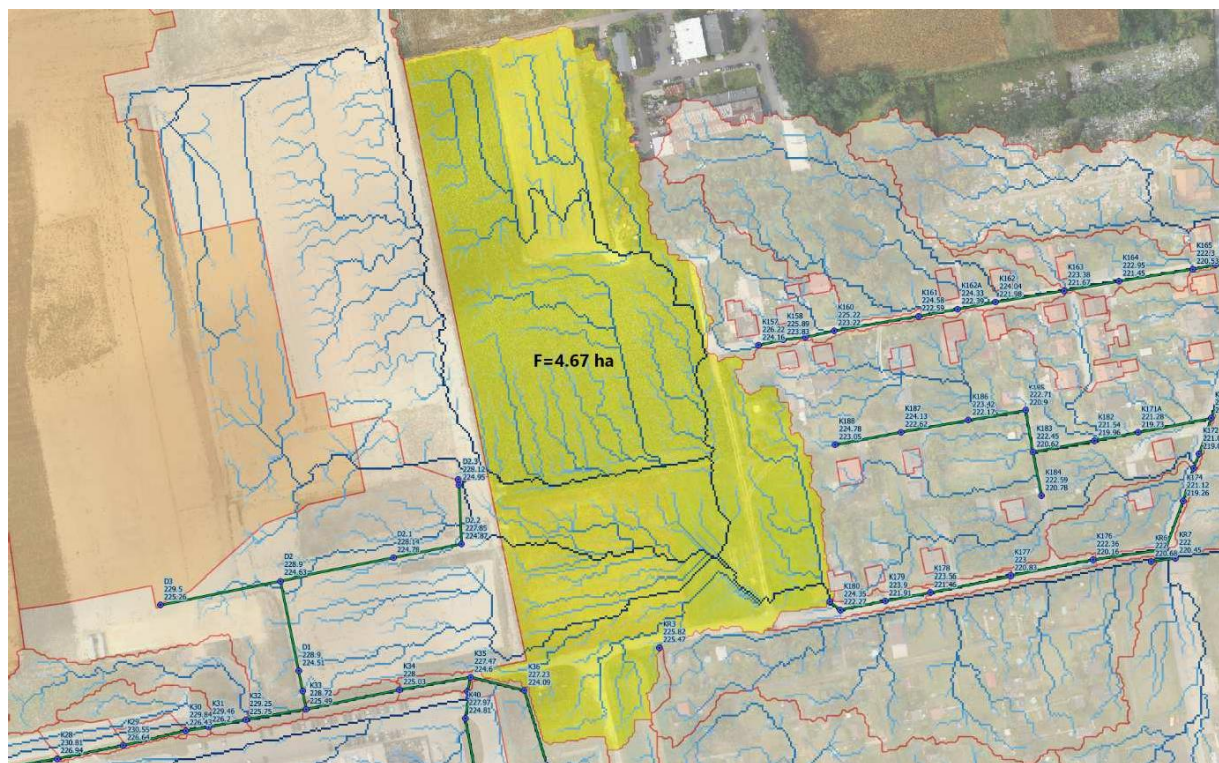
Kanalizacja ulicy Gustawa Eiffla od połączenia z rowem biegnie na północ około 160 [m] oraz na południowy wschód aż do ulicy Leona Wyczółkowskiego.



7.2.1 Miejsca problematyczne

7.2.1.1 Rozlewisko w ulicy Klasztornej

Strona | 27



Rysunek 32 Zlewni w końcu ulicy Klasztornej

Poniżej zamieszczono kilka zdjęć wykonanych przez mieszkańców w czasie zdarzenia typu flash-flood – tzw. gwałtownej powodzi spowodowanej deszczami nawalnymi.



Rysunek 33 Flash-flood ul. Klasztorna



Rysunek 34 Flash-flood ul. Klasztorna



Rysunek 35 Wlot do kanalizacji w ulicy Klasztornej



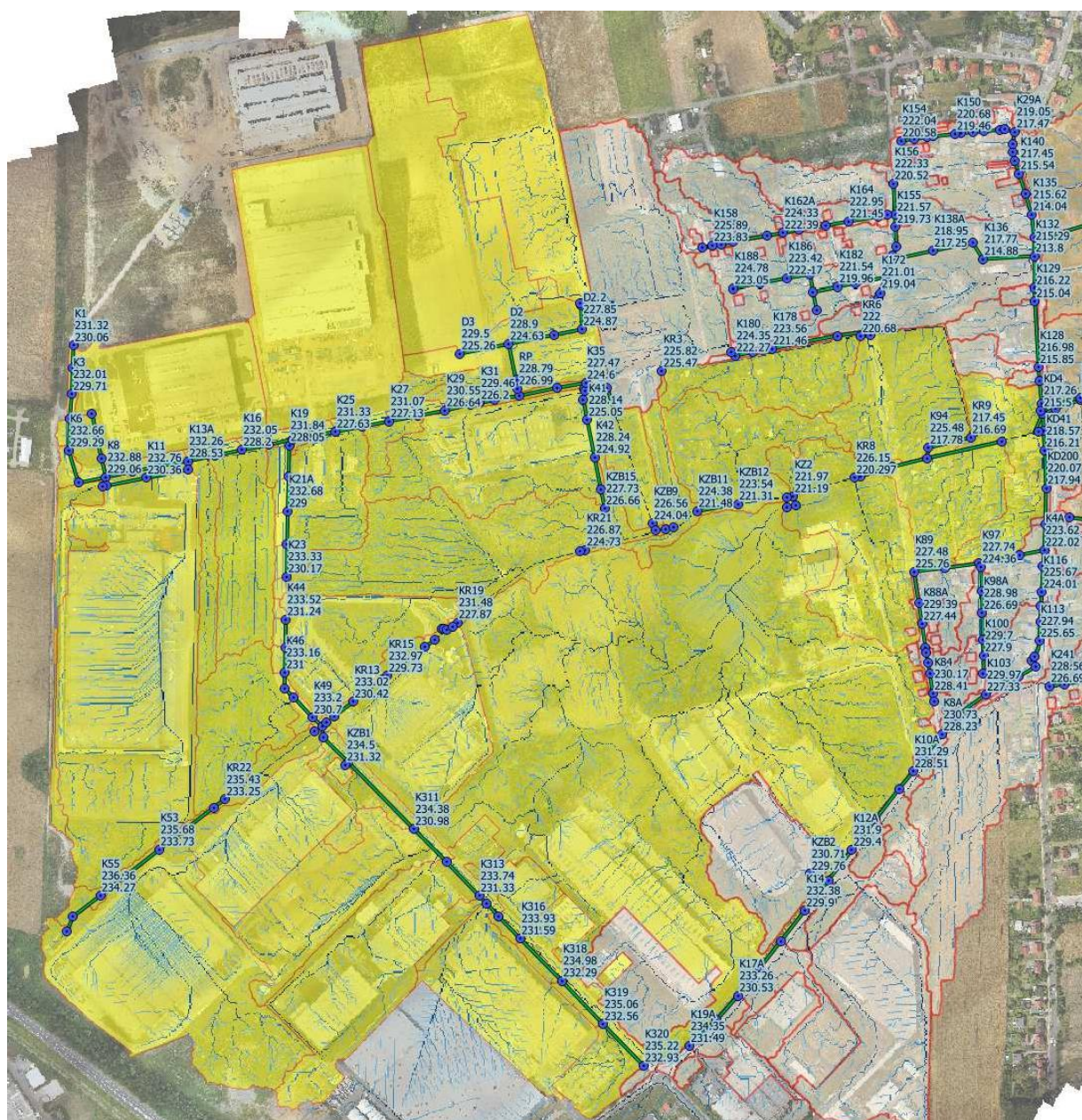
Rysunek 36 Flash-flood droga polna przy ul. Klasztornej



Rysunek 37 Droga polna przy ul. Klasztornej

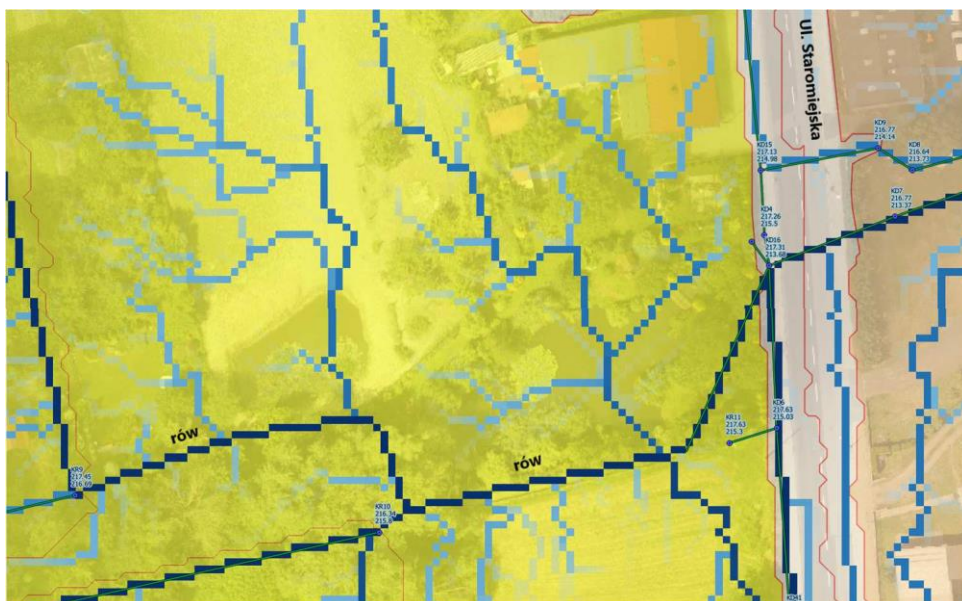
7.2.1.2 Rozlewisko w ulicy Staromiejskiej

W tym miejscu woda napływająca z górnej części zlewni gromadzi się przed nasypem ulicy Staromiejskiej, który stanowi barierę dla spływu po powierzchni. Powoduje to blokowanie spływu powierzchniowego po terenie ze strony zachodniej (od ogródków działkowych) oraz prowadzonych kanałem, który w tym miejscu jest prowadzony jako rów otwarty. Wody wylewają z rowu i gromadzą się przed nasypem ulicy Staromiejskiej zalewając tereny przyległe. Odpływ z tego miejsca jest możliwy tylko poprzez wloty do kanału (do studzienek KD6 i KD16) prowadzącego do kanalizacji ulicy Staromiejskiej i dalej do wylotu W3. W sytuacji kiedy wody zbierają się przed nasypem drogowym i jednocześnie kiedy kanały w ulicy Staromiejskiej są wypełnione spływającą wodą następuje blokowanie jej odpływu do wylotu W3 do Kłodnicy. Dlatego przy nagłych opadach deszczu następuje zjawisko flash flood - szybkiego zalewania terenów na zachód od ulicy Staromiejskiej.



Rysunek 38 Zlewnie ciążące do zalewiska w ulicy Staromiejskiej

Koncepcja wraz ze wstępnym wskazaniem rozwiązań minimalizowania ujemnego oddziaływania w obrębie ulicy Staromiejskiej



Rysunek 39 Rozlewisko przy ulicy Staromiejskiej (lewa strona)



Rysunek 40 Flash-flood ul. Staromiejska



Rysunek 41 Flash-flood ul. Staromiejska



Rysunek 42 Widok na ul. Staromiejską oraz zaznaczony ślad zalewu do korony nasypu drogi



Rysunek 43 Widoczny ślad spływu po terenie na działkę sąsiednią nr 286 przy ogrodzeniu



Rysunek 44 Wlot do kanalizacji ze stawów na działce nr 286



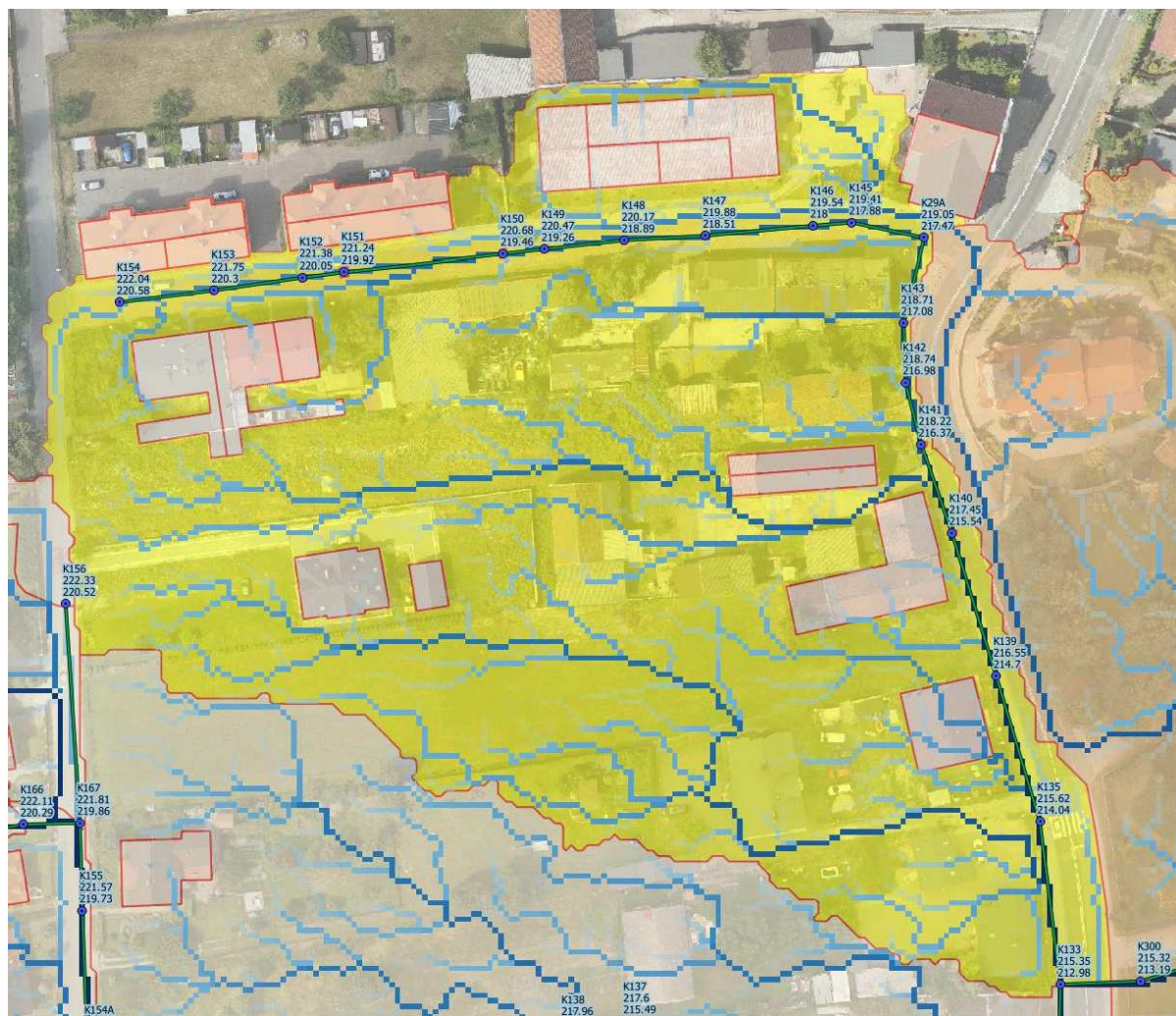
Rysunek 45 Odcinek rowu na obszarze rozlewiska - widok z ul. Staromiejskiej w stronę zachodnią



Rysunek 46 Odcinek rowu na obszarze rozlewiska - widok na ul. Staromiejską w stronę wschodnią

7.2.1.3 *Ulica Zacisze*

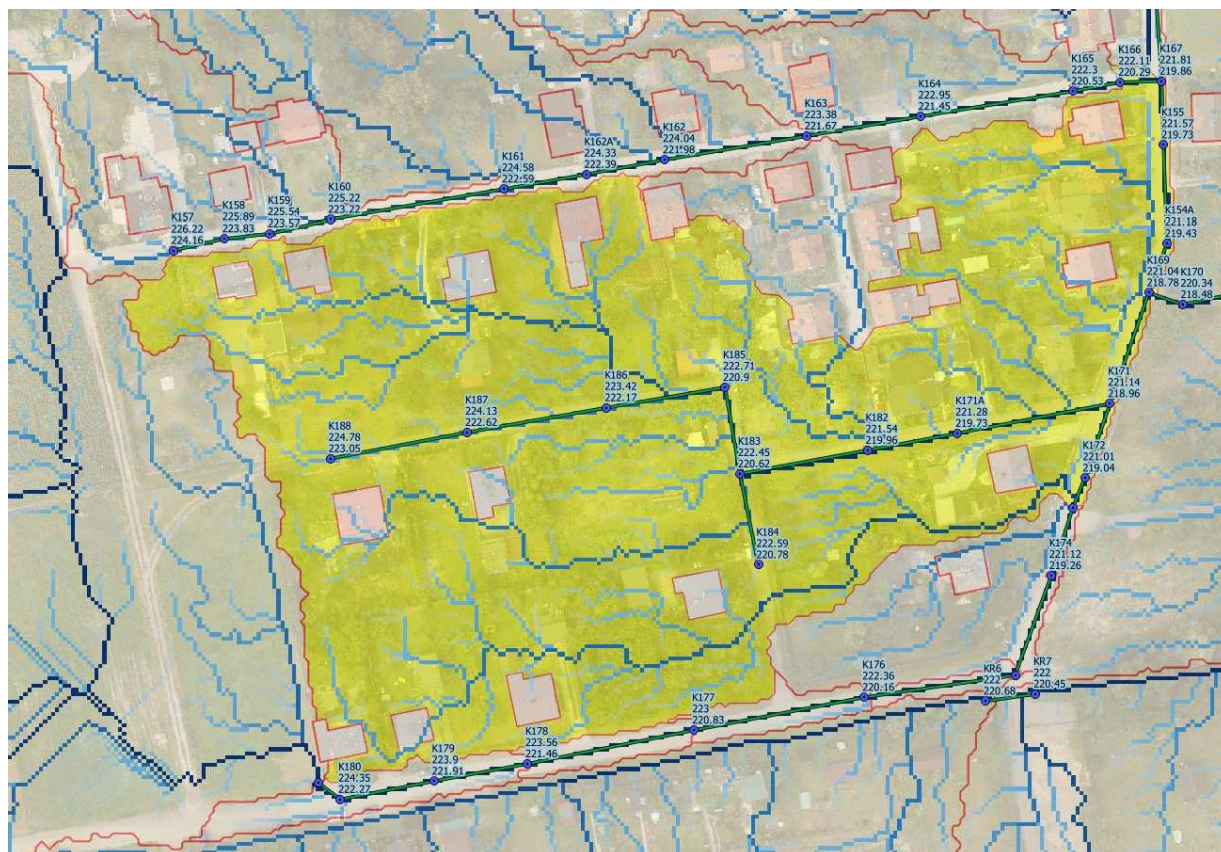
Brak wpustów ulicznych w ulicy Zacisze i na odcinku ulicy Staromiejskiej. Powoduje to spływ powierzchniowy na tereny położone niżej i może być przyczyną podtopień na terenie położonym poniżej. Na rysunku poniżej pokazano zlewnię tego obszaru, gdzie cała powierzchnia odwadniana jest dopiero studzienką K133.



Rysunek 47 Zlewnia w rejonie ulicy Zacisze i Staromiejskiej

7.2.1.4 Ulice: Wspólna, Wiosenna

Brak wpustów ulicznych w rejonie ulic: Wspólnej, Wiosennej. Powoduje to spływ powierzchniowy na tereny położone niżej i może być przyczyną podtopień na terenie położonym poniżej. Na rysunku poniżej pokazano zlewnię tego obszaru, gdzie cała powierzchnia odwadniana jest dopiero studzienki K169.

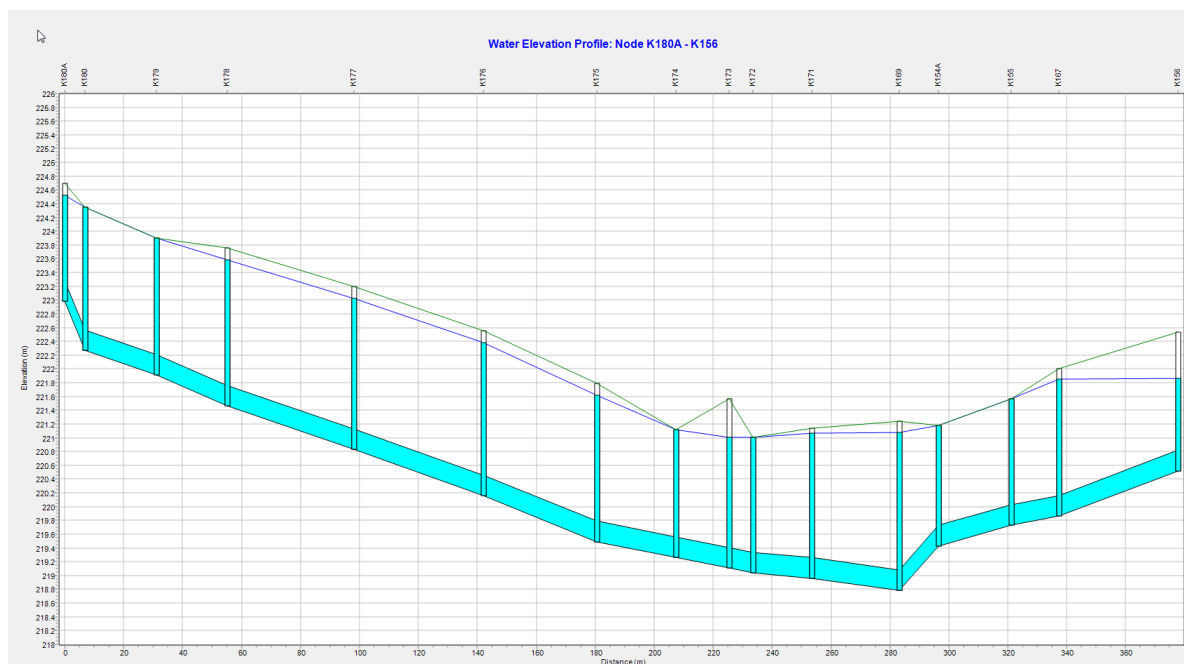


Rysunek 48 Zlewnia w rejonie ulic: Wspólnej, Wiosennej

7.3 Wyniki z modelowania SWMM i zalecenia

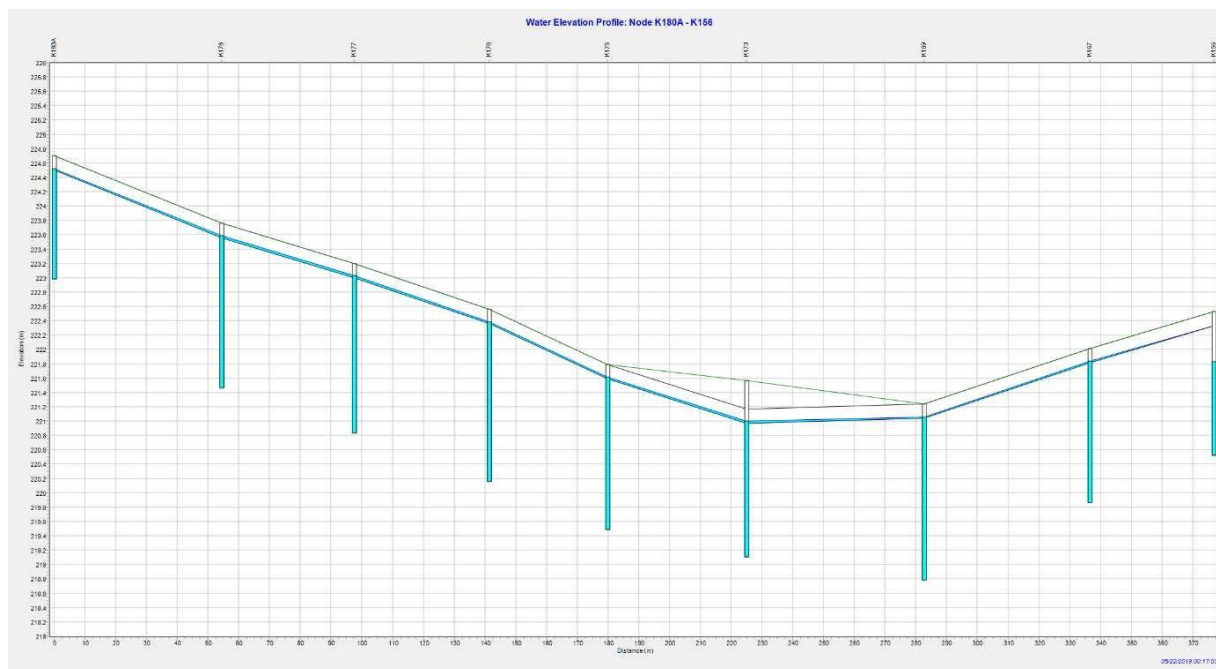
Z modelu stanu istniejącego otrzymano następujące wyniki, które pokazują gdzie należy wykonać przebudowę sieci kanalizacyjnej. Poniżej zestawiono profile podłużne podczas maksymalnego napełnienia kanałów spowodowane opadem miarodajnym.

7.3.1 Ulica Klasztorna od studzienki K180A do K156

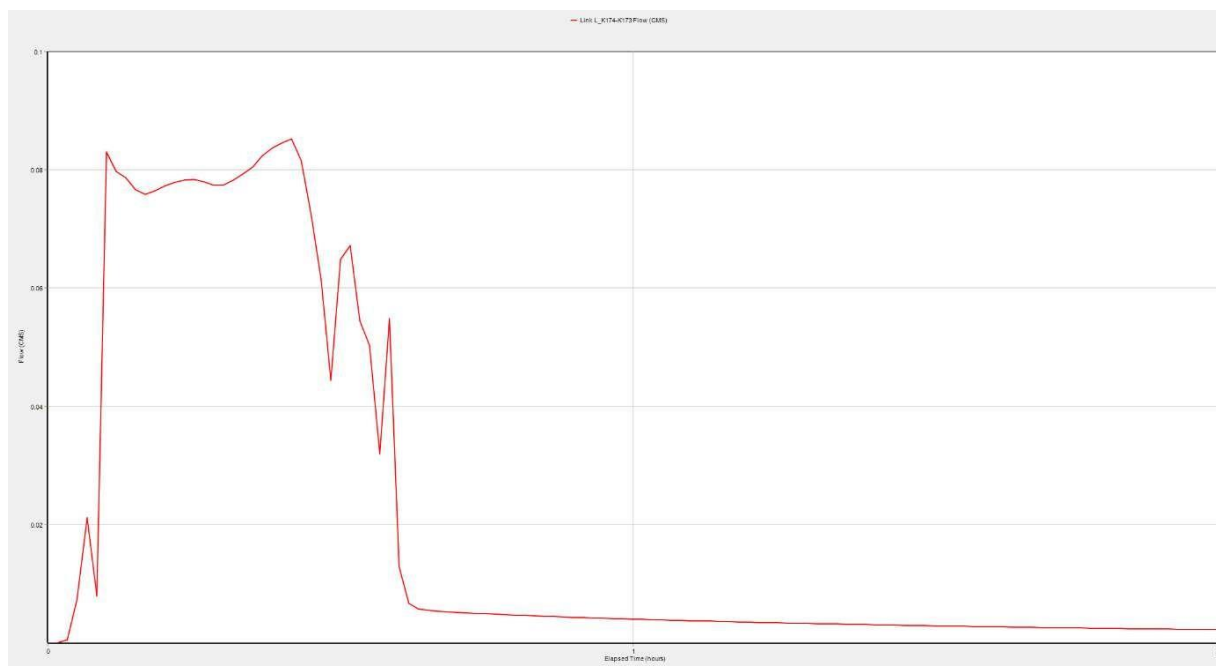


Rysunek 49 Profil kanału w ul. Klasztornej od studzienki K180A do K156

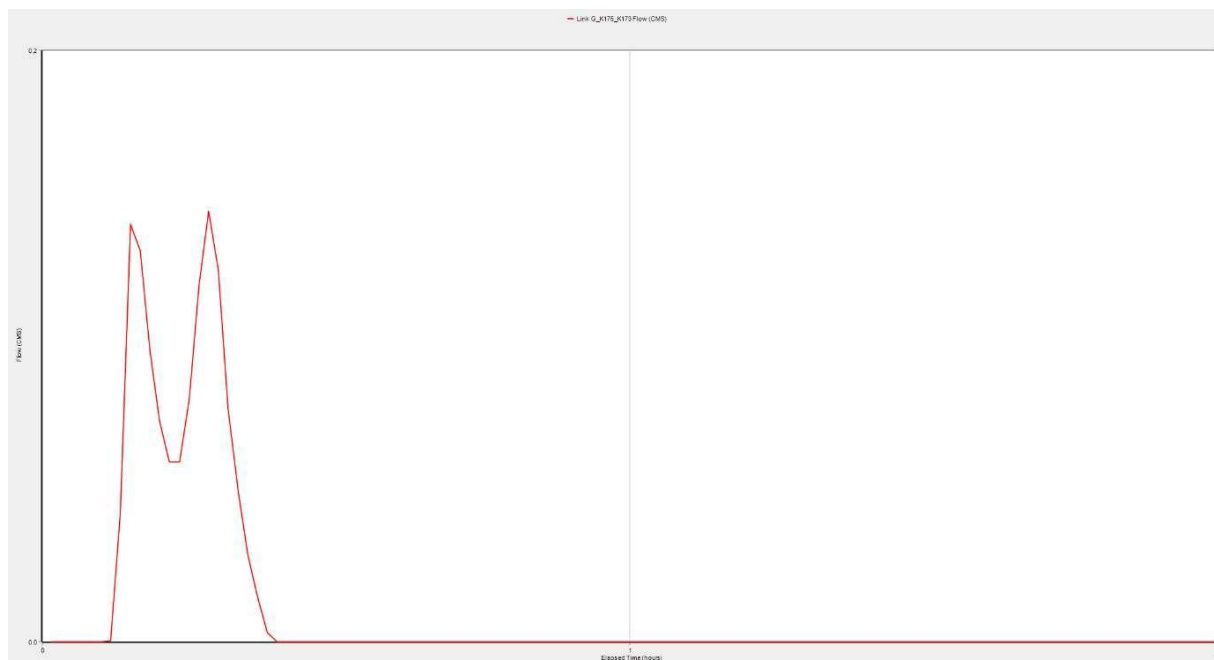
Koncepcja wraz ze wstępnym wskazaniem rozwiązań minimalizowania ujemnego oddziaływania w obrębie ulicy Staromiejskiej



Rysunek 50 Profil jezdni w ul. Klasztornej od studzienki K180A do K156



Rysunek 51 Hydrogram przepływu na jednym z odcinków kanału w ul. Klasztornej



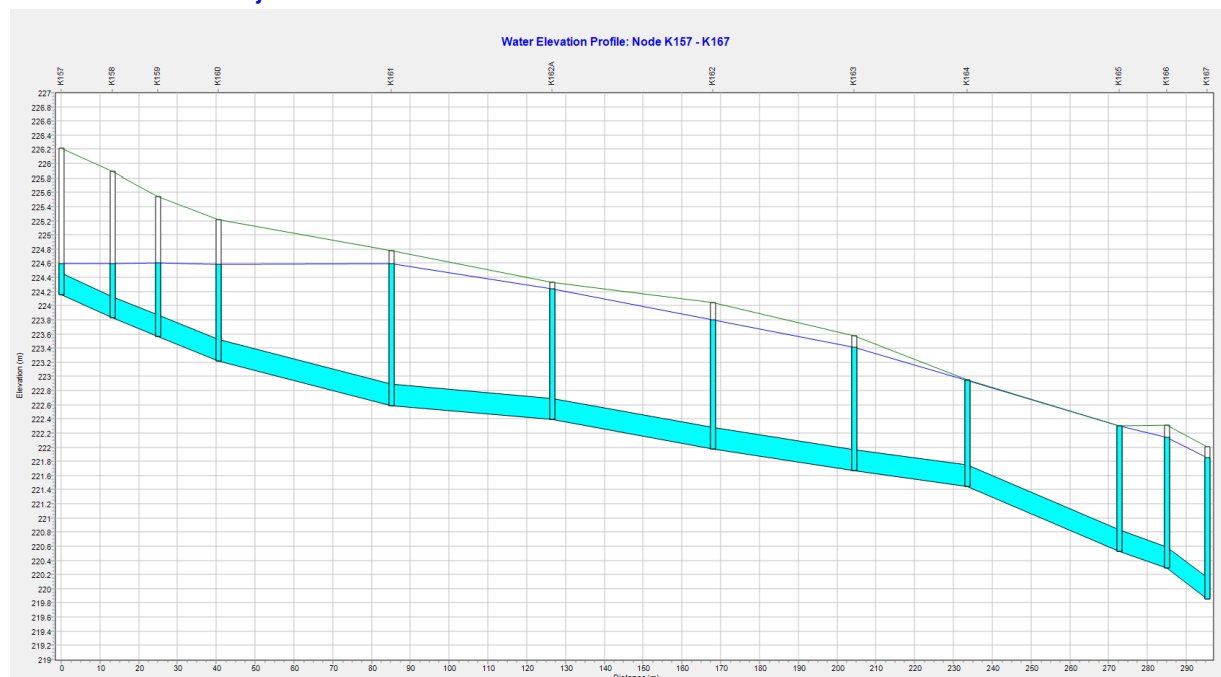
Rysunek 52 Hydrogram przepływu na jednym z odcinków jezdni ul. Klasztornej

Na podstawie analizowanego profilu można zauważyć spiętrzenia rzędu kilku metrów, w tym do powierzchni terenu oraz wylania, spowodowane zbyt małymi średnicami kanału na tym odcinku. Widać również, że woda spływa po powierzchni terenu, jezdni. Warstwa spływu po jezdni osiąga wielkość kilku centymetrów. Analizowany kanał jest też odbiornikiem wód z kanału bocznego (odcinek od studzienki K157 do K167) oraz kanału od studzienki K188 do K171 co powoduje zwiększone spiętrzenia w miejscach połączeń tj. w węźle K171 oraz K167. Zaleca się zwiększenie średnic na całej długości.



Rysunek 53 Sytuacja kanału w ul. Klasztornej studzienki od K180A do K156

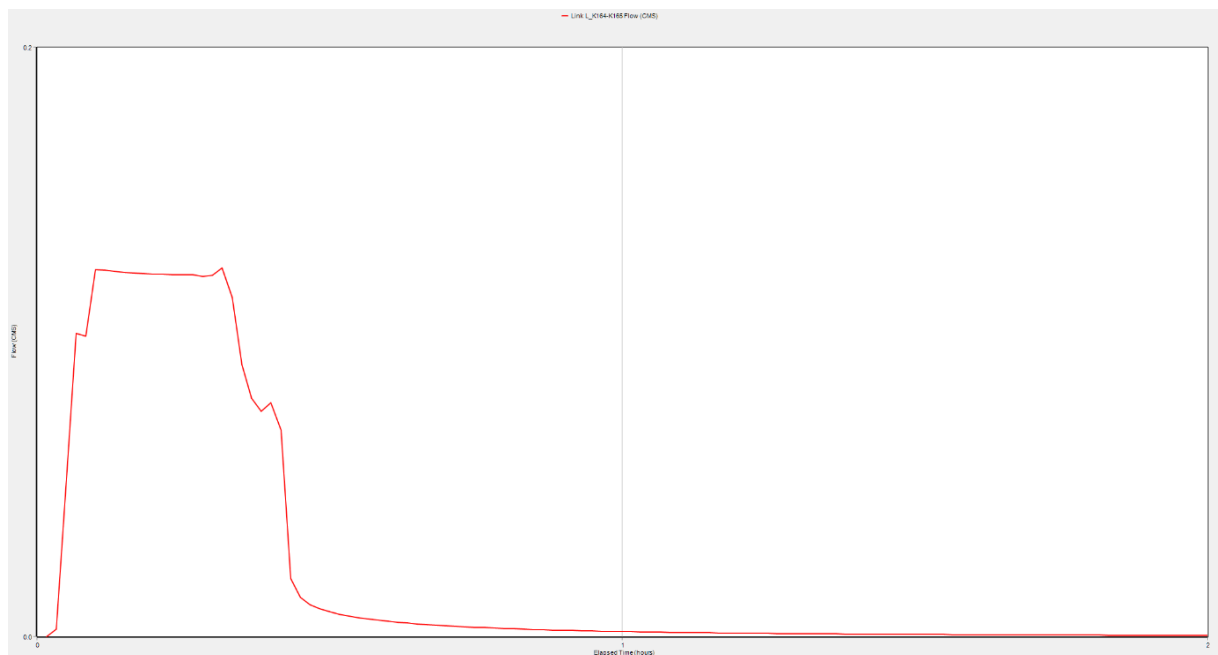
7.3.2 Ulica Pokoju od studzienki K157 do K167



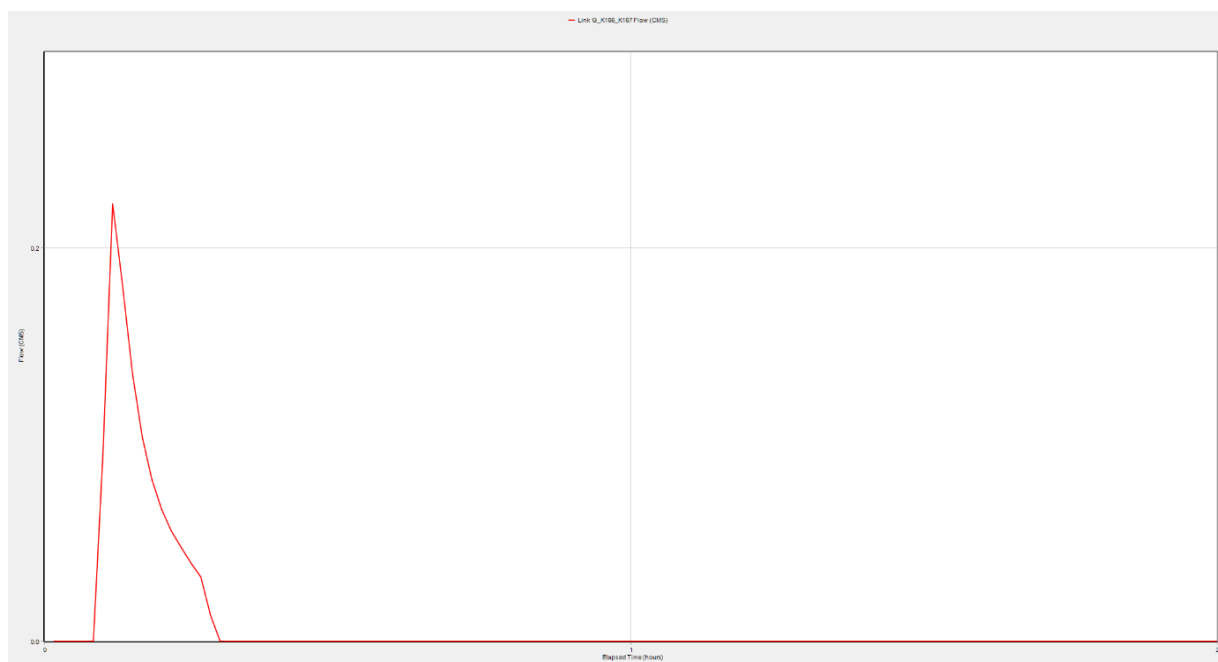
Rysunek 54 Profil kanału ul. Pokoju od studzienki K157 do K167



Rysunek 55 Profil jezdni ul. Pokoju od studzienki K157 do K156



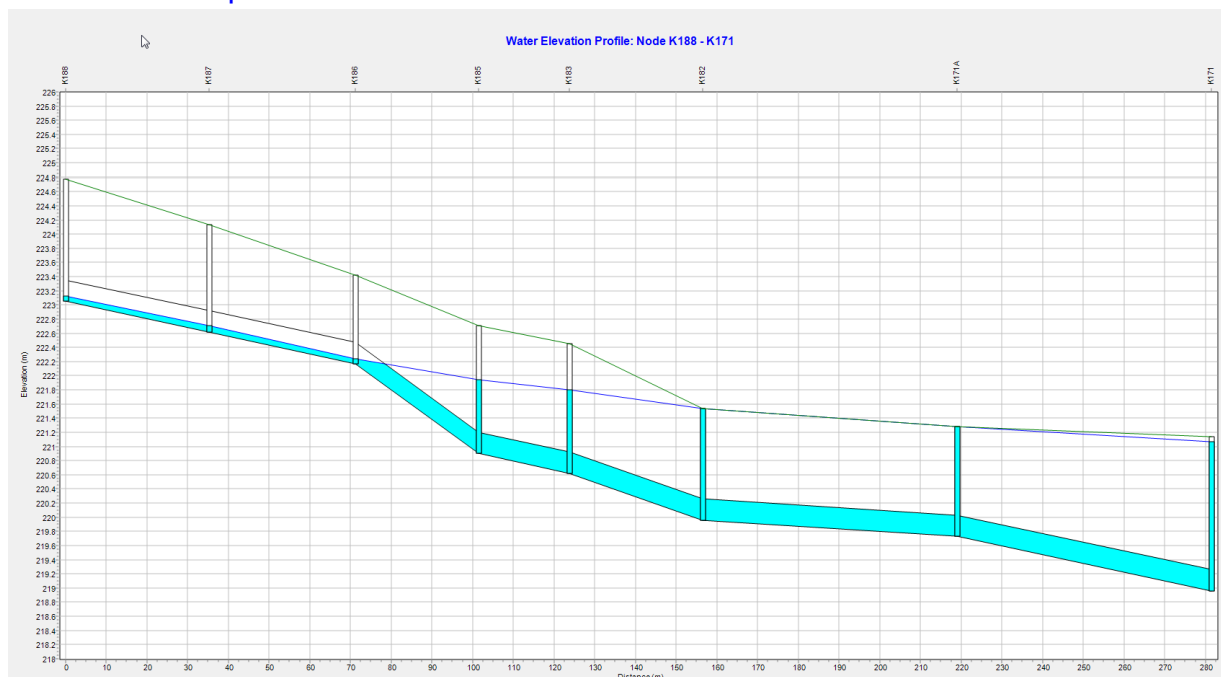
Rysunek 56 Hydrogram przepływu na jednym z odcinków kanału ul. Pokoju



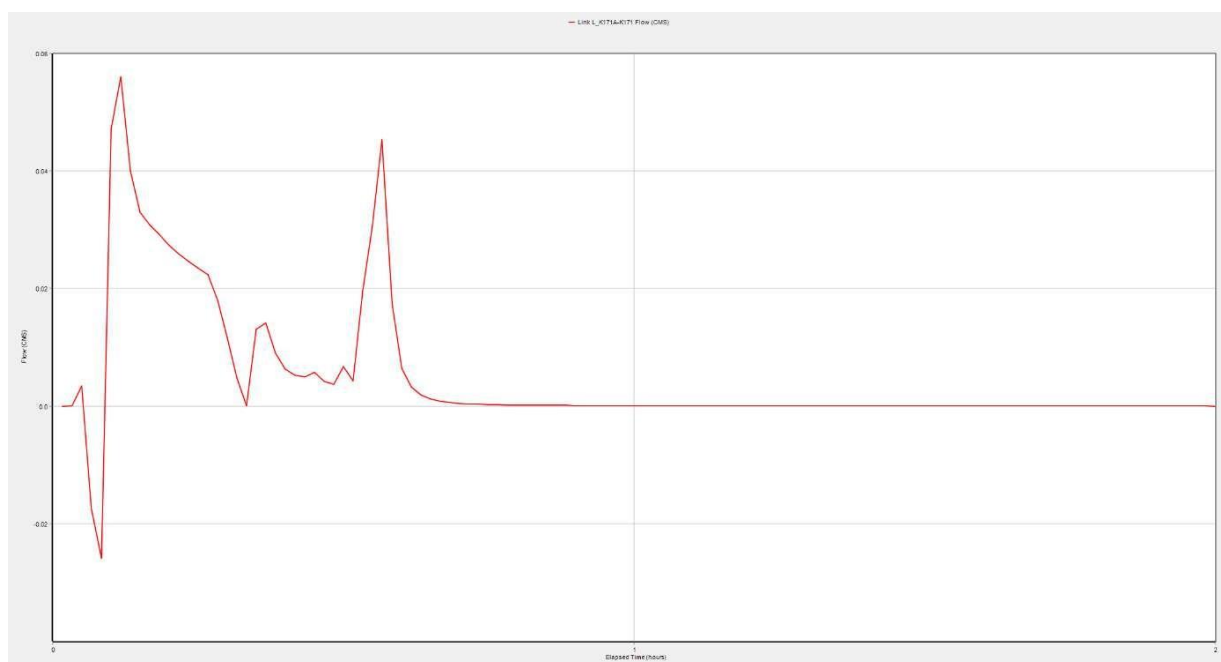
Rysunek 57 Hydrogram przepływu na jednym z odcinków jezdni ul. Pokoju

Analizowany kanał jest kanałem bocznym odcinka od studzienki K180A do K156. A jego niewłaściwa przepustowość i spowodowane tym spiętrzenia, wynika ze zbyt małych średnic. Wody spływają również po jezdni. W celu poprawy przepustowości zaleca się zwiększenie średnic kanału.

7.3.3 Ulica Wspólna od studzienki K188 do K171



Rysunek 58 Profil kanału ul. Wspólnej od studzienki K188 do K171



Rysunek 59 Hydrogram przepływu na jednym z odcinków kanału ul. Wspólnej

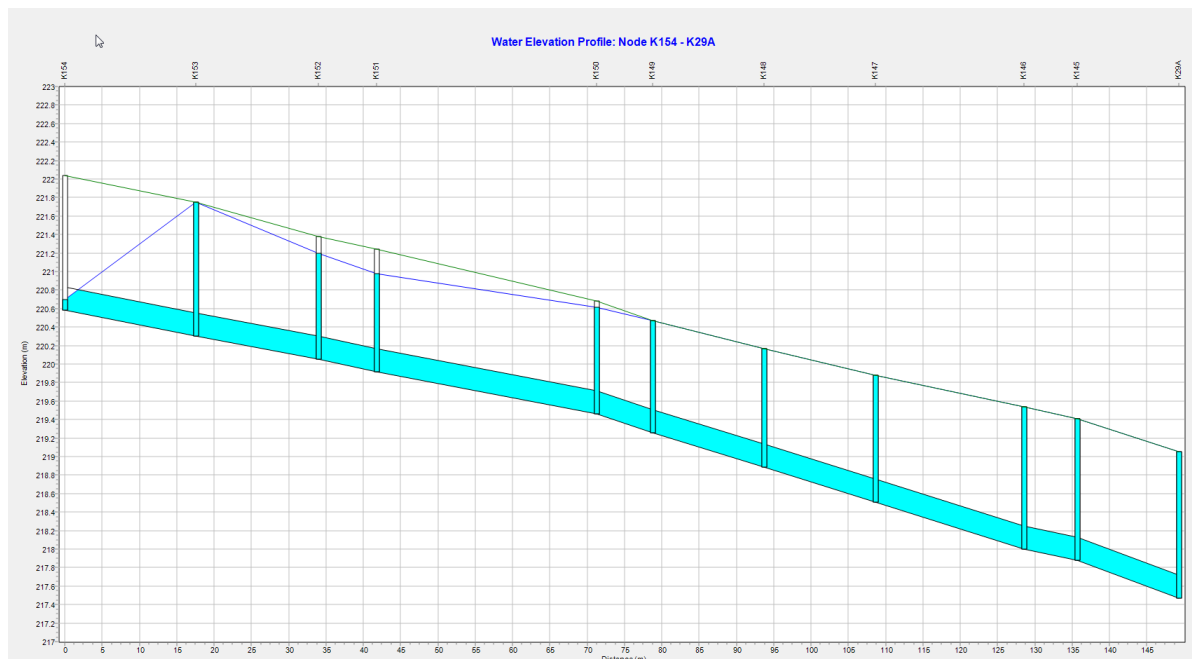
Jest to profil kanału bocznego, którego odbiornikiem jest odcinek od studzienki K180A do K156. W większości węzłów występują spiętrzenia, sięgające rzędnej terenu. Powodem jest zbyt mała średnica kanału. W przypadku studzienki K171 spiętrzenie może być dodatkowo spowodowane cofką, ponieważ jest to miejsce w którym kanał łączy się z kanałem głównym.

Koncepcja wraz ze wstępnym wskazaniem rozwiązań minimalizowania ujemnego oddziaływania w obrębie ulicy Staromiejskiej



Rysunek 60 Sytuacja kanału ul. Wspólnej od studzienki K188 do K171

7.3.4 Ulica Zacisze od studzienki od K154 do K29A



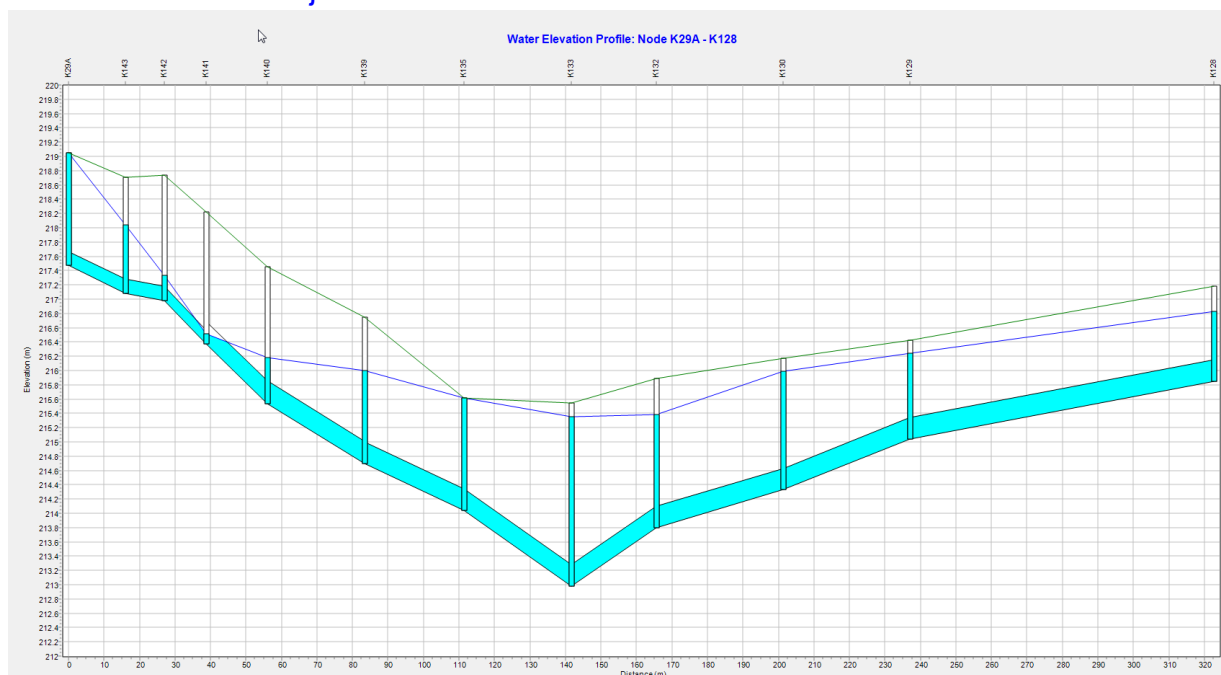
Rysunek 61 Profil kanału ul. Zacisze od studzienki od K154 do K29A



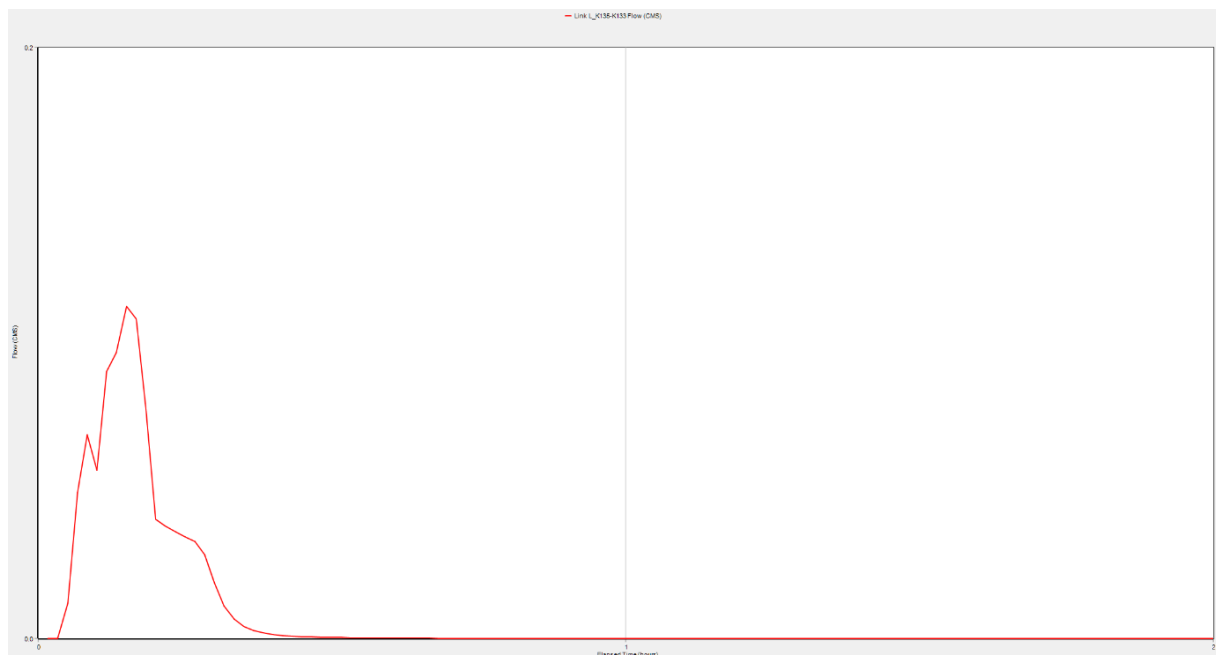
Rysunek 62 Hydrogram przepływu na jednym z odcinków kanału ul. Zacisze

Liczne spiętrzenia sięgające rzędnej terenu analizowanego profilu kanału świadczą o jego niewłaściwej przepustowości hydraulicznej. Powodem jest zbyt mała średnica, jaką cechuje się ten odcinek. W celu wyeliminowania tego zjawiska należy zwiększyć średnicę kanału.

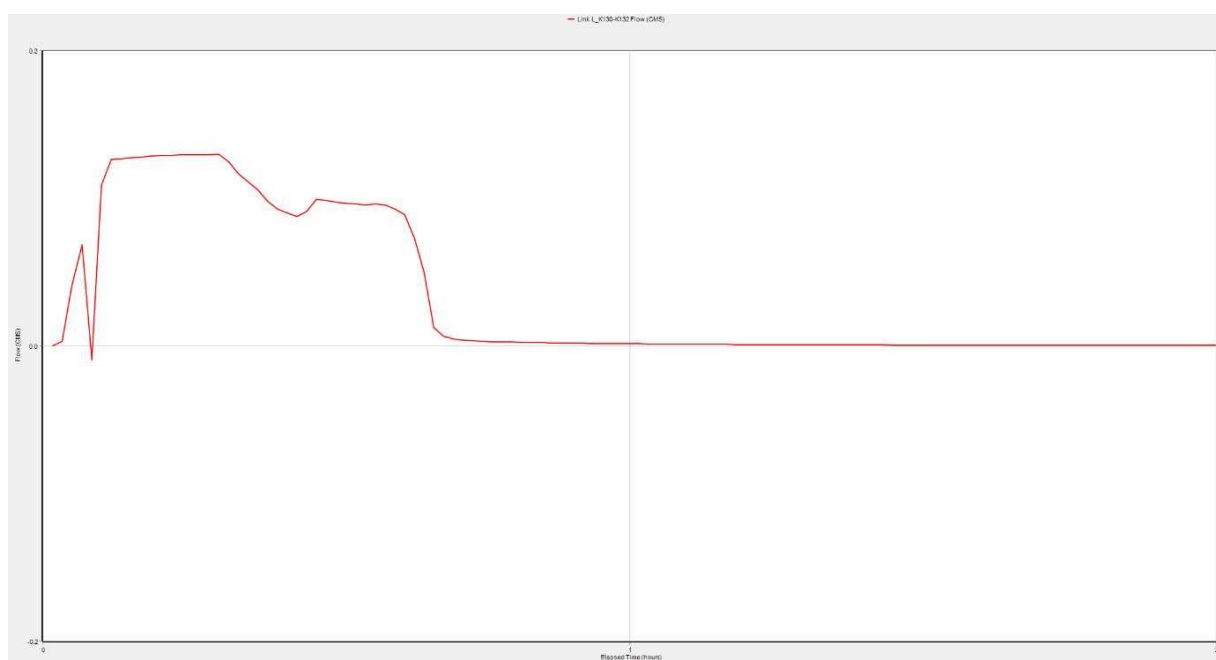
7.3.5 Ulica Staromiejska od studzienki K29A do K128



Rysunek 63 Profil kanału ul. Staromiejskiej od studzienki K29A do K128

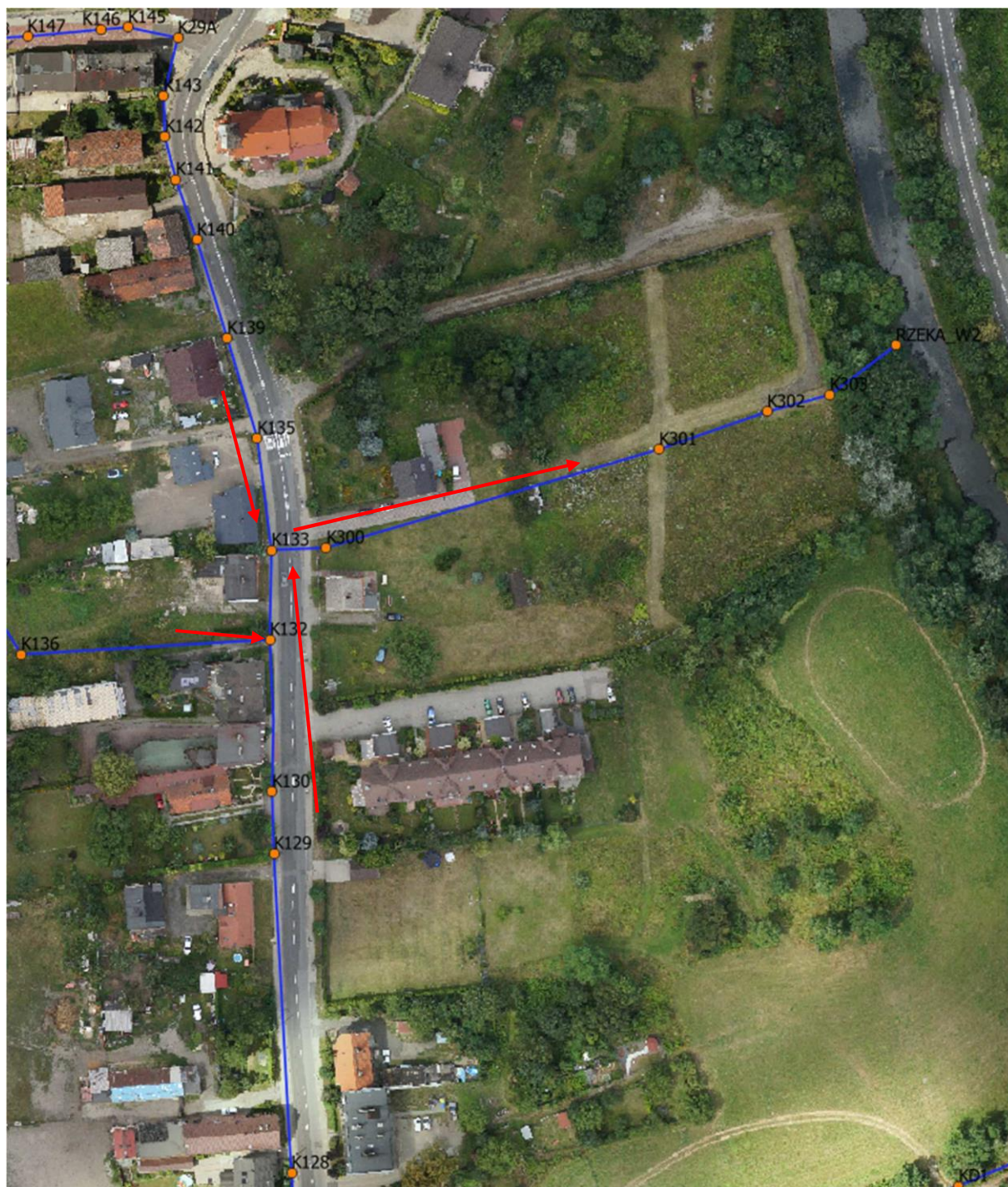


Rysunek 64 Hydrogram przepływu na jednym z odcinków kanału ul. Staromiejskiej



Rysunek 65 Hydrogram przepływu na jednym z odcinków kanału ul. Staromiejskiej

Analiza tego odcinka wskazuje na złą przepustowość hydrauliczną kanału, spowodowaną zbyt małą jego średnicą. Skutkiem takiego rozwiązania są liczne spiętrzenia sięgające nawet rzędnej terenu. Węzeł K133 jest miejscem, z którego woda jest przekierowana to kanału uchodzącego do rzeki do wylotu W2. Dodatkowa ilość wody dopływa w węźle K132, który jest miejscem połączenia z kanałem z odcinka od studzienki K169 do K132. Może to też powodować zwiększone spiętrzenia. W celu poprawienia przepustowości hydraulicznej kanału należy zwiększyć jego średnice.

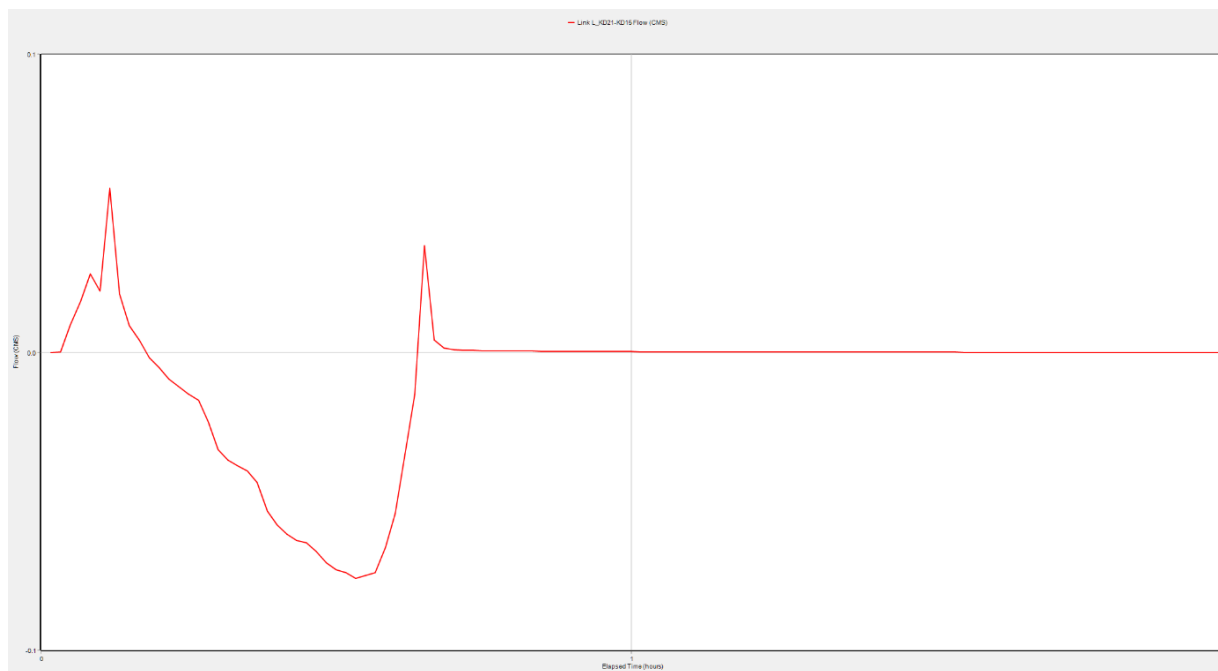


Rysunek 66 Sytuacja kanału ul. Staromiejska od studzienki K29A do K128



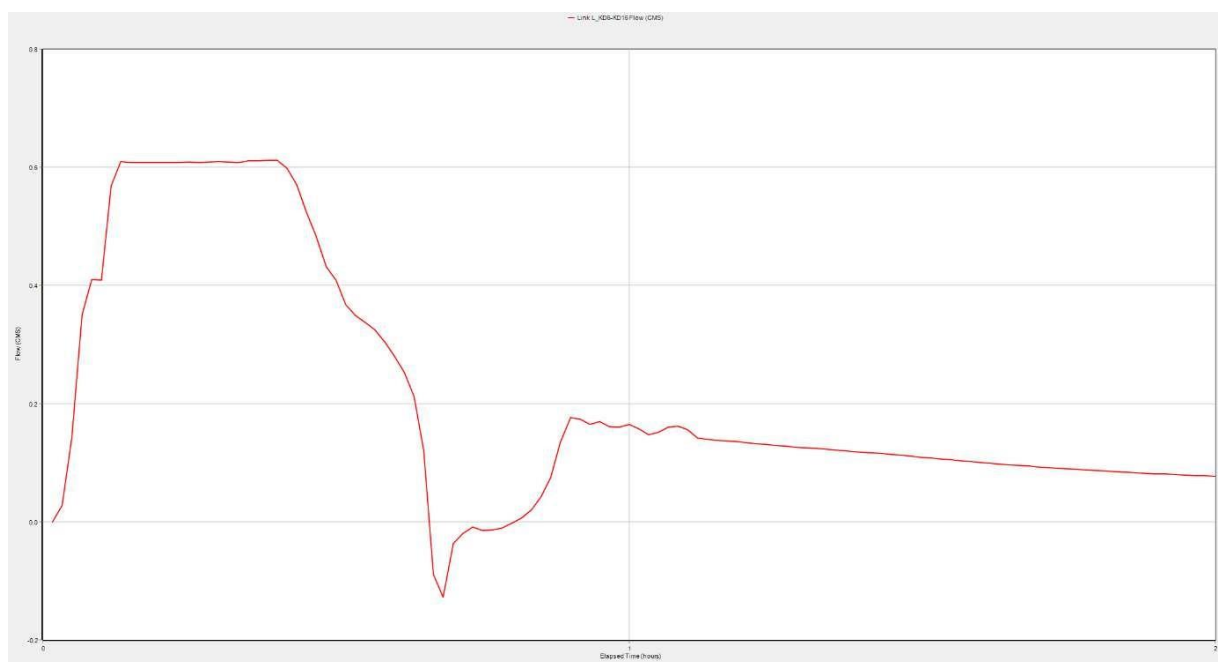
7.3.7 Ulica Staromiejska od studzienki K128 do K111





Rysunek 69 Hydrogram przepływu na jednym z odcinków kanału ul. Staromiejskiej

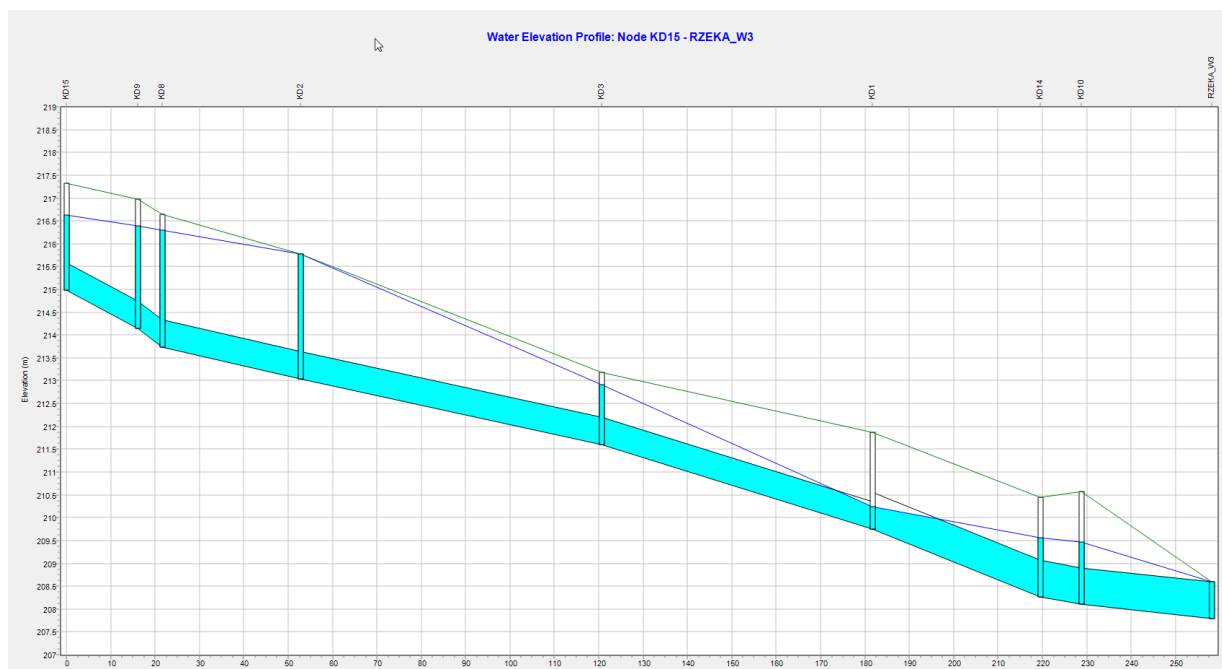
Kształt hydrogramu wskazuje na to, że może następować przelewanie się wód z sieci ciążącej do wylotu W3 w stronę wylotu W2.



Rysunek 70 Hydrogram przepływu na jednym z odcinków kanału ul. Staromiejskiej

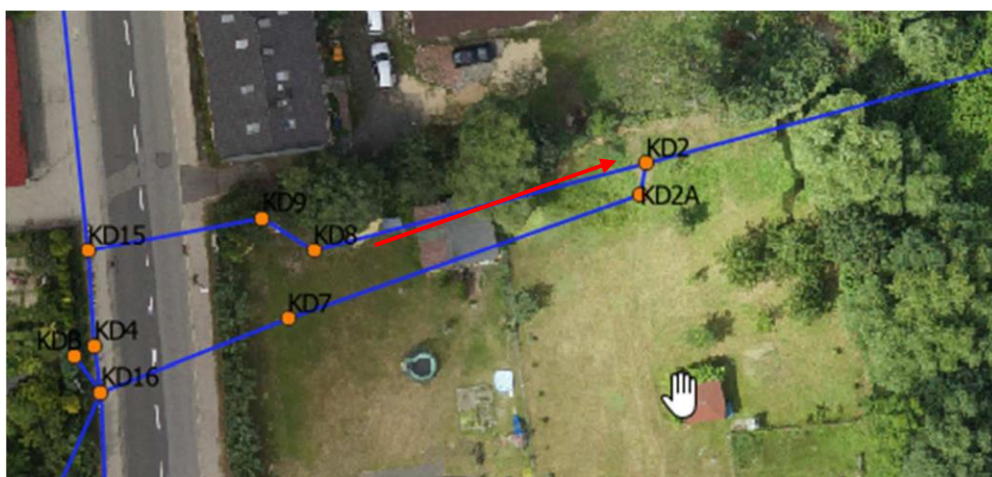
Analizowany odcinek cechuje się zbyt małymi średnicami, co ma odzwierciedlenie w występujących spiętrzaniach. W przypadku studzienki K4A, spięzzenie sięga rzędnej terenu. Spowodowane jest to dopływem wody z odcinka od studzienki K89 do K4A. Kanał ten odbiera też wody z dwóch kanałów bocznych, w węźle K89 oraz K96. W studzienkach KD16 i KD15 znajdują się kanały odprowadzające w kierunku wylotu W3 do rzeki Kłodnicy.

7.3.8 Kanał ulicy Staromiejskiej od studzienki KD15 do wylotu W3



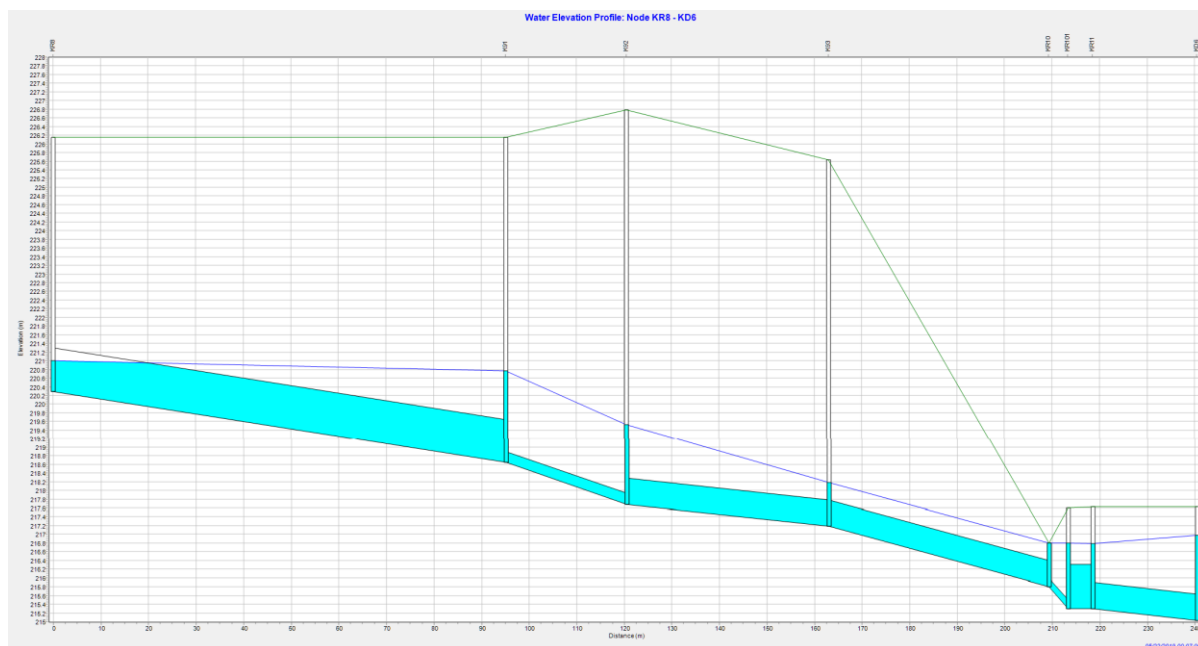
Rysunek 71 Odcinek od ul. Staromiejskiej od studzienki KD15 do wylotu W3

Śpiętrzenia pojawiające się na analizowanym odcinku spowodowane są małymi średnicami kanału. Największe spiętrzenie wstępujące w studzience KD2, spowodowane jest tym, że jest to miejsce w którym dopływa woda z odcinka od studzienki KD16. Zaleca się zwiększenie średnic.

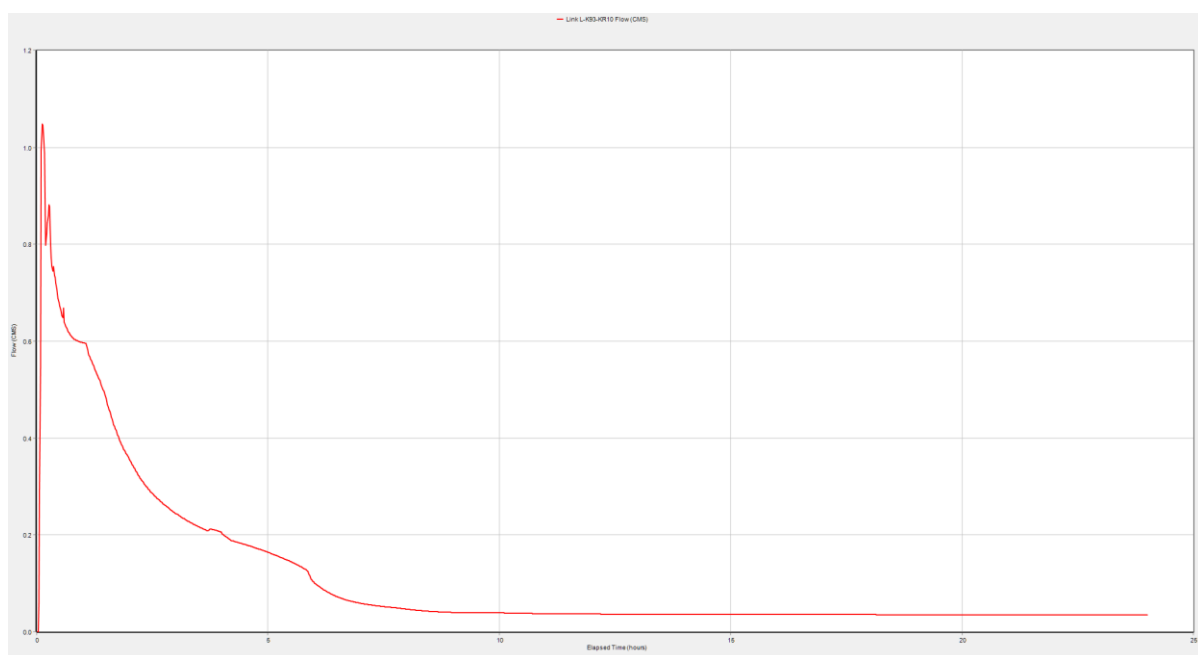


Rysunek 72 Sytuacja kanału od ul. Staromiejskiej od studzienki KD15 do wylotu W3

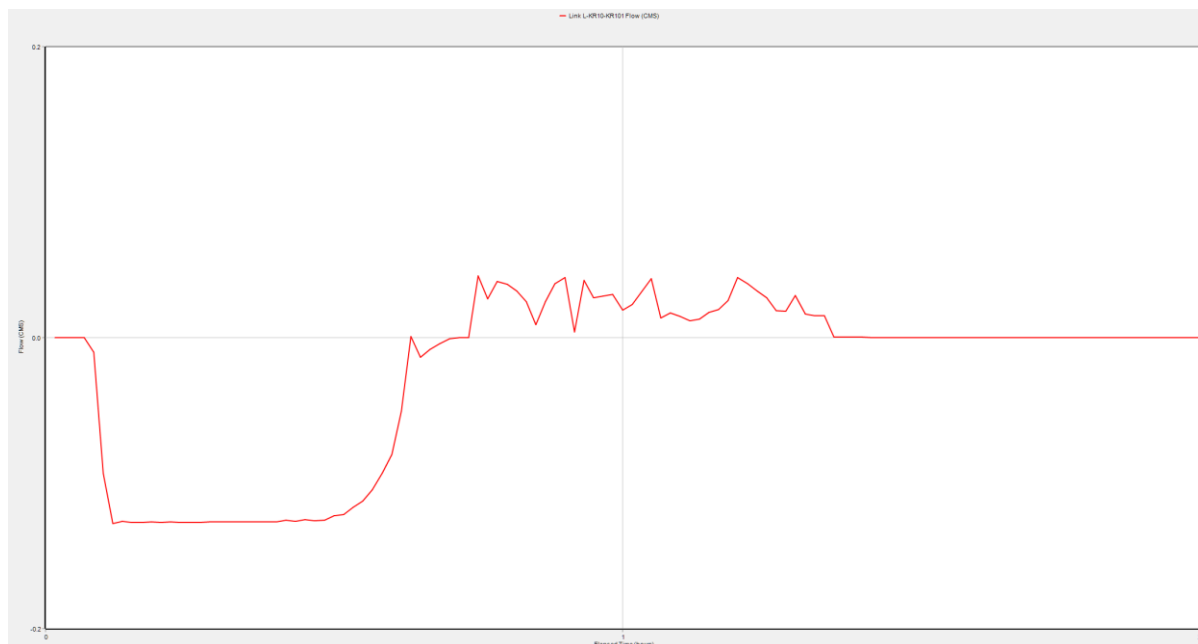
7.3.9 Kanał od studzienki KR8 do KD6



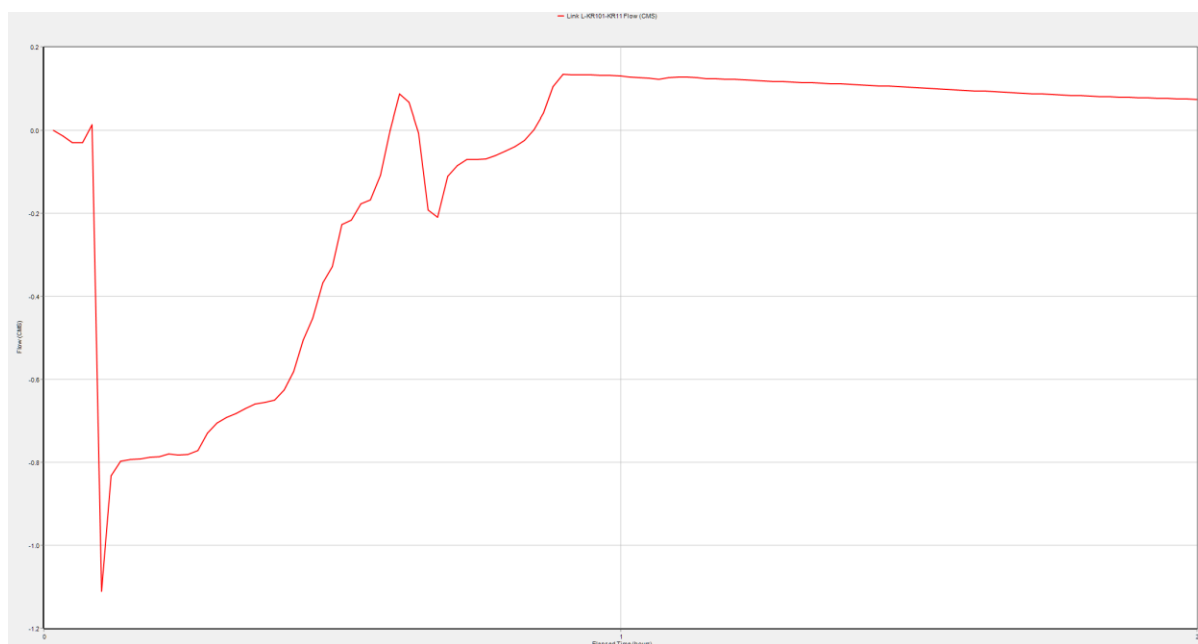
Rysunek 73 Profil kanału od studzienki KR8 do KD6



Rysunek 74 Hydrogram jednego zdcinków kanału od studzienki KR8 do KD6 – kanał pod nasypem ogródków działkowych



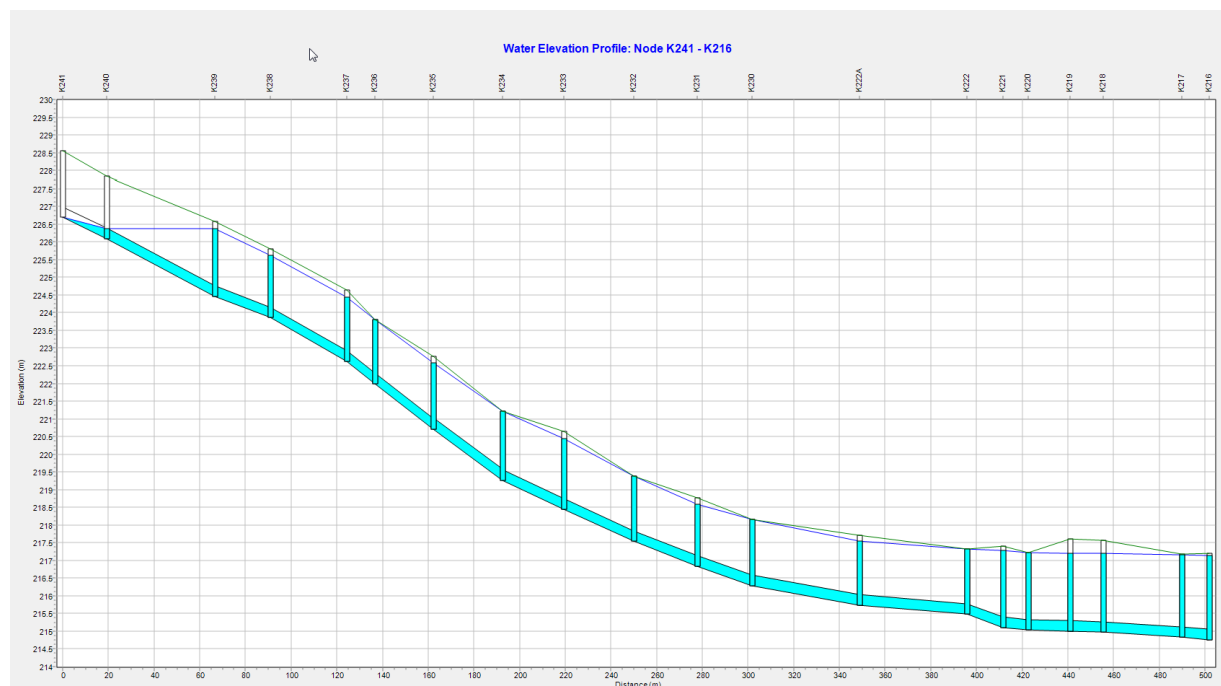
Rysunek 75 Hydrogram jednego z odcinków kanału od studzienki KR8 do KD6 – rów za nasypem nasypem ogródków działkowych



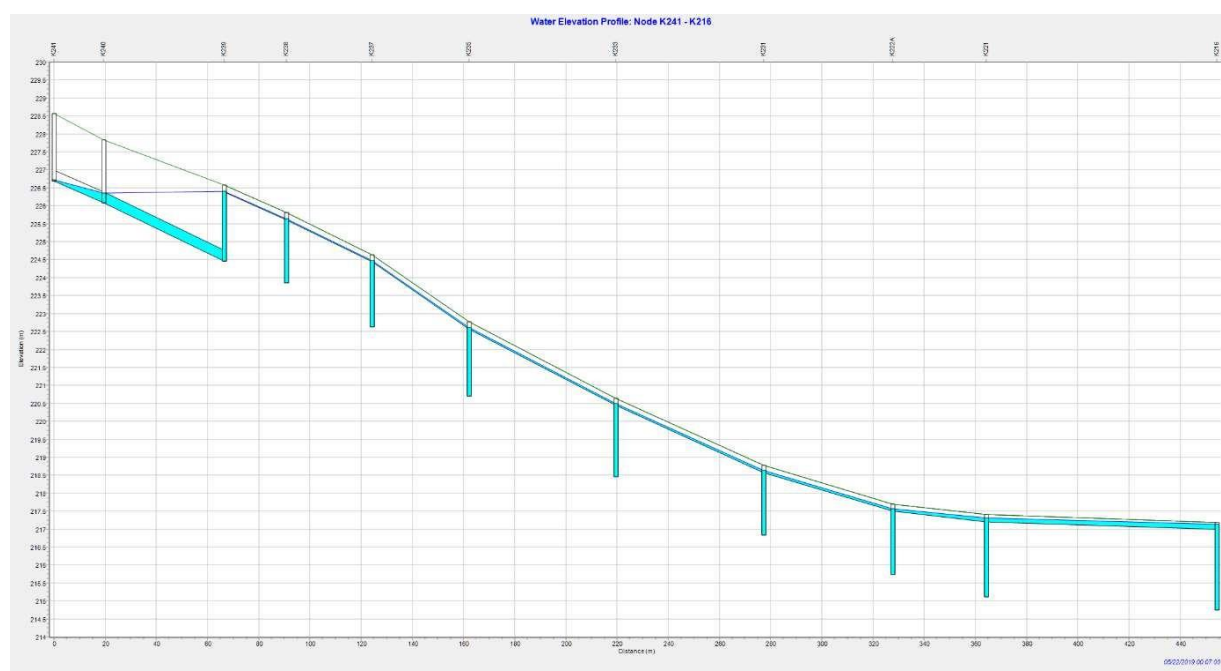
Rysunek 76 Hydrogram jednego z odcinków kanału od studzienki KR8 do KD6 – rów przed nasypem ul. Staromiejskiej

Jest to charakterystyczne miejsce przed nasypem ul. Staromiejskiej. Analizując profile i hydrogramy wynikowe można stwierdzić, że obecnie woda płynąca od strony stawów rybnych przepuszczana jest przez kanał o średnicy 0.6 [m], który jest całkowicie wypełniony. Woda spiętrza się przed wlotem i sprzyja retencjonowaniu jej przed nasypem ogródków działkowych. Natomiast z analizy hydrogramów odcinków rowów na terenie pomiędzy ulicą Staromejską, a nasypem ogródków działkowych wynika, że obszar ten zalewany jest najpierw z kanalizacji od ulicy Staromejskiej, a następnie wodami od strony ogródków działkowych. W obecnej formie obszar ten stanowi nieplanowany obszar retencyjny dla kanalizacji ulicy Staromiejskiej stwarzając jednocześnie zagrożenie podtopieniami w okolicy adresu ul. Staromiejska 66. Należy przeprojektować układ kanalizacji w tym węźle i rozdzielić kanalizację ulicy Staromiejskiej od kanalizacji od strony zlewni rowu z terenów KSSE.

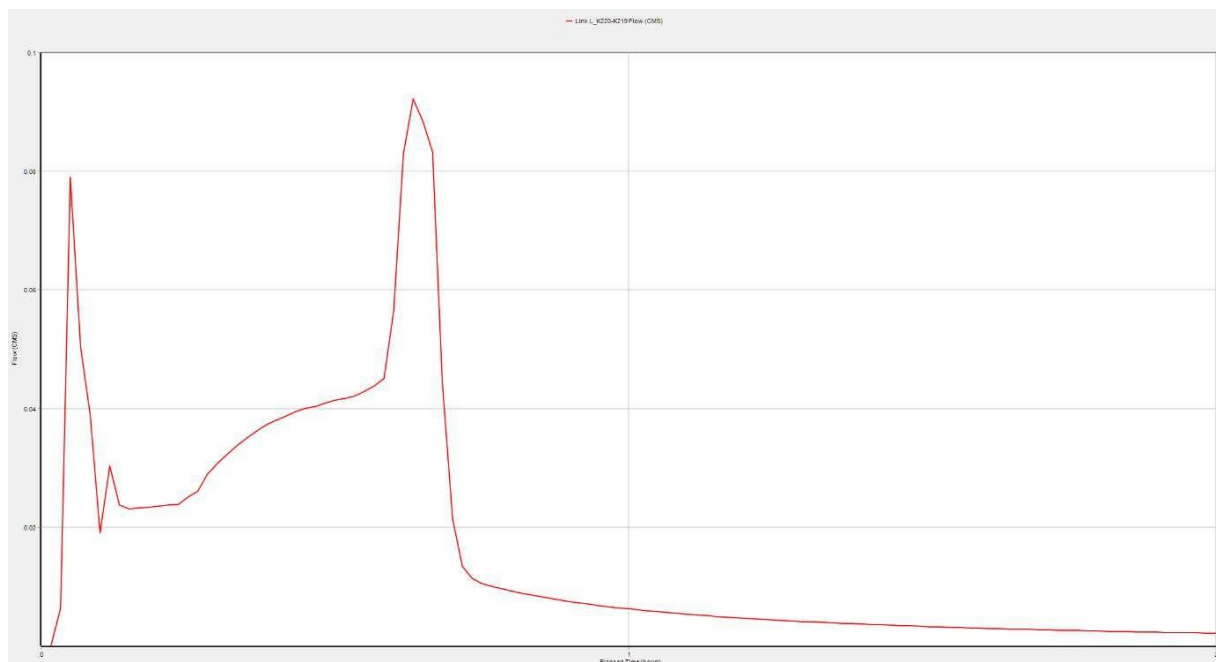
7.3.10 Ulica Niepaszycka od studzienki K241 do K216



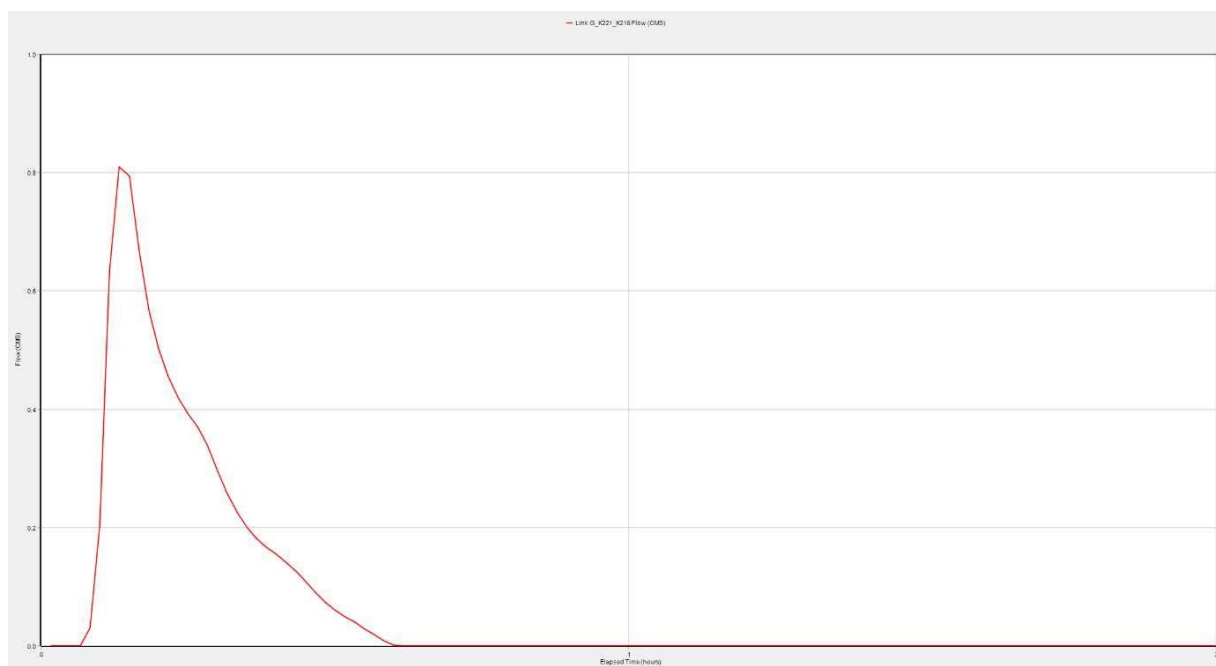
Rysunek 77 Profil kanału ul. Niepaszyckiej od studzienki K241 do K216



Rysunek 78 Profil jezdni ul. Niepaszyckiej od studzienki K241 do K216

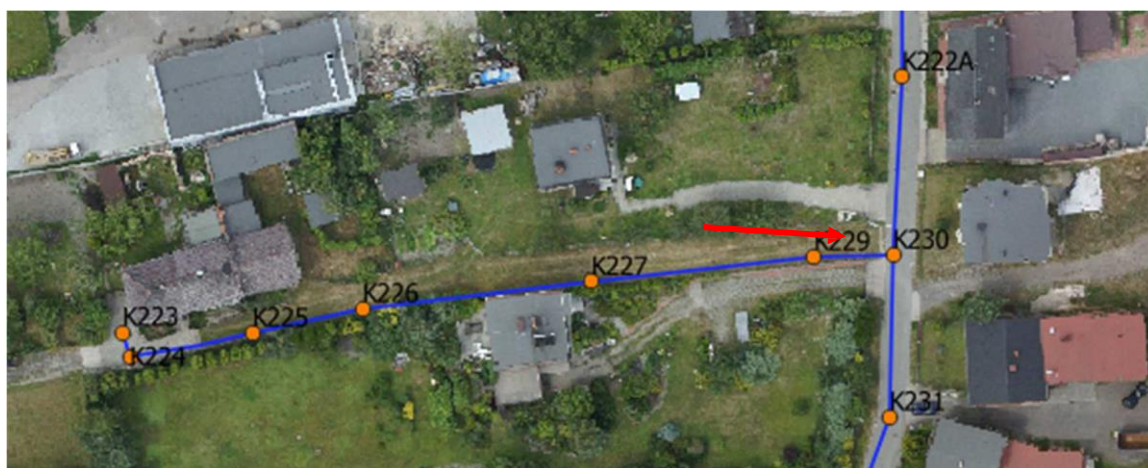


Rysunek 79 Hydrogram przepływu na jednym z odcinków kanału ul. Niepaszyckiej



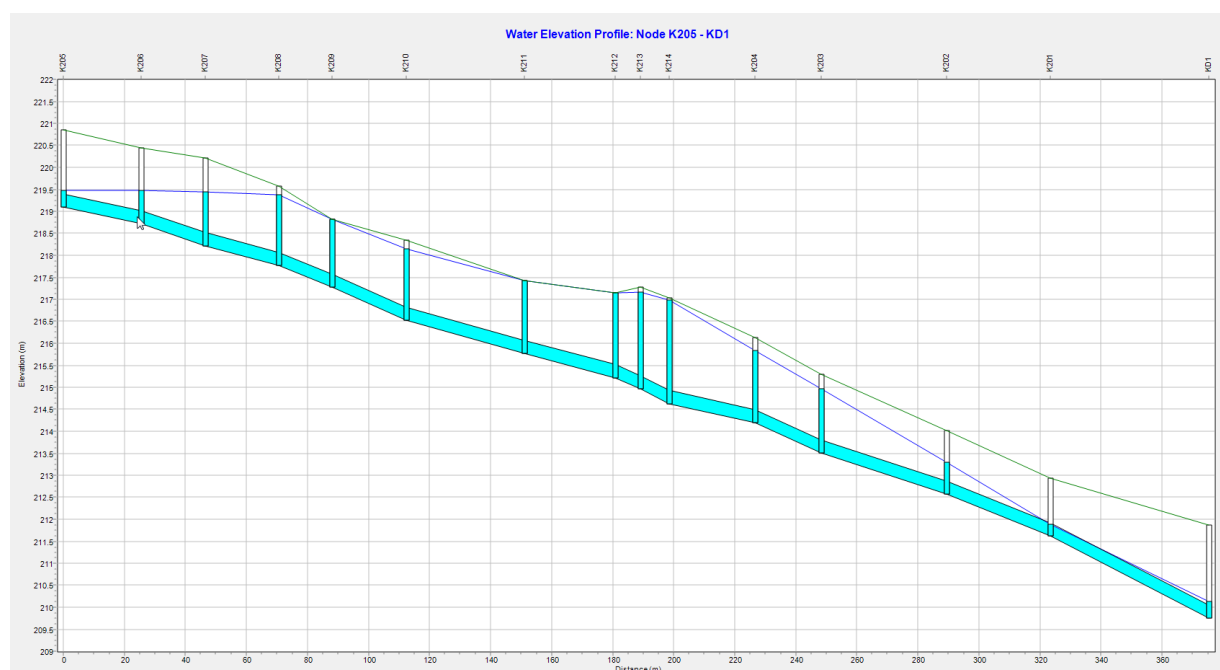
Rysunek 80 Hydrogram przepływu na jednym z odcinków jezdni ul. Niepaszyckiej

Z analizy profilu można zauważyć, że występują spiętrzenia rzędu kilku metrów, w tym do powierzchni terenu i wylania. Sytuacja ma miejsce w większości węzłów. Dodatkowo w węźle K230, spiętrzenie wynika z tego, że występuje tu dopływ z kanału bocznego od studzienki K223 do K230. Woda wypływa na teren i płynie jezdnią warstwą około kilkunastu centymetrów. Na całym odcinku zalecane jest zwiększenie średnicy kanału.



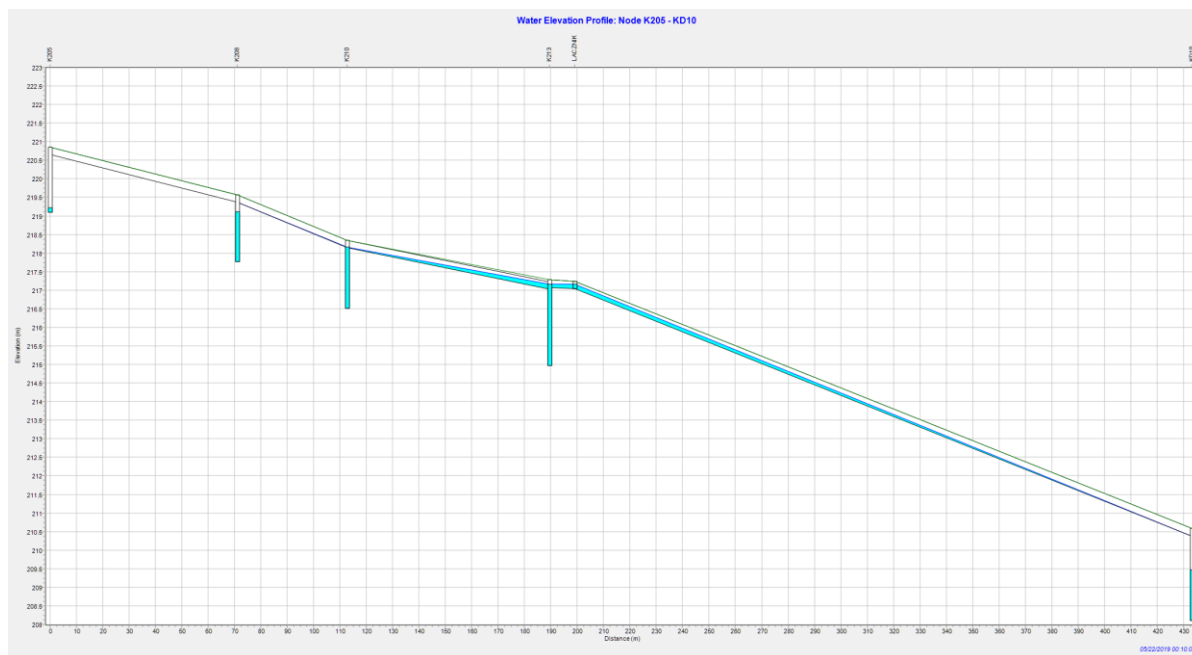
Rysunek 81 Sytuacja kanału ul. Niepaszyckiej od studzienki K241 do K216

7.3.11 Ulica Niepaszycka od studzienki K205 do KD1

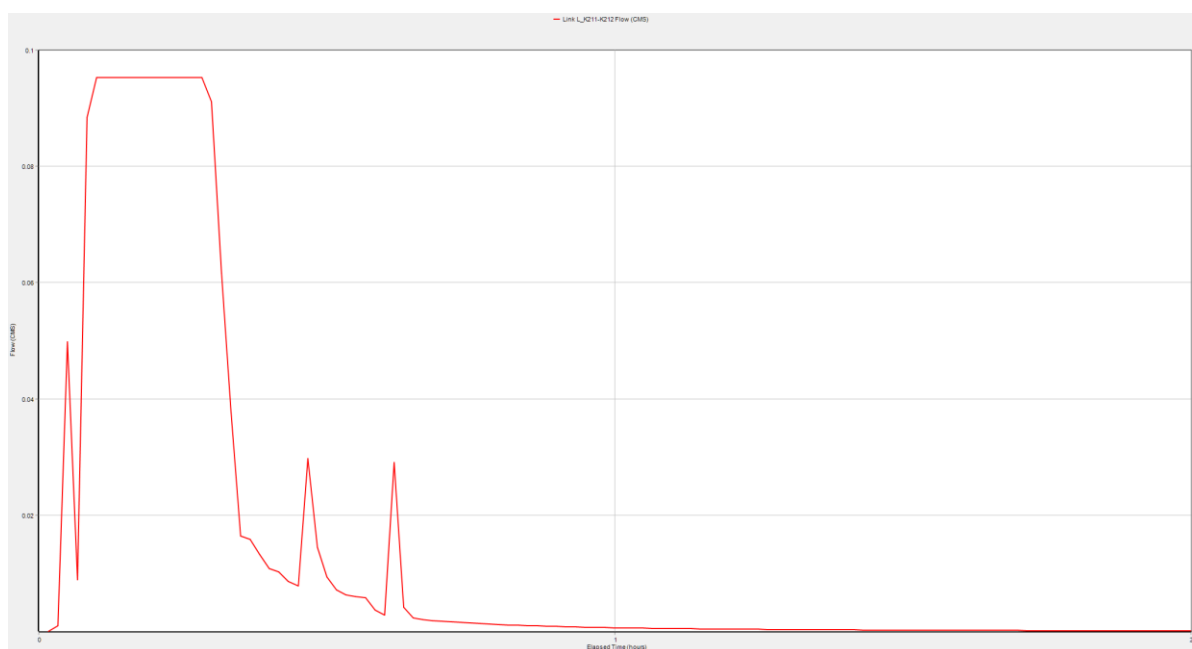


Rysunek 82 Profil kanału ul. Niepaszyckiej od studzienki K205 do KD1

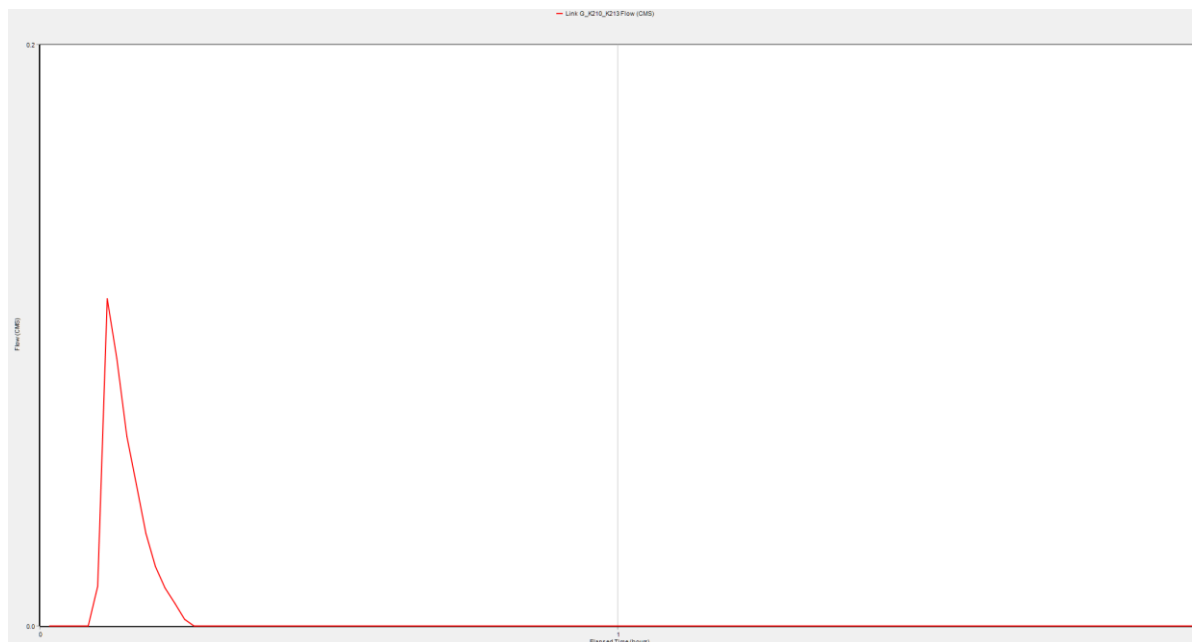
Koncepcja wraz ze wstępnym wskazaniem rozwiązań minimalizowania ujemnego oddziaływania w obrębie ulicy Staromiejskiej



Rysunek 83 Profil jezdni ul. Niepaszyckiej od studzienki K205 do KD10



Rysunek 84 Hydrogram przepływu na jednym z odcinków kanału ul. Niepaszyckiej



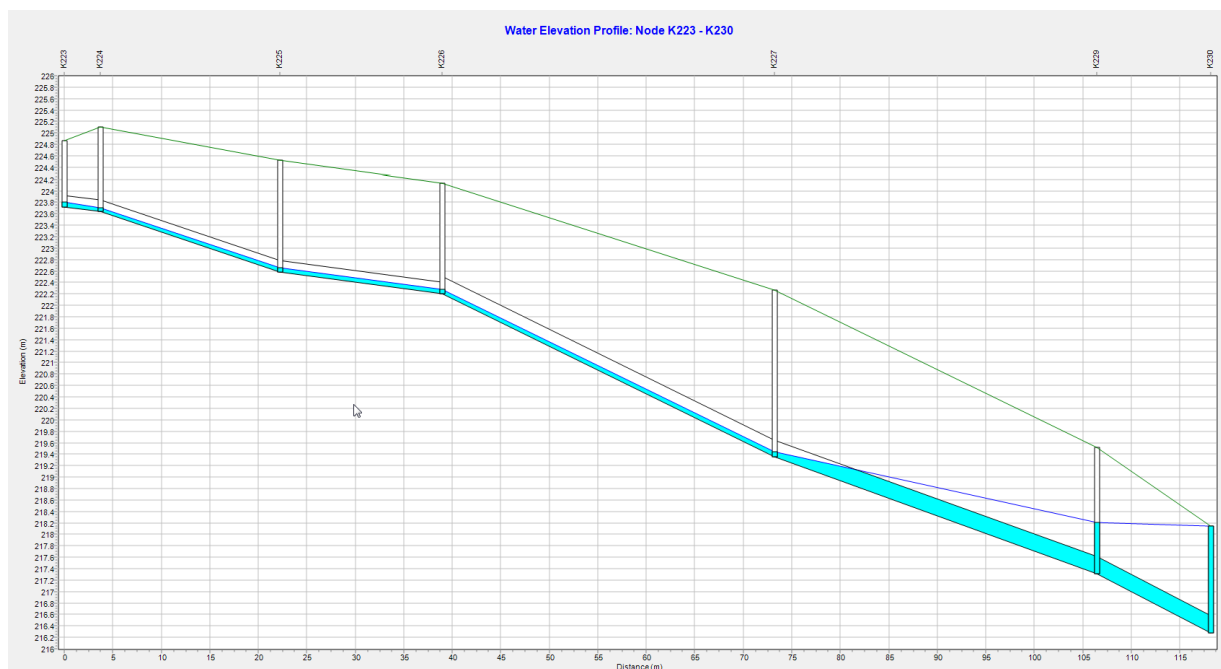
Rysunek 85 Hydrogram przepływu na jednym z odcinków jezdni ul. Niepaszyckiej

Analizując profil, można stwierdzić, że występujące spiętrzenia spowodowane są głównie za małymi średnicami kanałów. W studzience K214, spiętrzenie może być spowodowane tym, że jest to miejsce do którego dopływają wody z odcinka kanału od studzienki K241 do K216. Woda wypływa na jezdnie i pływnie warstwą do 10 [cm]. W celu poprawienia przepustowości hydraulicznej kanalizacji, należy zwiększyć średnicę kanału na całej długości.

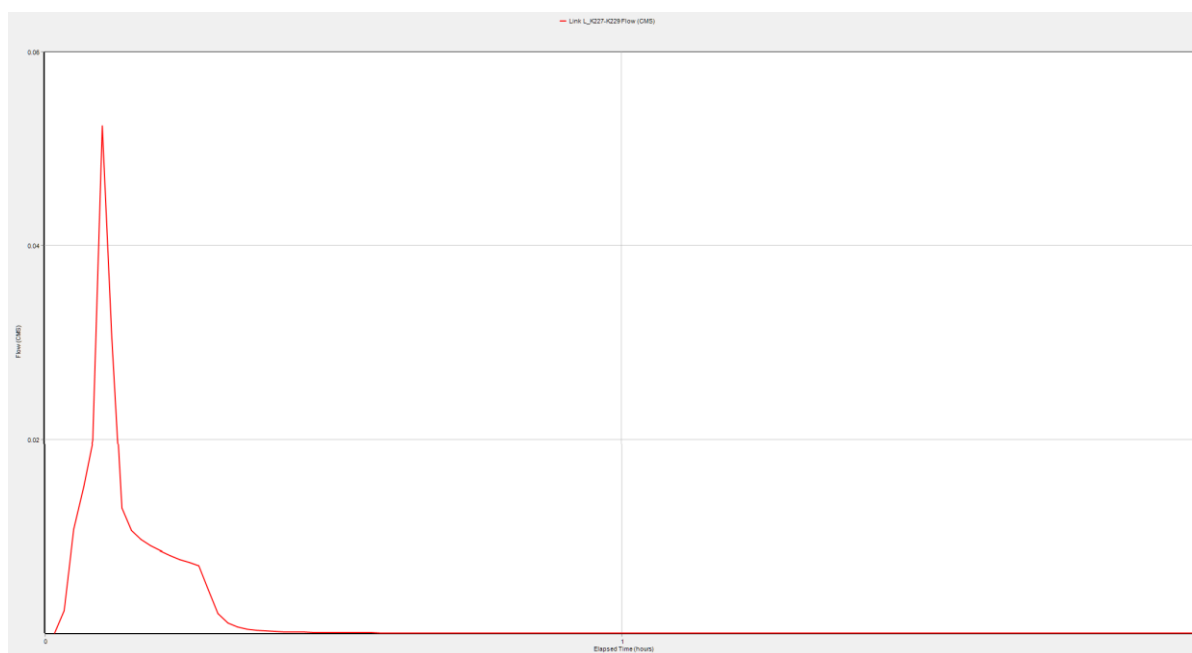


Rysunek 86 Sytuacja fragmentu kanału ul. Niepaszyckiej od studzienki K205 do KD1

7.3.12 Kanał od studzienki K223 do K230

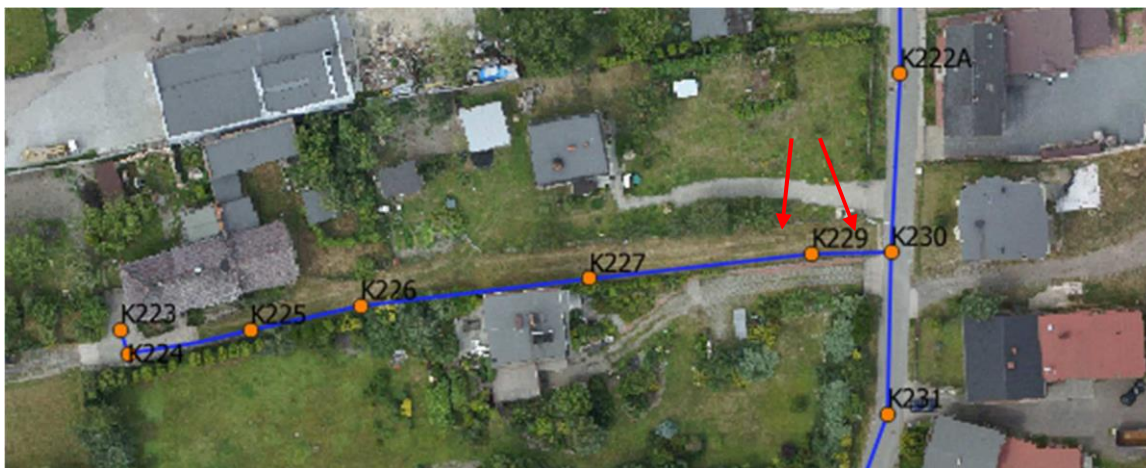


Rysunek 87 Profil kanału od studzienki K223 do K230



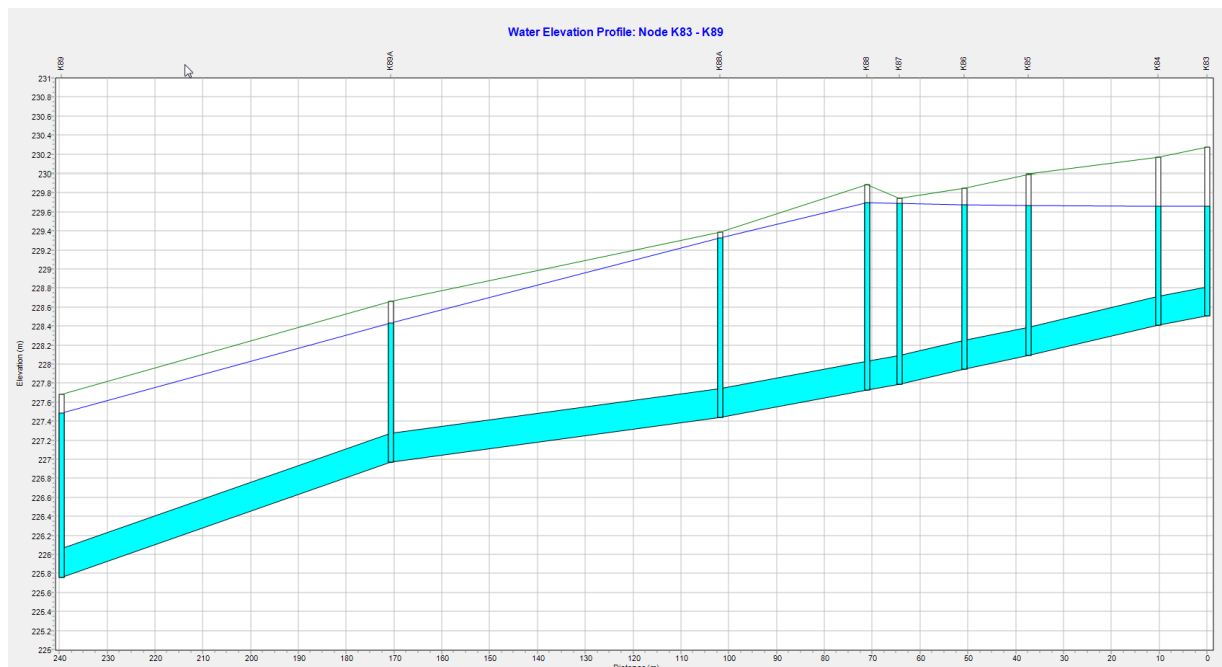
Rysunek 88 Hydrogram przepływu na jednym z odcinków kanału odcinka od studzienki K223 do K230

Kanał na odcinku od K223 do K230 jest kanałem bocznym kanału w ul. Niepaszyckiej od K241 do K216. Z tego może wynikać spiętrzenie w studzienkach K229 oraz K230, wywołane cofką. Na tym odcinku powinno zwiększyć się średnicę kanału.



Rysunek 89 Sytuacja kanału od studzienki K223 do K230

7.3.13 Ulica Murarska od studzienki K83 do K89



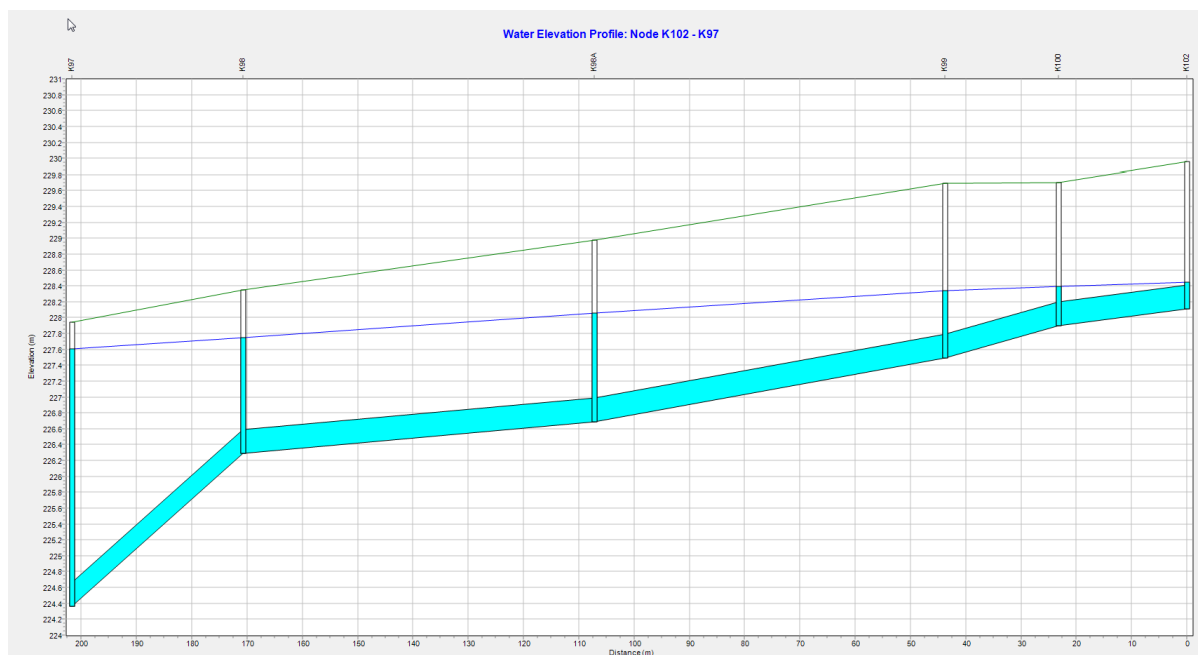
Rysunek 90 Profil kanału ul. Murarskiej od studzienki K83 do K89



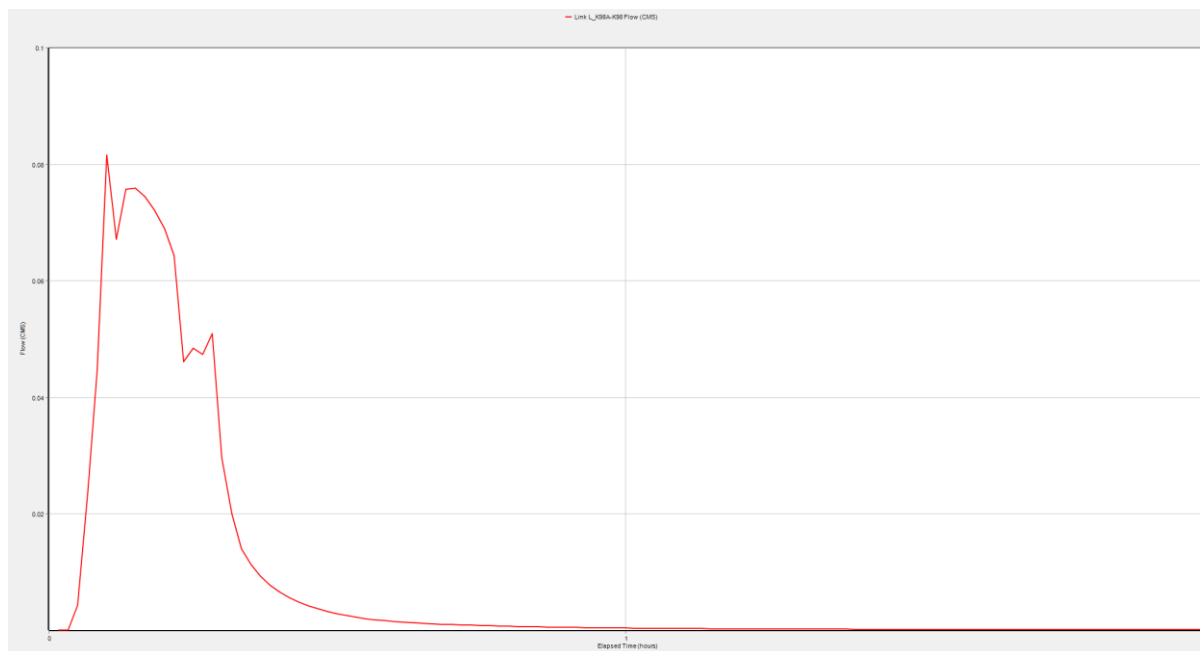
Rysunek 91 Hydrogram przepływu na jednym z odcinków kanału ul. Murarskiej

Kanał dopływa do kanału od studzienki K89 do K4A. Spiętrzenia na całej długości kanału wynikają ze zbyt małej średnicy lub cofki z kanału odbiornika. Zaleca się jej zwiększenie.

7.3.14 Ulica Sojki od studzienki K102 do K97



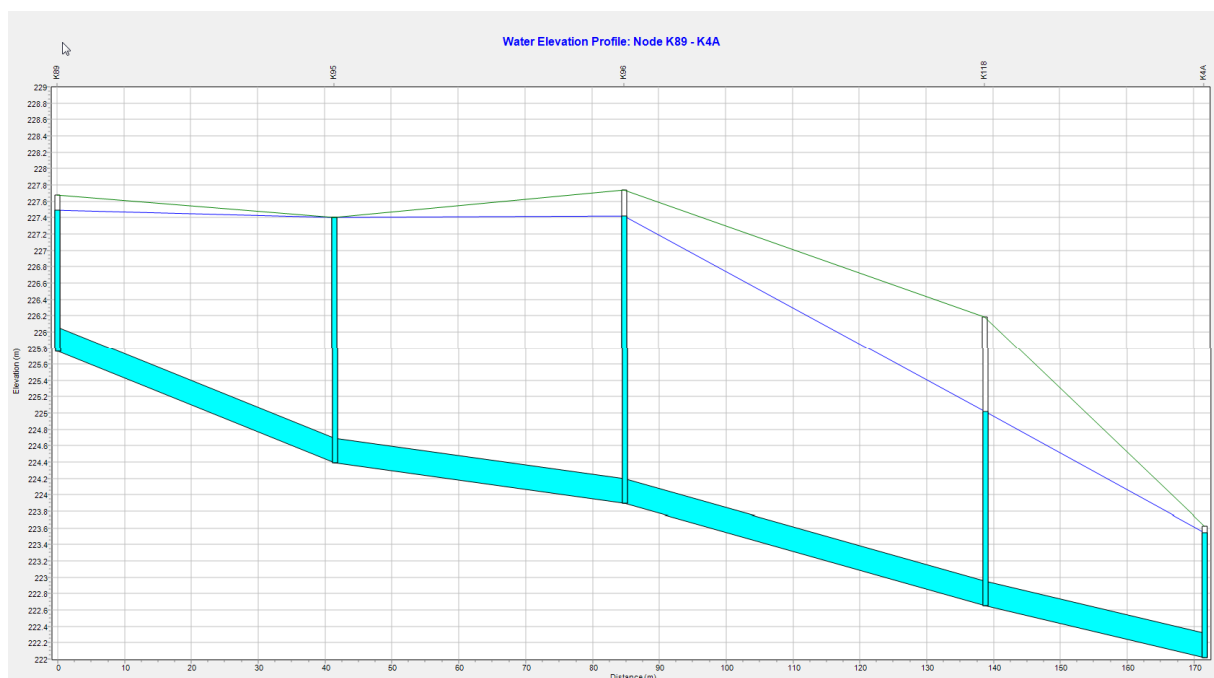
Rysunek 92 Profil kanału ul. Sojki od studzienki K102 do K97



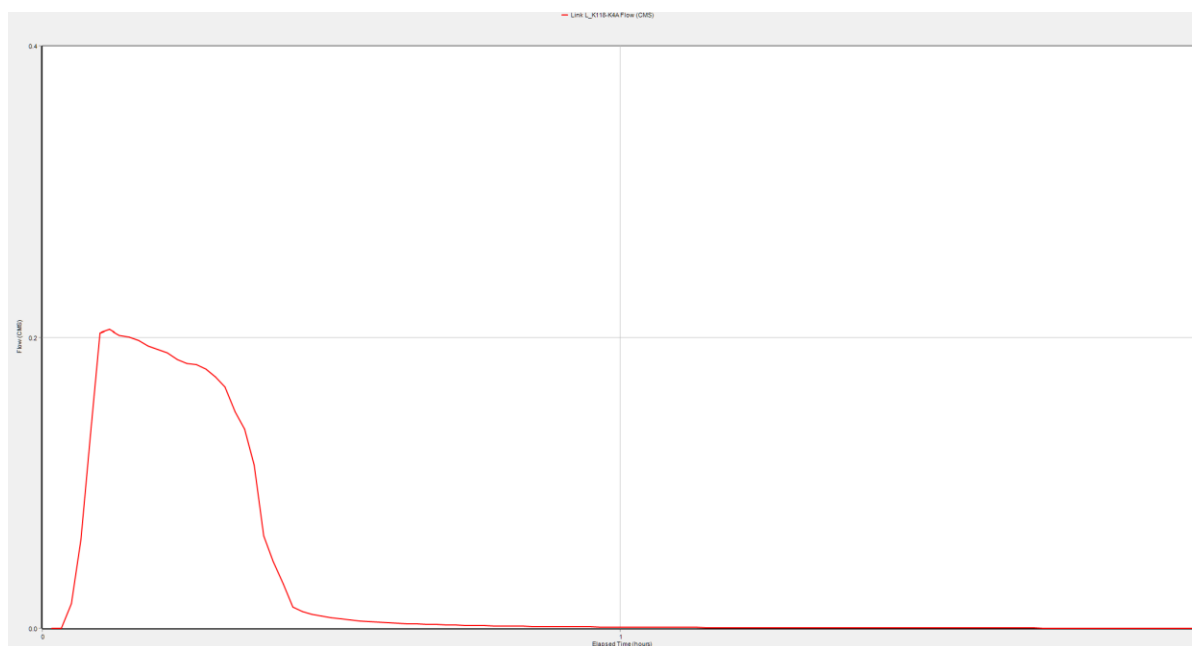
Rysunek 93 Hydrogram przepływu na jednym z odcinków kanału ul. Sojki

Kanał dopływa do kanału od studzienki K89 do K4A. Występujące spiętrzenia spowodowane są prawdopodobnie, przez zbyt małą średnicę oraz dodatkowo przez cofkę w miejscu połączenia (studzienka K96) z kanałem odbierającym. W celu poprawy zaleca się zwiększyć średnice.

7.3.15 Kanał od studzienki od K89 do K4A

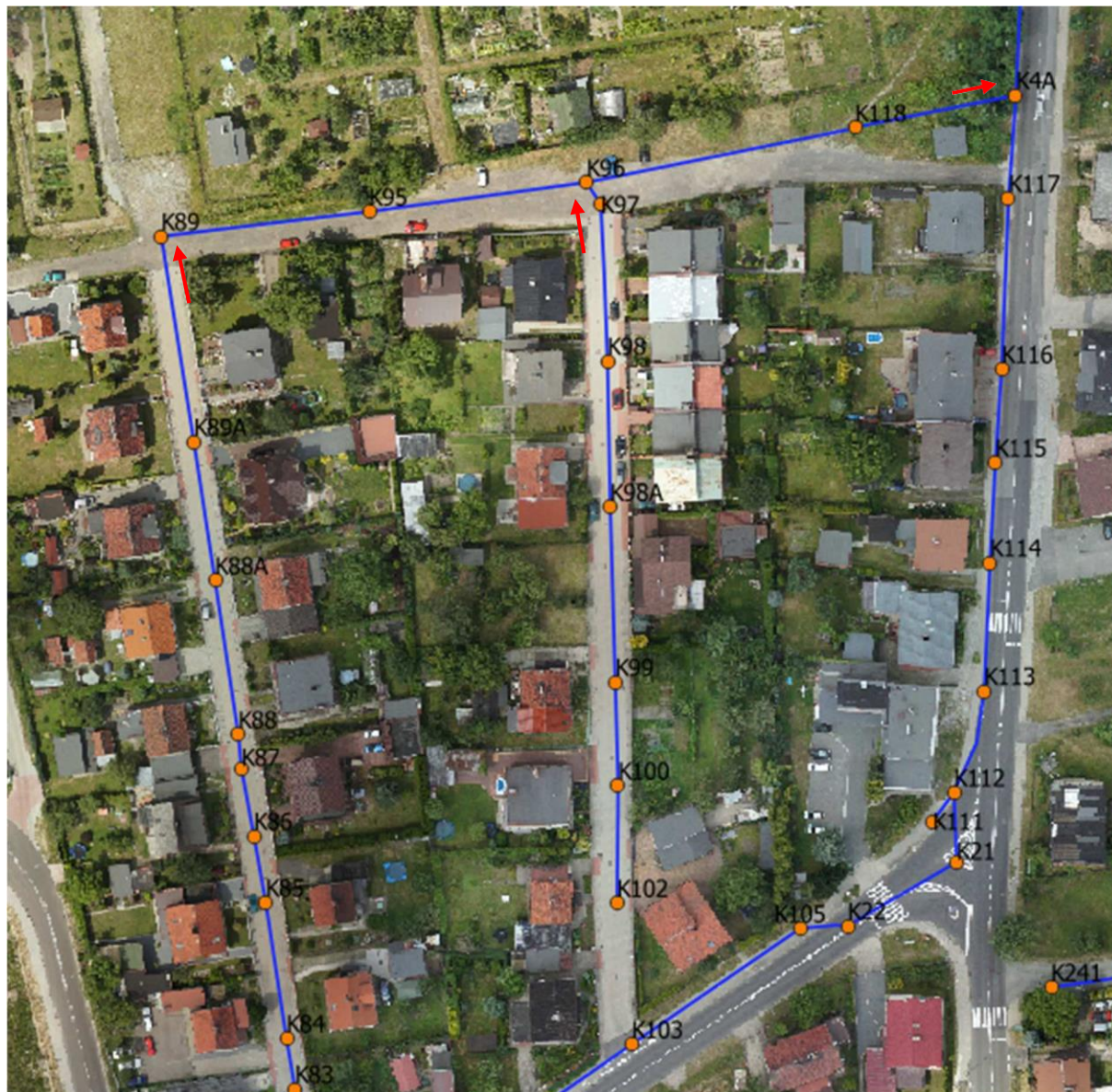


Rysunek 94 Profil kanału od studzienki od K89 do K4A – odbiornik kanałów z ulic Murarskiej i Sojki



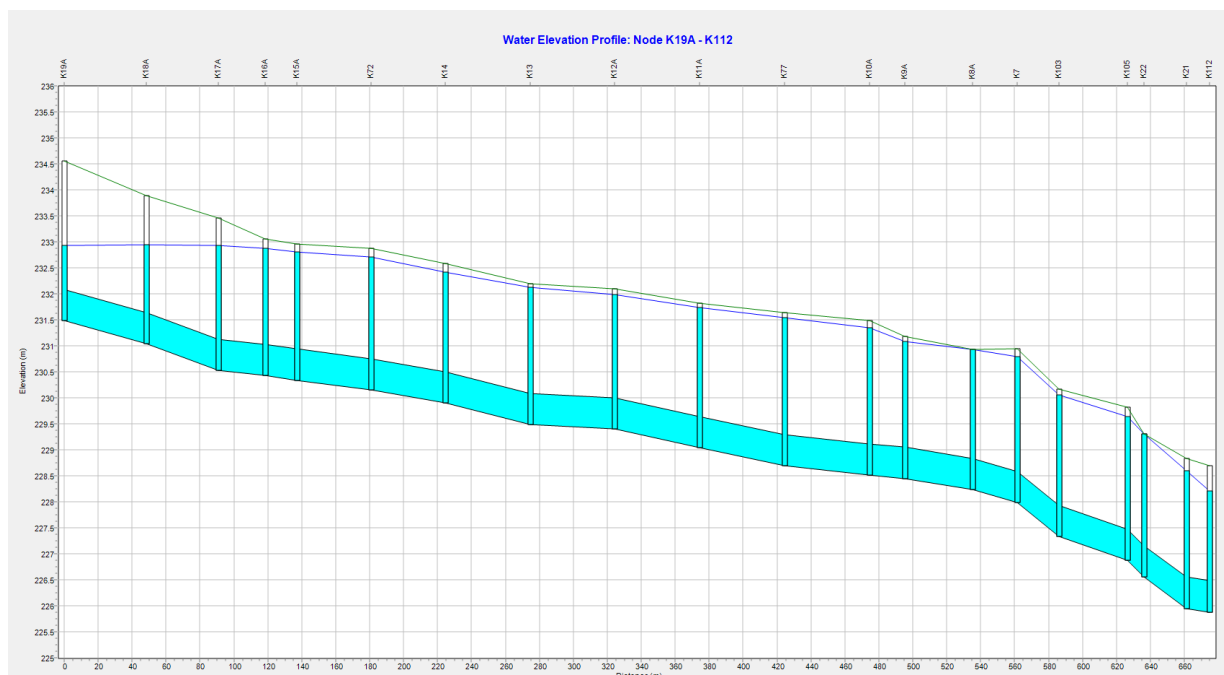
Rysunek 95 Hydrogram przepływu na jednym z odcinków kanału od studzienki od K89 do K4A

Analiza profilu pokazuje spiętrzenia na całej długości wywołane zbyt małą średnicą kanału. Należy zauważyć, że kanał ten na krótkim odcinku odbiera wody z dwóch kanałów z ulic: Murarskiej i Sojki, w węźle K89 oraz K96. Sytuacja ta ma wpływ na powstające spiętrzenia. Dodatkowo kanał ten łączy się z kanałem w ulicy Staromiejskiej w węźle K4A, co też może powodować dodatkowe spiętrzenia. W celu poprawy zaleca się zwiększyć średnice.

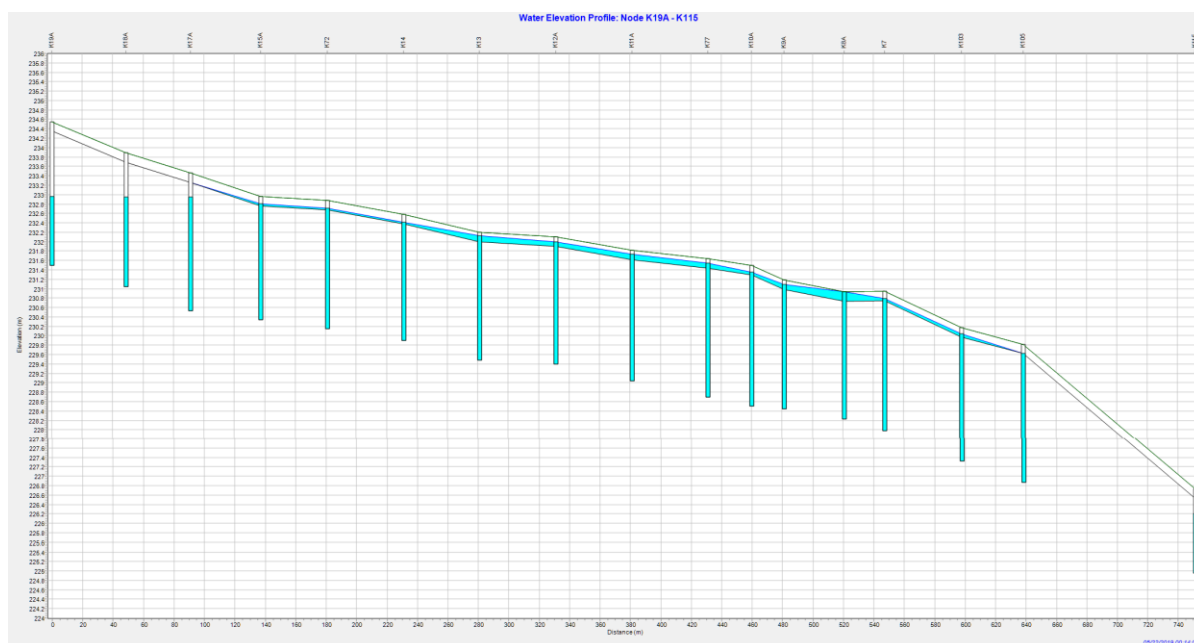


Rysunek 96 Sytuacja kanałów ulic Murarskiej, Sojki i Staromiejskiej

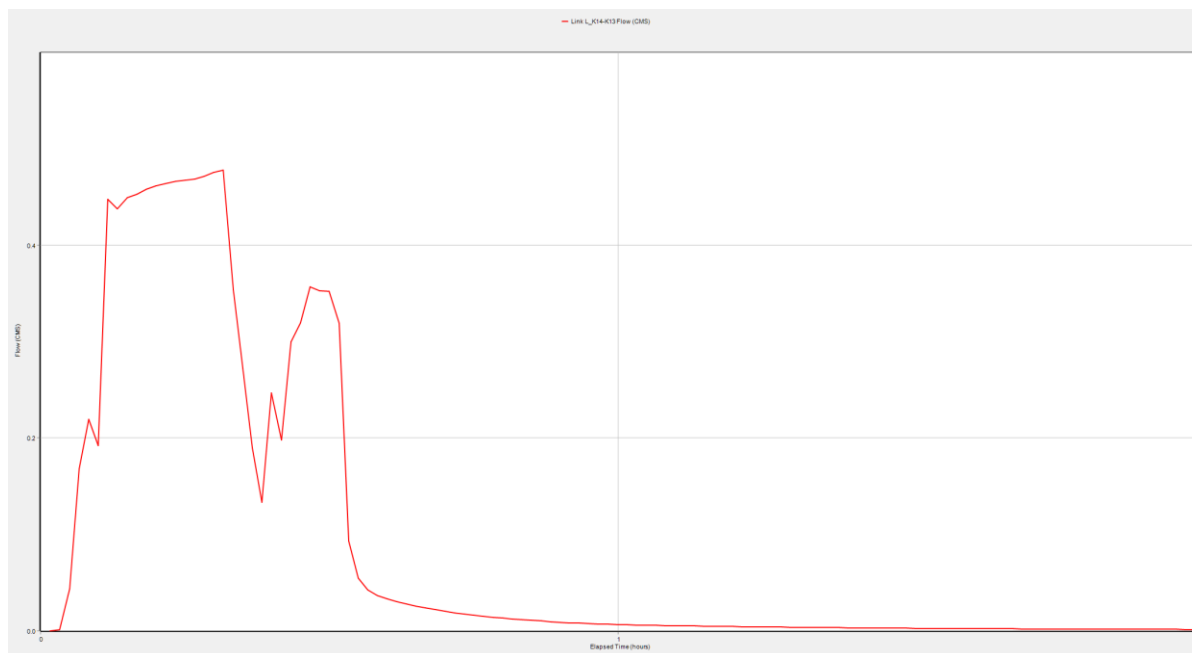
7.3.16 Ulica Leona Wyczółkowskiego od studzienki K19A do K112



Rysunek 97 Profil kanału ul. L. Wyczółkowskiego od studzienki K19A do K112



Rysunek 98 Profil jezdni ul. L. Wyczółkowskiego od studzienki K19A do K115



Rysunek 99 Hydrogram jednego z odcinków kanału ul. L. Wyczółkowskiego od studzienki K19A do K112

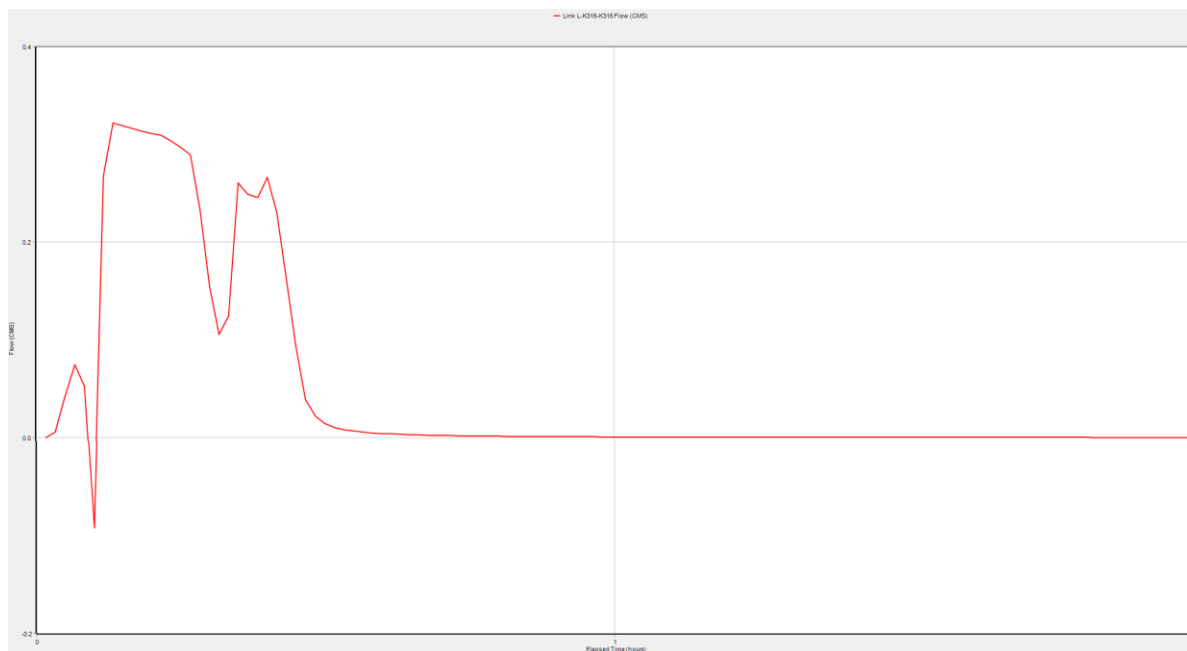


Rysunek 100 Hydrogram jednego z odcinków jezdni ul. L. Wyczółkowskiego od studzienki K19A do K112

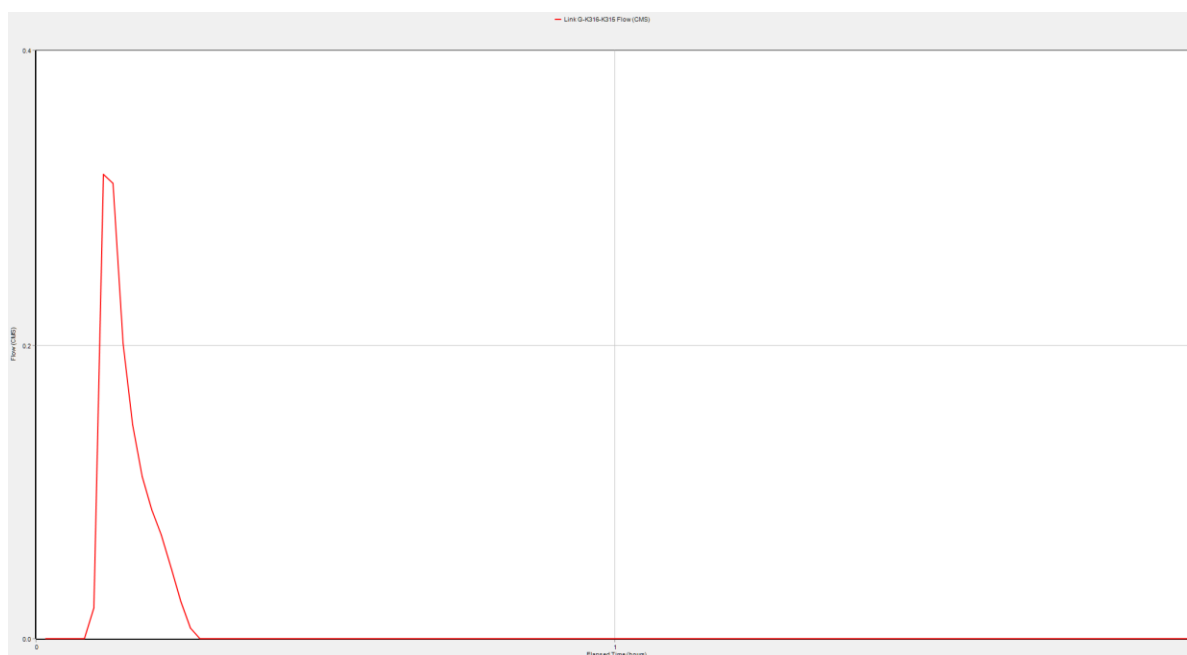
Spiętrzenia rzędu kilku metrów, w tym do powierzchni terenu, występują w większości węzłów obliczeniowych na trasie kanału w ulicy Leona Wyczółkowskiego. Spowodowane to jest zbyt małą średnicą. Woda płynie po powierzchni jezdni warstwą kilkunastu centymetrów. W celu poprawy zaleca się zwiększyć średnice.

7.3.17 Ulica Gustawa Eiffla od studzienki K320 do K50





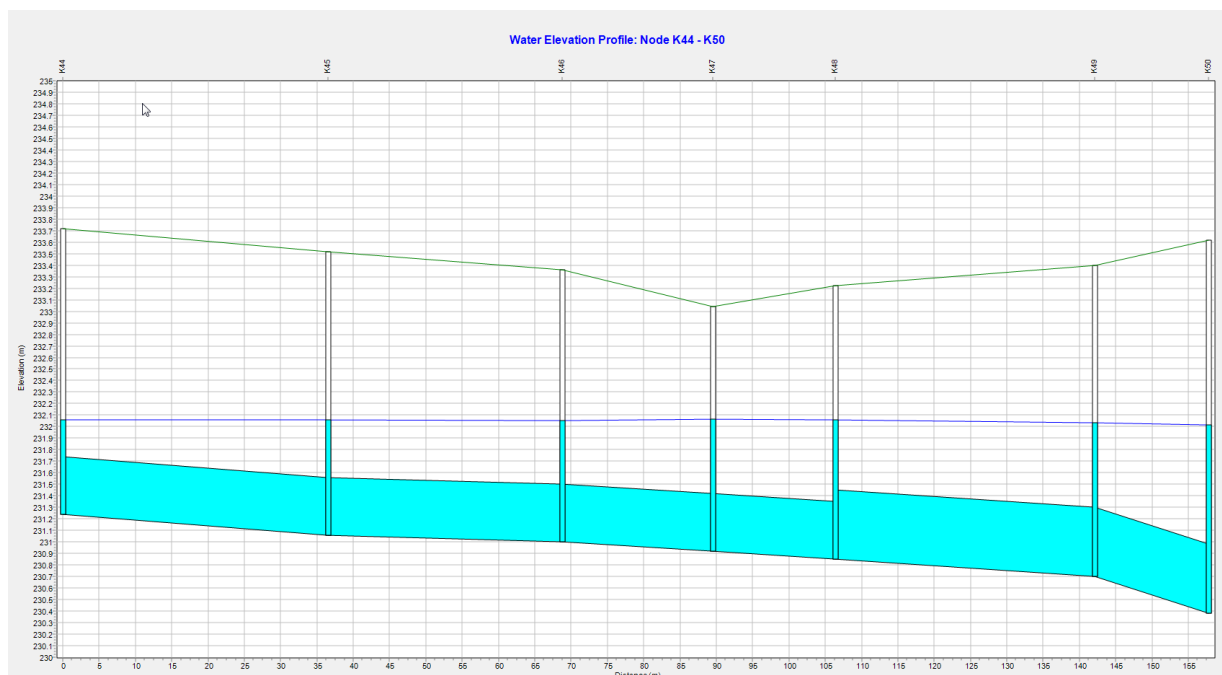
Rysunek 103 Hydrogram jednego z odcinków kanału ul. G. Eiffła od studzienki K320 do K50



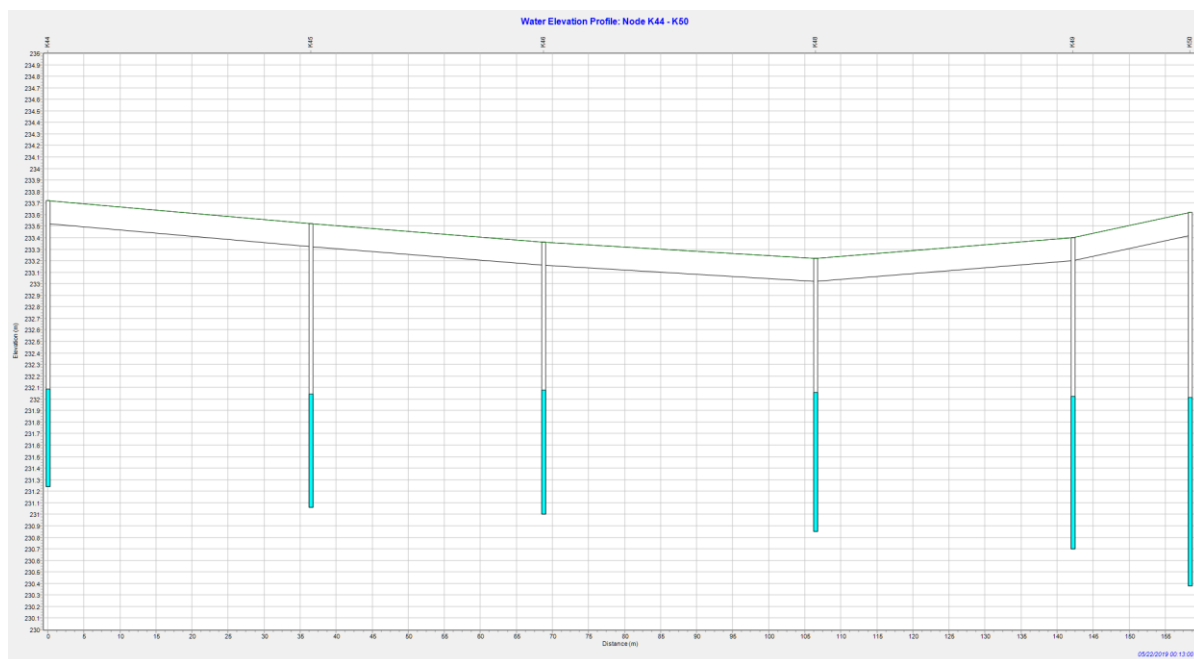
Rysunek 104 Hydrogram jednego z odcinków jezdni ul. G. Eiffła od studzienki K320 do K50

Analiza profilu stwierdza spiętrzenia rzędu kilku metrów, w tym do powierzchni terenu i wylania spowodowane za małą średnicą kanału, szczególnie na odcinku od K320 do K312. Zalecane jest zwiększenie średnic kanału

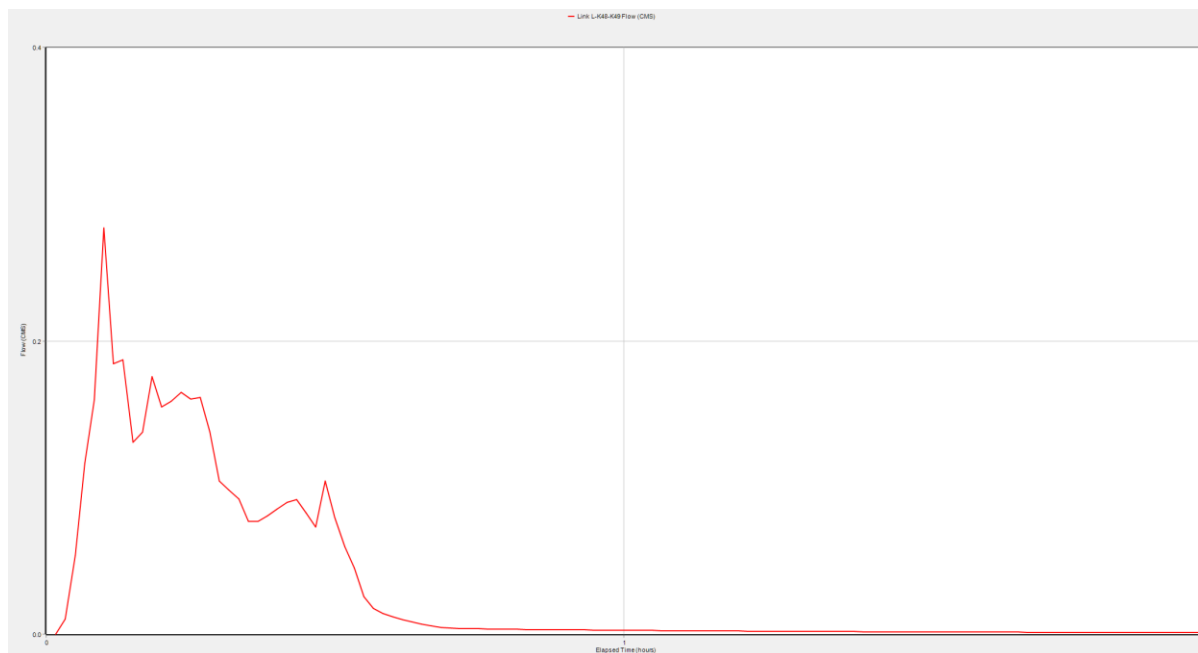
7.3.18 Ulica Gustawa Eiffła od studzienki K44 do K50



Rysunek 105 Profil kanału ul. G. Eiffła od studzienki K44 do K50



Rysunek 106 Profil jezdni ul. G. Eiffła od studzienki K44 do K50



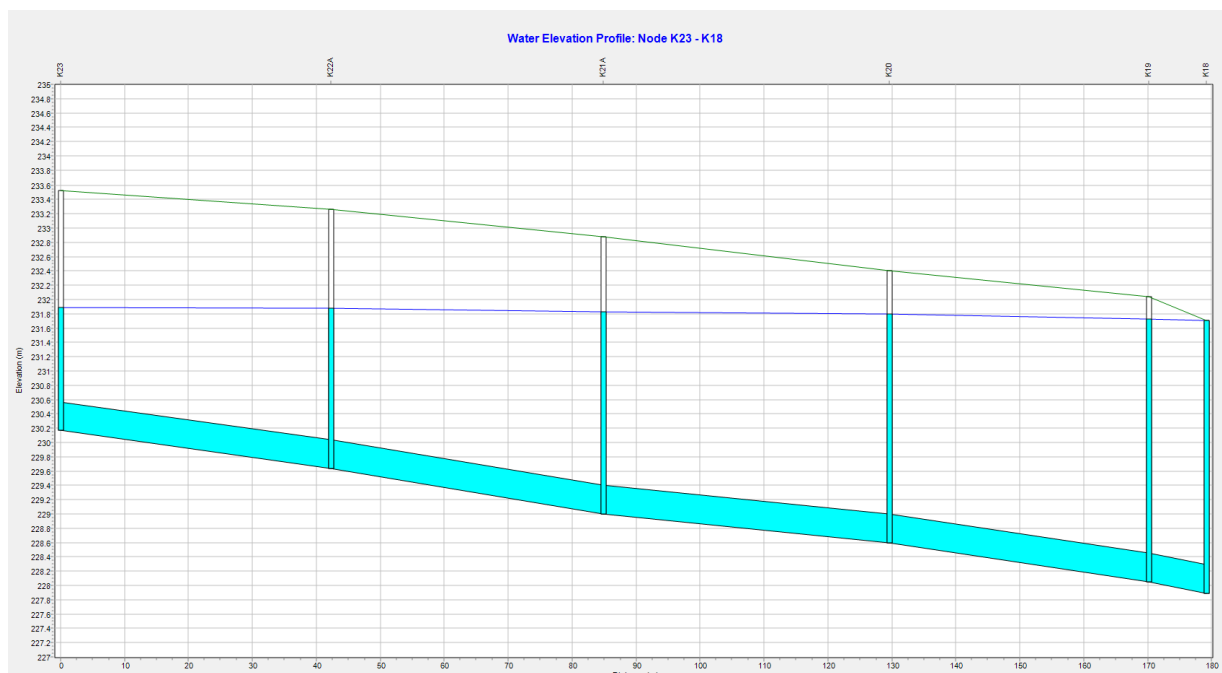
Rysunek 107 Hydrogram jednego z odcinków kanału w ul. G. Eiffła od studzienki K44 do K50

Występujące spiętrzenia nie sięgają rzędnej terenu, jednakże dla poprawienia działania sieci, zaleca się zwiększenie średnic kanału. W węźle K50, na występujące spiętrzenie może mieć wpływ fakt, że jest to miejsce w którym dodatkowo odbierane są wody z 2 odcinków, tj. ulicy Eiffła od studzienki K320 i od zachodu od studzienki K56. Zalecane jest zwiększenie średnic kanału.

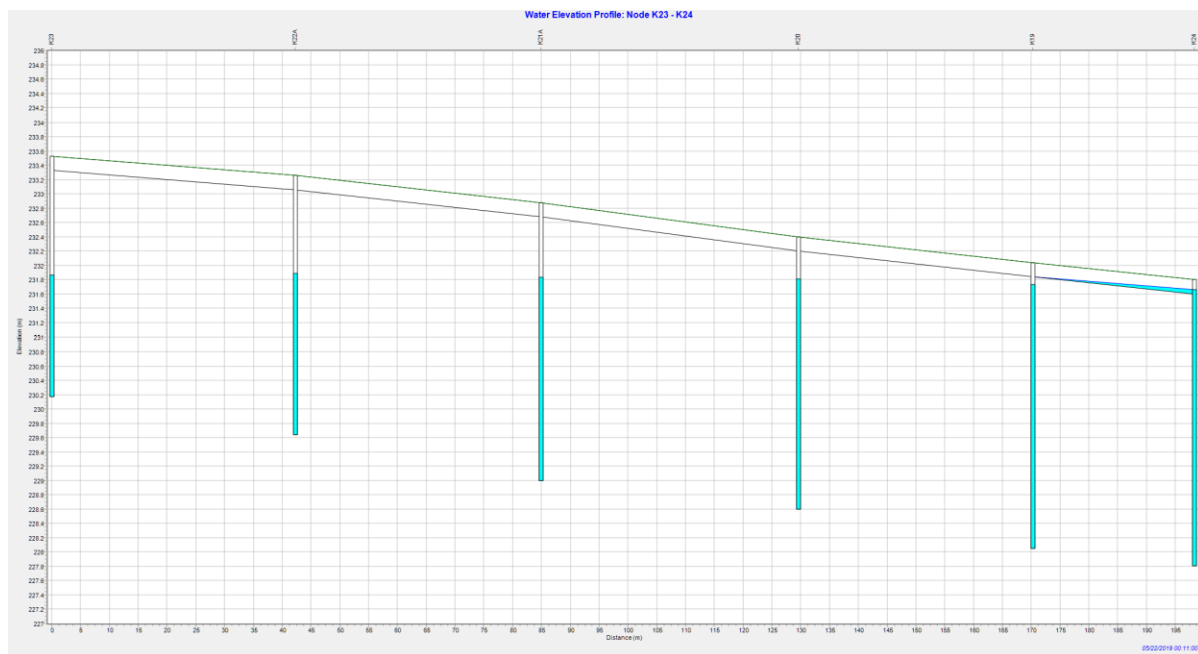


Rysunek 108 Sytuacja skrzyżowania kanału w ulicy G. Eiffła z rowem

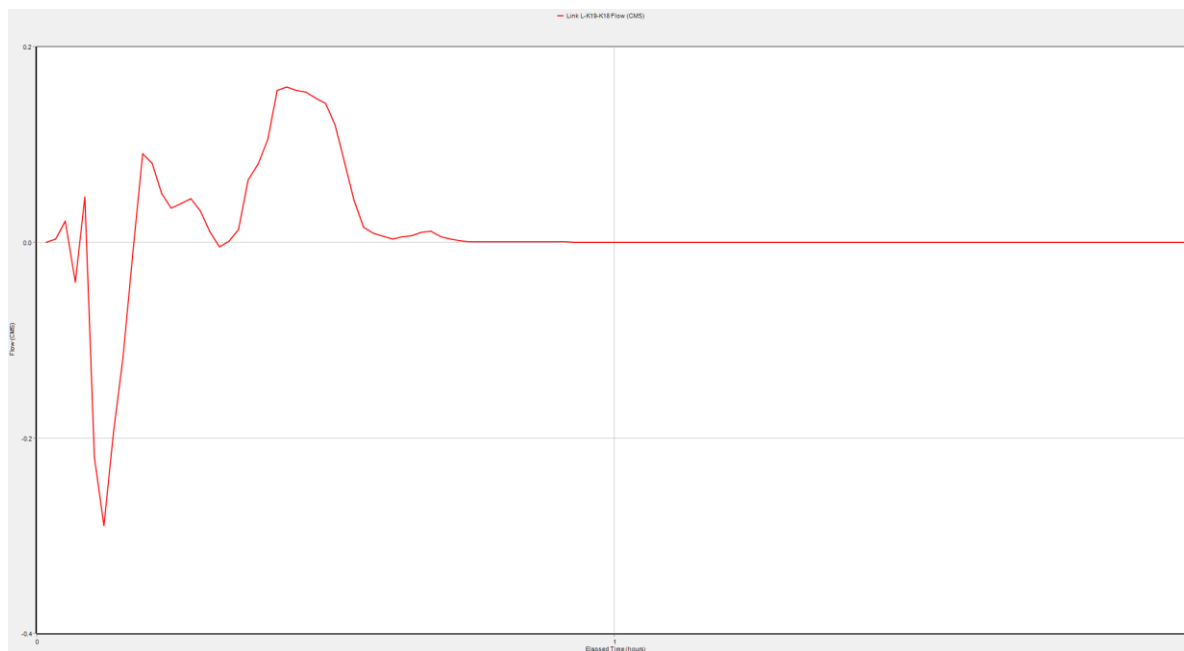
7.3.19 Ulica Gustawa Eiffla od studzienki K23 do K18



Rysunek 109 Profil kanału w ul. G. Eiffla od studzienki K23 do K18



Rysunek 110 Profil jezdni w ul. G. Eiffla od studzienki K23 do K24



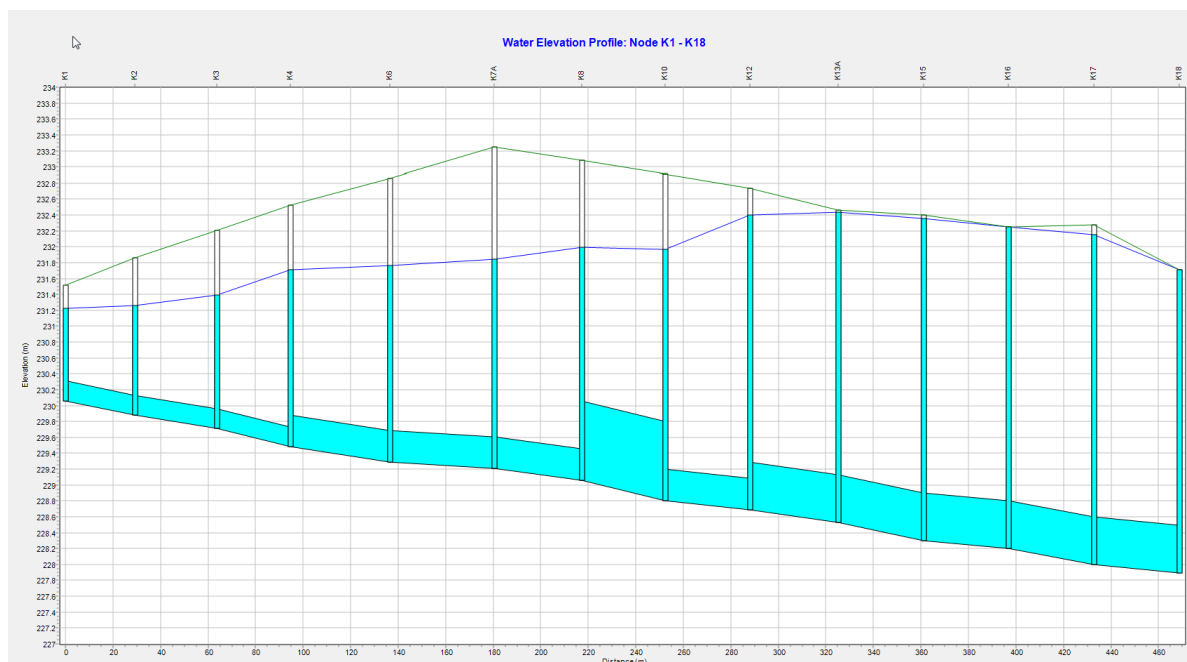
Rysunek 111 Hydrogram jednego z odcinków kanału w ul. G. Eiffla od studzienki K23 do K18

Analiza profilu uwidacznia spiętrzania na całym odcinku wynikające ze zbyt małych średnic jakie tu występują. W węźle K18 spowodowane dodatkowo może być przez cofkę od odbiornika - odcinek kanału od K1 do K35 w ulicy Alberta Einsteina.

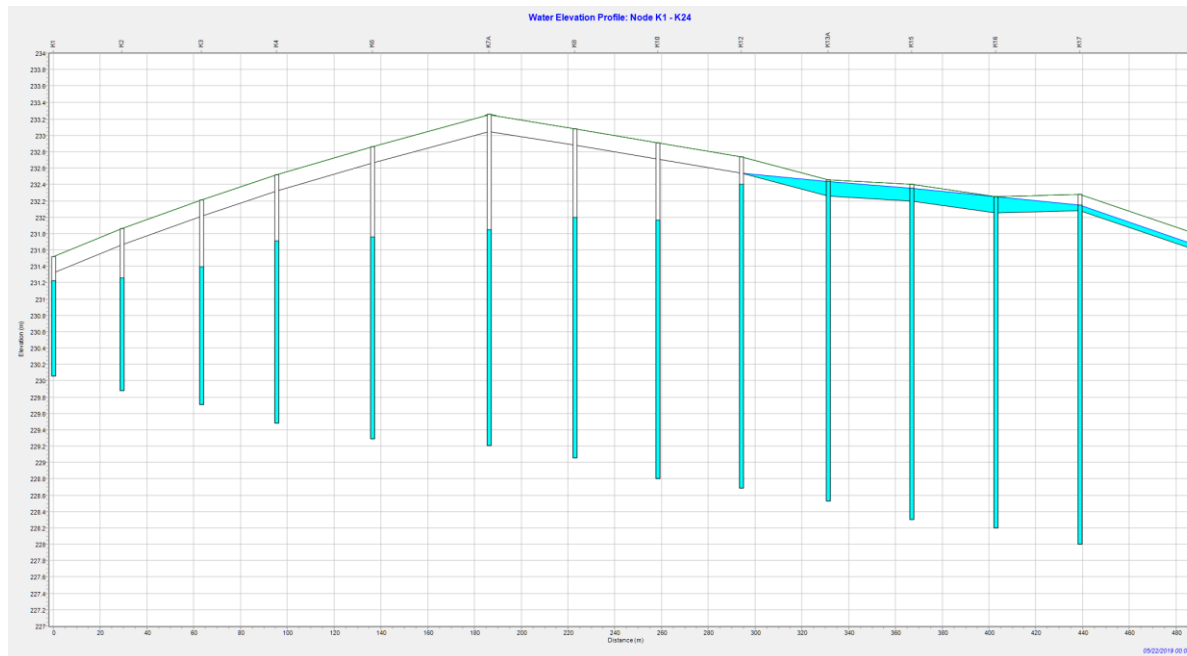


Rysunek 112 Sytuacja kanałów w ulicy G. Eiffla od studzienki K23 do K18

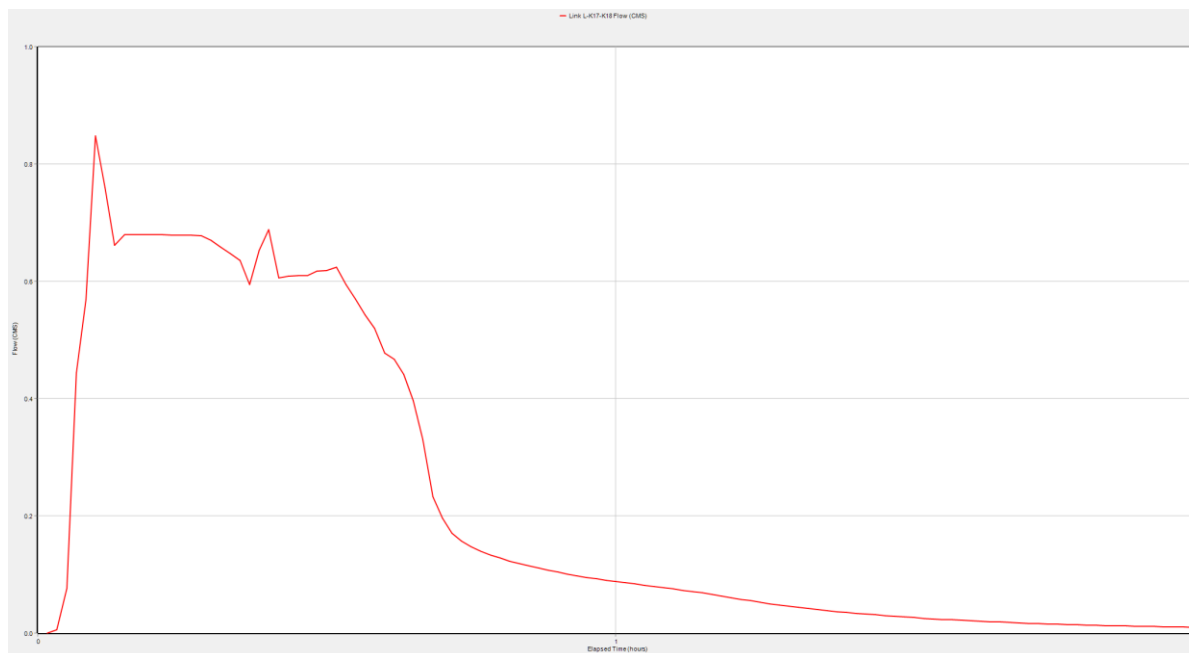
7.3.20 Ulica Alberta Einsteina od studzienki K1 do K18



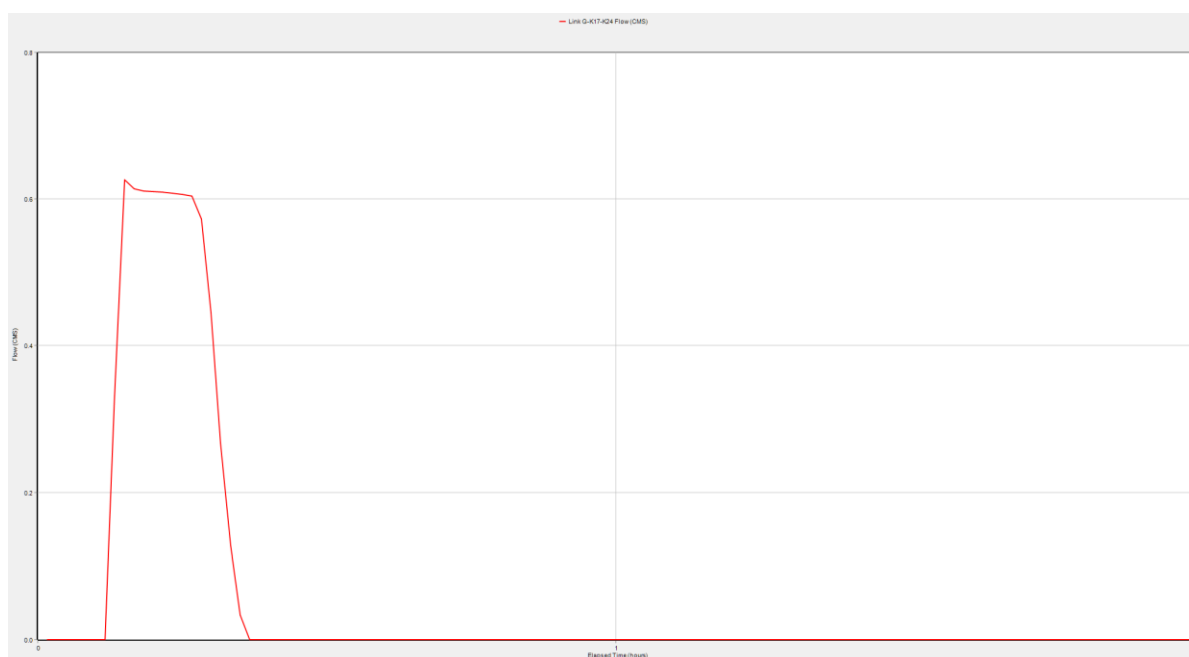
Rysunek 113 Profil kanału w ul. A. Einsteina od studzienki K1 do K18



Rysunek 114 Profil jezdni w ul. A. Einsteina od studzienki K1 do K24



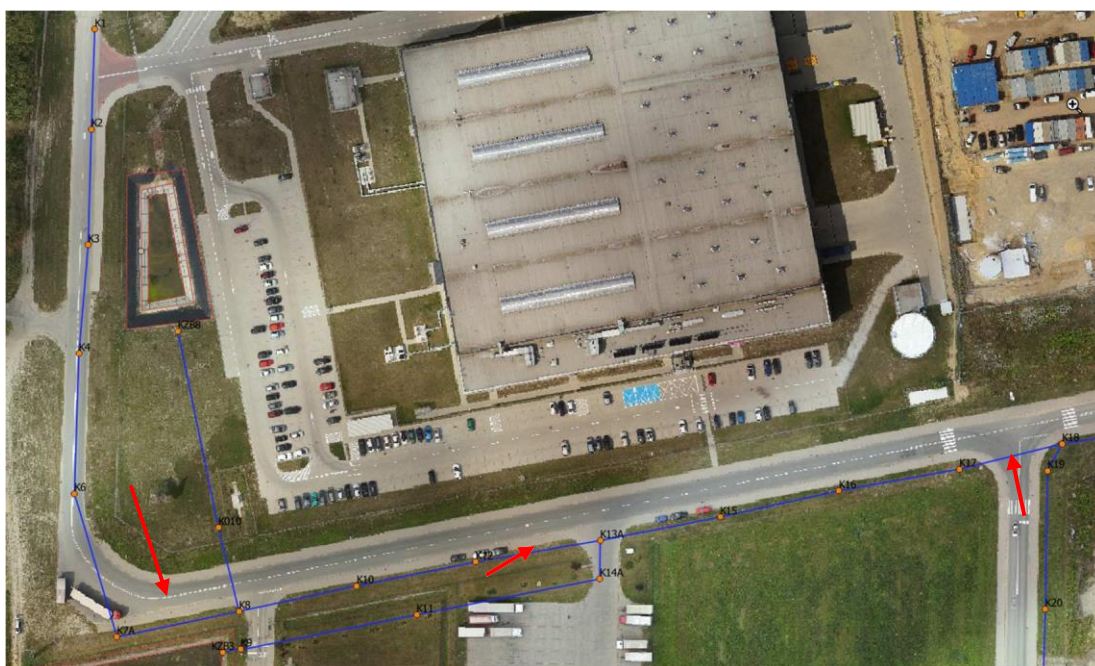
Rysunek 115 Hydrogram jednego z odcinków kanału w ul. A. Einsteina od studzienki K1 do K18



Rysunek 116 Hydrogram jednego z odcinków jezdni w ul. A. Einsteina od studzienki K1 do K24

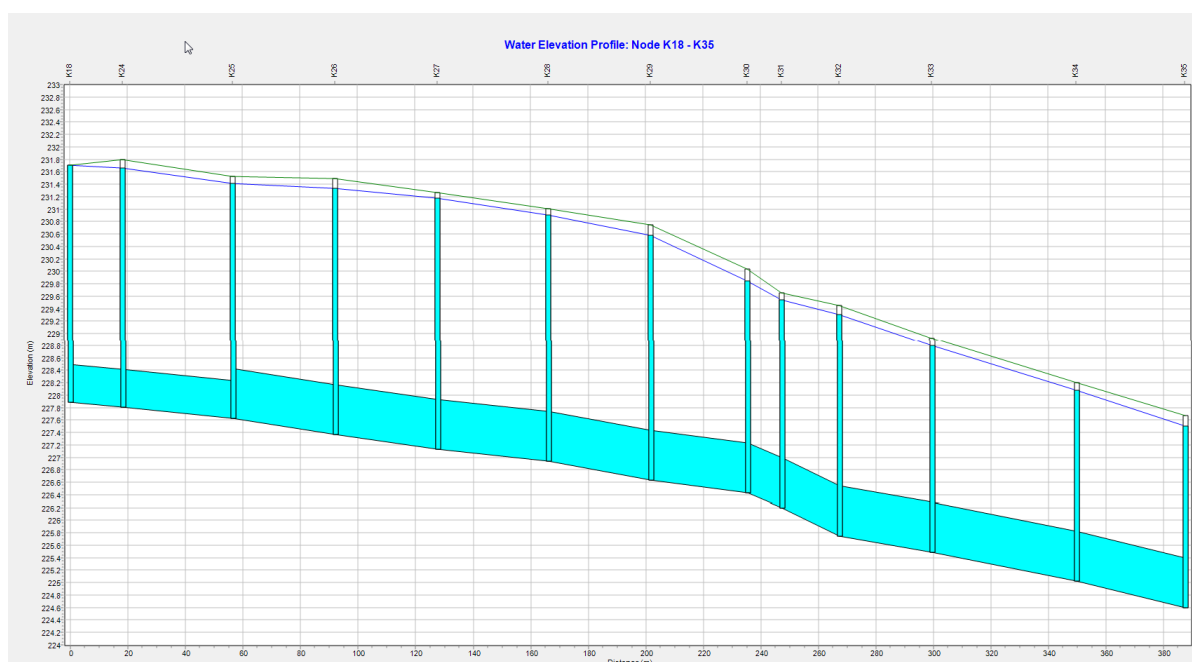
Spiętrzenia rzędu kilku metrów, w tym dopowierzchni terenu i wylania, występują w części węzłów obliczeniowych spływając po jezdni warstwą do 10 cm. Spowodowane to jest małą średnicą kanałów. Dodatkowo odcinek ten ma 3 kanały boczne, które doprowadzają wody. Połączenia te występują w studzienkach K8, K13A oraz K18.

Zalecane jest zwiększenie średnic w celu poprawienia przepustowości hydraulicznej sieci.



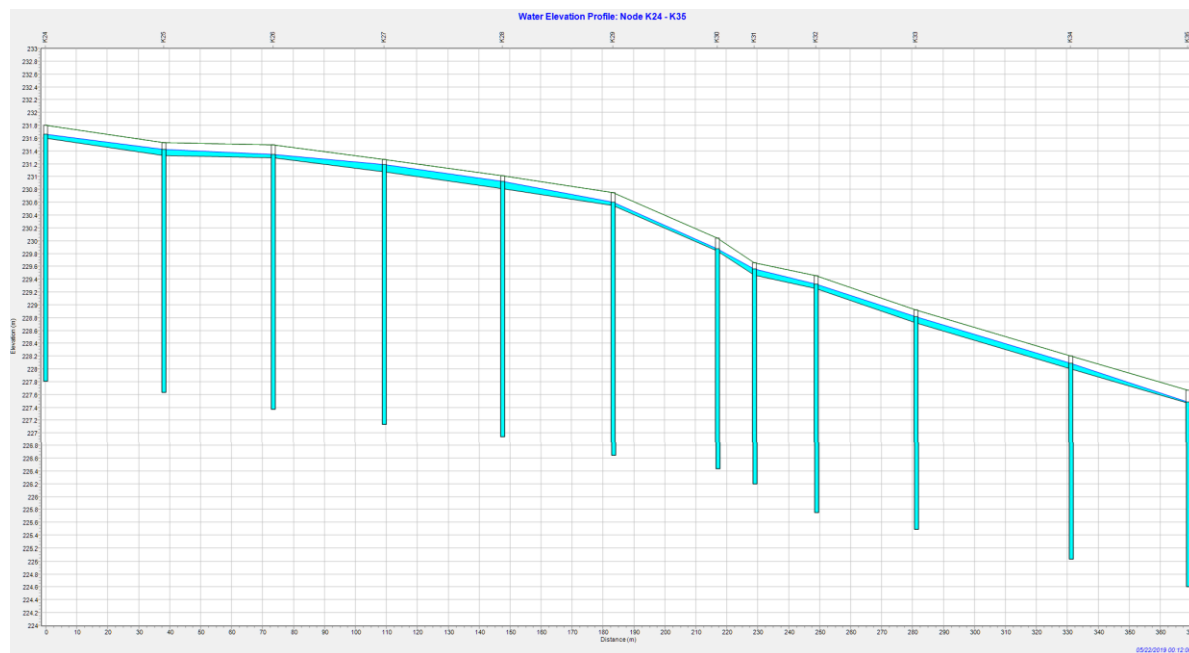
Rysunek 117 Sytuacja kanałów w ulicy A. Einsteina od studzienki K1 do K18

7.3.21 Ulica Alberta Einsteina od studzienki od K18 do K35

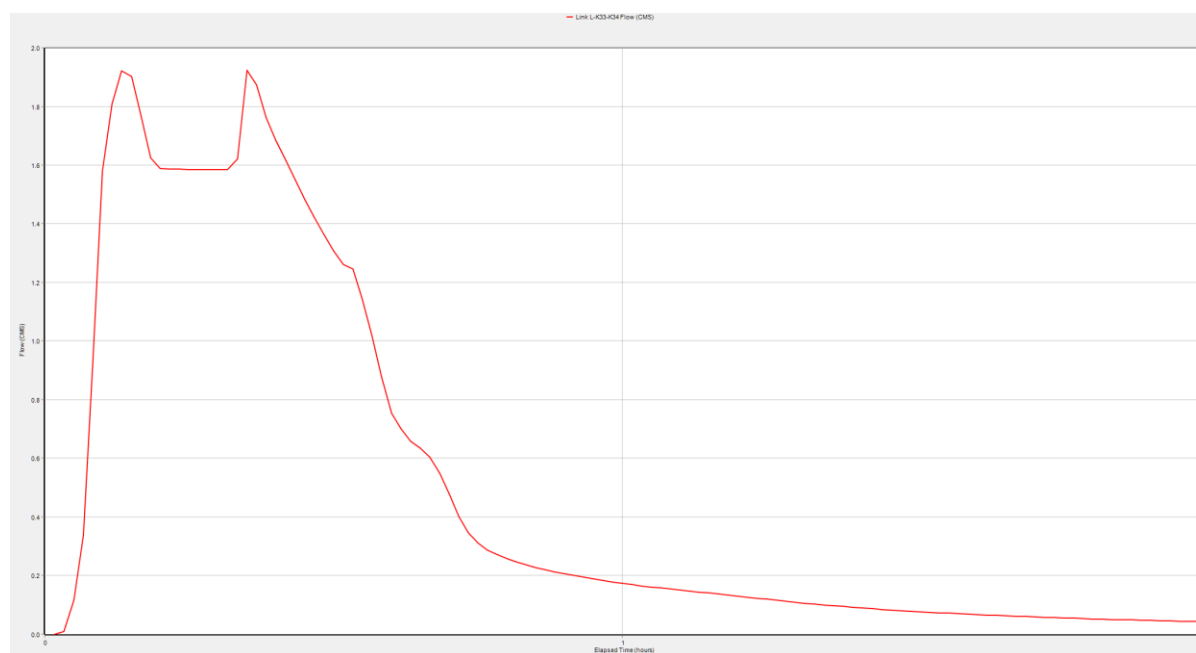


Rysunek 118 Profil kanału w ul. A. Einsteina od studzienki od K18 do K35

Koncepcja wraz ze wstępnym wskazaniem rozwiązań minimalizowania ujemnego oddziaływania w obrębie ulicy Staromiejskiej



Rysunek 119 Profil jezdni w ul. A. Einsteina od studzienki od K24 do K35

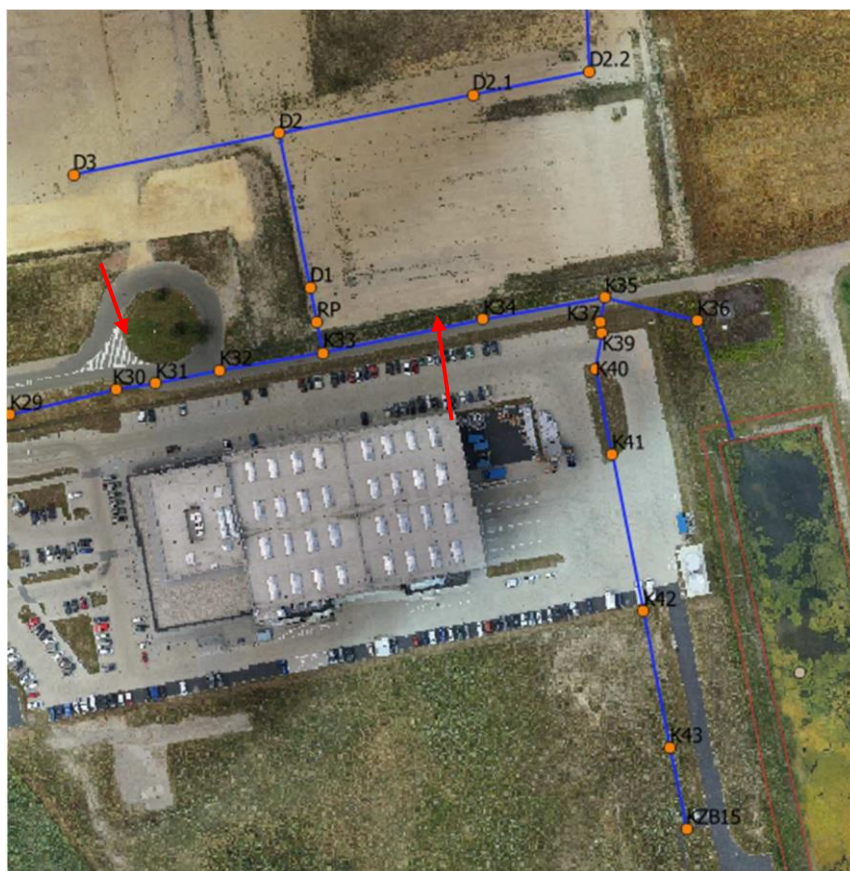


Rysunek 120 Hydrogram jednego z odcinków kanału w ul. A. Einsteina od studzienki od K18 do K35



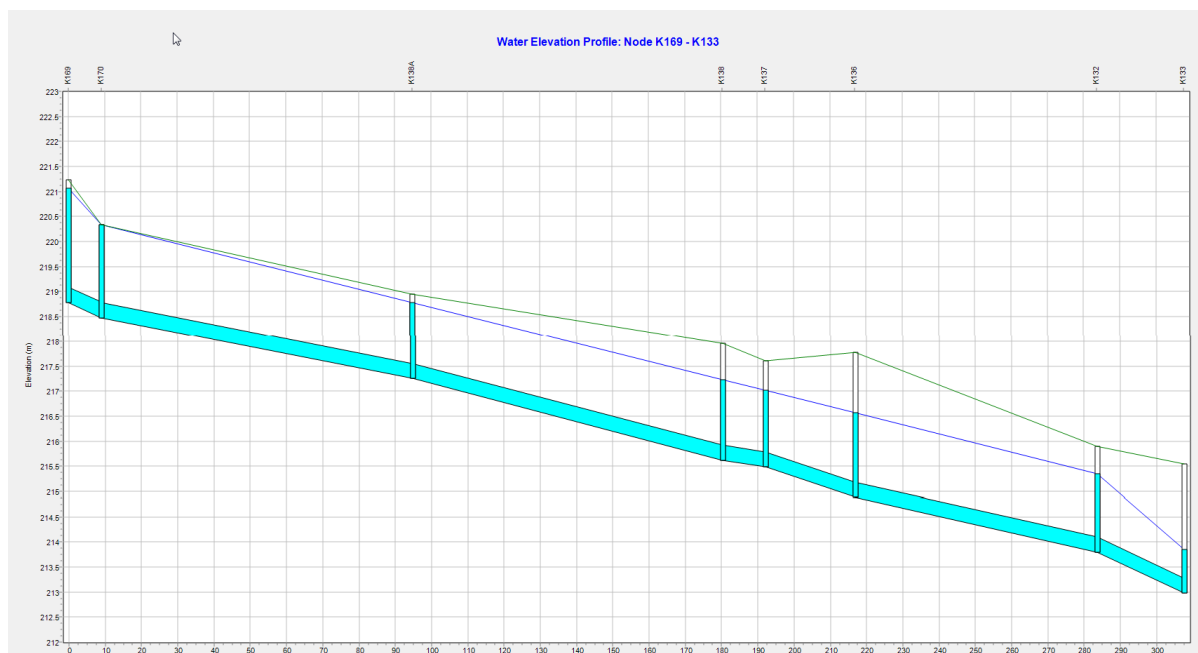
Rysunek 121 Hydrogram jednego z odcinków jezdni w .A. Einsteina od studzienki od K24 do K35

Na profilu tego odcinka można zauważyć spiętrzenia na całej długości spowodowane zbyt małymi średnicami kanału. Dodatkowa ilość wody wpadająca na tym odcinku z kanałów bocznych jest w węźle K33 (z odcinka od studzienki D2) oraz K35 (z odcinka od studzienki K43). Widoczne też jest wylewanie się wód na jezdnię, która dalej spływa w kierunku ulicy Klasztornej. Warstwa wody spływająca jezdnią wynosi do 10 centymetrów. Zalecane jest zwiększenie średnic kanału.



Rysunek 122 Sytuacja kanałów w ulicy A. Einsteina od studzienki od K24 do K35

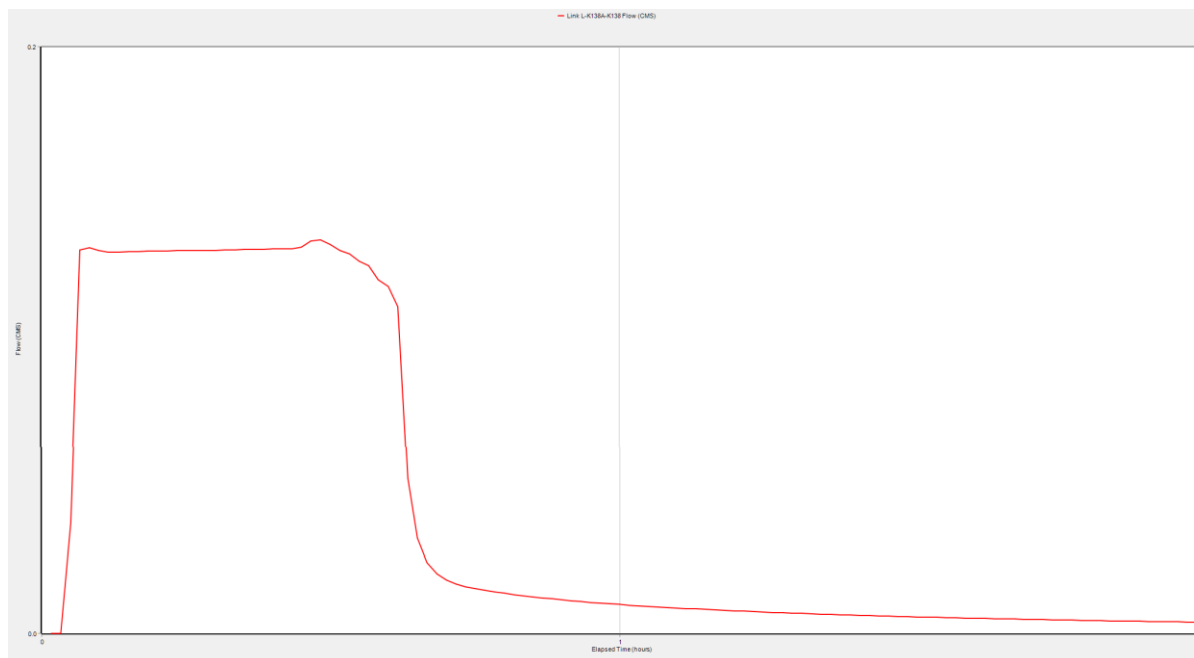
7.3.22 Ulica Klasztorna do Staromiejskiej od studzienki K169 do K133



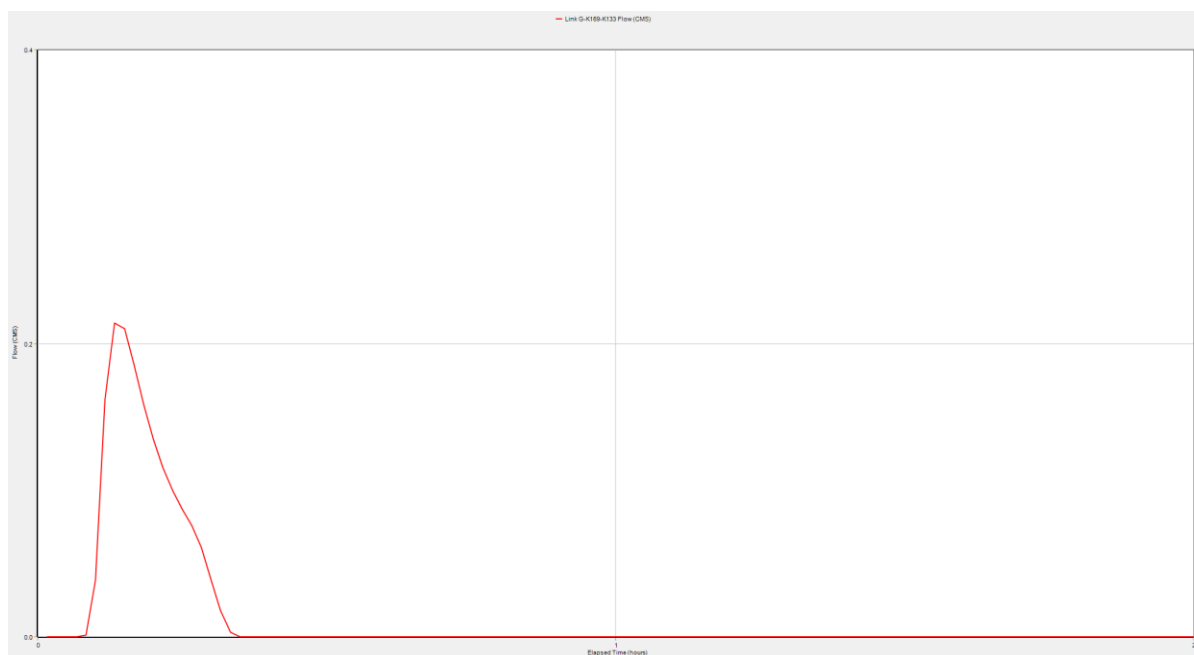
Rysunek 123 Profil kanału od ul. Klasztornej do Staromiejskiej od studzienki K169 do K133



Rysunek 124 Profil wzdłuż terenu od ul. Klasztornej do Staromiejskiej od studzienki K169 do K133



Rysunek 125 Hydrogram jednego z odcinków kanału od ul. Klasztornej do Staromiejskiej od studzienki K169 do K133



Rysunek 126 Hydrogram spływu po trenie od ul. Klasztornej do Staromiejskiej od studzienki K169 do K133

Analiza profilu pozwala zauważyć spiętrzania na całej długości spowodowane dobraniem zbyt małych średnic kanału. Studzienka K169 jest dodatkowo odbiornikiem wód z odcinka od studzienki K180A do K156. Tak jak w pozostałych przypadkach zaleca się zwiększenie średnic.



Rysunek 127 Sytuacja kanałów od ul. Klasztornej do Staromiejskiej od studzienki K169 do K133

7.3.23 Tabela zestawienie wyników

Poniżej załączono zestawienie tabelaryczne niektórych wyników z modelu. Rozmieszczenie zlewni oraz studzienek przedstawiono na rysunkach w załącznikach:

Mapa zlewni - cz. 1

Mapa zlewni - cz. 2

Mapa zlewni - cz. 3

Mapa zlewni - cz. 4

Mapa zlewni - cz. 5

Mapa zlewni - cz. 6

Mapa oznaczeń sieci kanalizacyjnej użytych w opracowaniu - cz. 1

Mapa oznaczeń sieci kanalizacyjnej użytych w opracowaniu - cz. 2

Mapa oznaczeń sieci kanalizacyjnej użytych w opracowaniu - cz. 3

Mapa oznaczeń sieci kanalizacyjnej użytych w opracowaniu - cz. 4

Mapa oznaczeń sieci kanalizacyjnej użytych w opracowaniu - cz. 5

Mapa oznaczeń sieci kanalizacyjnej użytych w opracowaniu - cz. 6

Tabela 4 Wyniki hydrologiczne dla zlewni

Zlewnia	Opad całkowity	Odpływ całkowity			Kulminacja odpływu	Współczynnik odpływu
	[mm]	[mm]	[mln litrów]	[m³]	[m³/s]	[-]
Z_1	22.58	14.28	0.26	260	0.9	0.632
Z_2	22.58	8.12	0.42	420	1.35	0.36
Z_3	22.58	19.88	0.09	90	0.29	0.881
Z_4	22.58	19.5	0.04	40	0.12	0.864
Z_5	22.58	19.71	0.13	130	0.36	0.873
Z_6	22.58	19.5	0.07	70	0.2	0.864
Z_7	22.58	18.91	0.46	460	0.96	0.838
Z_8	22.58	21.68	0	0	0.02	0.96
Z_9	22.58	18.52	0.9	900	1.41	0.82
Z_10	22.58	8.22	0.13	130	0.44	0.364
Z_11	22.58	21.32	0.01	10	0.03	0.944
Z_12	22.58	20.29	1.03	1030	2.33	0.899
Z_13	22.58	16.94	0.02	20	0.09	0.75
Z_14	22.58	20.39	0.01	10	0.04	0.903
Z_15	22.58	15.87	0.01	10	0.04	0.703
Z_16	22.58	19.78	0.07	70	0.23	0.876
Z_17	22.58	15.89	0.56	560	1.59	0.704
Z_18	22.58	20.79	0.18	180	0.55	0.921
Z_19	22.58	20.33	0.03	30	0.11	0.9
Z_20	22.58	17.57	0.01	10	0.03	0.778
Z_21	22.58	21.71	0.01	10	0.07	0.961
Z_22	22.58	20.87	0.71	710	1	0.924
Z_23	22.58	19.06	0.06	60	0.15	0.844
Z_24	22.58	11.49	0.19	190	0.57	0.509
Z_25	22.58	22.62	1.43	1430	2.26	1.002
Z_26	22.58	18.26	0.3	300	0.41	0.809
Z_27	22.58	21.36	0.01	10	0.07	0.946
Z_28	22.58	21.03	0.03	30	0.15	0.931
Z_29	22.58	21.24	0.03	30	0.1	0.941
Z_30	22.58	21.66	0.02	20	0.07	0.959
Z_31	22.58	18.8	0.32	320	0.65	0.833
Z_32	22.58	18.53	0.36	360	0.54	0.821
Z_33	22.58	20.49	1.77	1770	3.7	0.908
Z_34	22.58	21.68	0.01	10	0.05	0.96
Z_35	22.58	10.67	0.34	340	0.97	0.473
Z_36	22.58	18.65	0.01	10	0.05	0.826
Z_37	22.58	14.27	0.32	320	0.71	0.632
Z_38	22.58	19.19	0.05	50	0.12	0.85
Z_39	22.58	20.98	0.01	10	0.05	0.929
Z_40	22.58	12.24	0.06	60	0.2	0.542
Z_41	22.58	19.4	4.59	4590	6.01	0.859
Z_42	22.58	19.72	0.34	340	0.93	0.873

Zlewnia	Opad całkowity	Odpływ całkowity			Kulminacja odpływu	Współczynnik odpływu
	[mm]	[mm]	[mln litrów]	[m³]	[m³/s]	[-]
Z_43	22.58	18.88	0.12	120	0.28	0.836
Z_44	22.58	19.83	0.11	110	0.34	0.878
Z_45	22.58	11.17	0.85	850	2.45	0.495
Z_46	22.58	13.82	0.19	190	0.71	0.612
Z_47	22.58	20.58	0.07	70	0.24	0.911
Z_48	22.58	20.26	0.13	130	0.45	0.897
Z_49	22.58	19.25	0.17	170	0.45	0.853
Z_50	22.58	20.69	0.15	150	0.51	0.916
Z_51	22.58	19.77	0.06	60	0.22	0.876
Z_52	22.58	15.38	0.04	40	0.15	0.681
Z_53	22.58	20.15	0.05	50	0.2	0.892
Z_54	22.58	20.43	0.04	40	0.15	0.905
Z_55	22.58	21.35	0.01	10	0.06	0.946
Z_56	22.58	20.14	0.03	30	0.1	0.892
Z_57	22.58	7.73	0.3	300	0.85	0.342
Z_58	22.58	18.78	0.02	20	0.07	0.832
Z_59	22.58	20.72	0.02	20	0.08	0.918
Z_60	22.58	22.06	0.01	10	0.03	0.977
Z_61	22.58	13.11	0.08	80	0.26	0.581
Z_62	22.58	9.74	0.07	70	0.2	0.431
Z_63	22.58	17.16	0.01	10	0.04	0.76
Z_64	22.58	11.29	0.04	40	0.14	0.5
Z_65	22.58	19.64	0.05	50	0.13	0.87
Z_66	22.58	20.95	0.83	830	2.18	0.928
Z_67	22.58	22.03	0.14	140	0.55	0.976
Z_68	22.58	21.05	0.17	170	0.67	0.932
Z_69	22.58	20.23	0.05	50	0.17	0.896
Z_70	22.58	17.56	0.02	20	0.1	0.778
Z_71	22.58	19.98	0.21	210	0.57	0.885
Z_72	22.58	20.05	0.04	40	0.13	0.888
Z_73	22.58	21.23	0.13	130	0.47	0.94
Z_74	22.58	22.18	0.02	20	0.08	0.982
Z_75	22.58	21.57	0.02	20	0.08	0.955
Z_76	22.58	20.03	0.02	20	0.08	0.887
Z_77	22.58	18.81	0.01	10	0.05	0.833
Z_78	22.58	19.02	0.04	40	0.17	0.842
Z_79	22.58	19.58	0.04	40	0.18	0.867
Z_80	22.58	14.09	0.3	300	0.91	0.624
Z_81	22.58	21.53	0	0	0	0.954
Z_82	22.58	21.24	0	0	0.02	0.94
Z_83	22.58	20.15	0.01	10	0.04	0.892
Z_84	22.58	12.85	0.09	90	0.24	0.569
Z_85	22.58	18.26	0.01	10	0.05	0.809

Zlewnia	Opad całkowity	Odpływ całkowity			Kulminacja odpływu	Współczynnik odpływu
	[mm]	[mm]	[mln litrów]	[m³]	[m³/s]	[-]
Z_86	22.58	14.06	0.02	20	0.08	0.623
Z_87	22.58	18.31	0.02	20	0.07	0.811
Z_88	22.58	18.79	0.01	10	0.06	0.832
Z_89	22.58	19.29	0.01	10	0.04	0.854
Z_90	22.58	17.33	0.01	10	0.05	0.767
Z_91	22.58	11.11	0.21	210	0.47	0.492
Z_92	22.58	19.08	0.03	30	0.13	0.845
Z_93	22.58	17.61	1.04	1040	2.37	0.78
Z_94	22.58	19.16	0.01	10	0.03	0.849
Z_95	22.58	17.78	0.01	10	0.05	0.787
Z_96	22.58	19.57	0.01	10	0.04	0.867
Z_97	22.58	12.32	0.01	10	0.05	0.546
Z_98	22.58	17.68	0.01	10	0.05	0.783
Z_99	22.58	14.88	0.04	40	0.14	0.659
Z_100	22.58	21.69	0	0	0.02	0.961
Z_101	22.58	21.34	0.01	10	0.02	0.945
Z_102	22.58	21.8	0	0	0.02	0.966
Z_103	22.58	21.21	0	0	0.01	0.939
Z_104	22.58	21.11	0	0	0.01	0.935
Z_105	22.58	20.34	0.01	10	0.03	0.901
Z_106	22.58	21.89	0.01	10	0.03	0.969
Z_107	22.58	9.66	0.11	110	0.36	0.428
Z_108	22.58	21.86	0	0	0.01	0.968
Z_109	22.58	21.26	0	0	0.01	0.941
Z_110	22.58	21.23	0	0	0.01	0.94
Z_111	22.58	18.05	0.02	20	0.07	0.799
Z_112	22.58	21.2	0	0	0.01	0.939
Z_113	22.58	16.21	0.03	30	0.13	0.718
Z_114	22.58	21.41	0	0	0.02	0.948
Z_115	22.58	21.28	0	0	0.01	0.942
Z_116	22.58	10.13	0.09	90	0.29	0.449
Z_117	22.58	21.24	0	0	0.01	0.941
Z_118	22.58	21.51	0.01	10	0.03	0.953
Z_119	22.58	21.42	0.01	10	0.03	0.949
Z_120	22.58	21.47	0	0	0.02	0.951
Z_121	22.58	21.36	0.01	10	0.04	0.946
Z_122	22.58	21.2	0.01	10	0.04	0.939
Z_123	22.58	21.33	0.01	10	0.03	0.945
Z_124	22.58	21.51	0	0	0.02	0.953
Z_125	22.58	21.22	0	0	0.01	0.94
Z_126	22.58	21.29	0	0	0.01	0.943
Z_127	22.58	21.25	0	0	0.01	0.941
Z_128	22.58	21.31	0.01	10	0.05	0.944

Zlewnia	Opad całkowity	Odpływ całkowity			Kulminacja odpływu	Współczynnik odpływu
	[mm]	[mm]	[mln litrów]	[m³]	[m³/s]	[-]
Z_129	22.58	21.73	0	0	0.02	0.962
Z_130	22.58	9.63	0.24	240	0.78	0.426
Z_131	22.58	19.58	0.01	10	0.04	0.867
Z_132	22.58	21.51	0	0	0.01	0.953
Z_133	22.58	21.49	0	0	0.02	0.952
Z_134	22.58	13.12	0.02	20	0.08	0.581
Z_135	22.58	22.04	0	0	0.02	0.976
Z_136	22.58	21.27	0	0	0.01	0.942
Z_137	22.58	21.12	0.01	10	0.03	0.935
Z_138	22.58	21.55	0	0	0.01	0.954
Z_139	22.58	9.74	0.24	240	0.8	0.432
Z_140	22.58	21.32	0	0	0.01	0.944
Z_141	22.58	21.62	0	0	0.01	0.957
Z_142	22.58	22.11	0.01	10	0.03	0.979
Z_143	22.58	22.34	0.01	10	0.03	0.989
Z_144	22.58	21.31	0	0	0.02	0.944
Z_145	22.58	16.33	0	0	0.02	0.723
Z_146	22.58	21.56	0.01	10	0.03	0.955
Z_147	22.58	21.27	0	0	0.02	0.942
Z_148	22.58	21.28	0	0	0.01	0.942
Z_149	22.58	21.65	0	0	0.02	0.959
Z_150	22.58	21.82	0	0	0.02	0.966
Z_151	22.58	22.03	0	0	0.02	0.975
Z_152	22.58	21.39	0	0	0.02	0.947
Z_153	22.58	18.29	0.01	10	0.04	0.81
Z_154	22.58	13.31	0.09	90	0.3	0.589
Z_155	22.58	17.45	0.1	100	0.34	0.773
Z_156	22.58	18.79	0.32	320	0.77	0.832
Z_157	22.58	21.45	0	0	0.01	0.95
Z_158	22.58	22.43	0	0	0.02	0.993
Z_159	22.58	22.42	0.01	10	0.03	0.993
Z_160	22.58	21.91	0	0	0.01	0.971
Z_161	22.58	14.94	0.04	40	0.15	0.662
Z_162	22.58	21.75	0.01	10	0.03	0.963
Z_163	22.58	21.44	0.01	10	0.03	0.949
Z_164	22.58	21.69	0.01	10	0.03	0.96
Z_165	22.58	21.14	0.07	70	0.32	0.936
Z_166	22.58	21.41	0.13	130	0.55	0.948
Z_167	22.58	20.94	0.55	550	1.66	0.928
Z_168	22.58	11.43	0.29	290	0.69	0.506
Z_169	22.58	19.86	0.49	490	1.03	0.879
Z_170	22.58	14.91	0.09	90	0.33	0.66
Z_171	22.58	17.86	0.02	20	0.08	0.791

Zlewnia	Opad całkowity	Odpływ całkowity			Kulminacja odpływu	Współczynnik odpływu
	[mm]	[mm]	[mln litrów]	[m³]	[m³/s]	[-]
Z_172	22.58	14.35	0	0	0.01	0.635
Z_173	22.58	18.28	0.37	370	0.95	0.81
Z_174	22.58	18.58	0.71	710	1.85	0.823
Z_175	22.58	5.69	0.27	270	0.73	0.252
Z_176	22.58	11.62	0.5	500	1.26	0.515
Z_177	22.58	15.5	0.29	290	0.89	0.686

Tabela 5 Zestawienie danych hydraulicznych studzienek

Węzeł	Średnie napężenie	Maksymalna głębokość	Maksymalne obliczone napężenie [m]	Objętość wylewu	
	[m]	[m]	[m]	[mln litrów]	[m³]
D1	2.54	4.39	4.28	0	0
D2	2.43	4.27	4.17	0	0
D2.1	2.27	3.36	3.36	0.005	5
D2.2	2.18	2.98	2.98	0.102	102
D2.3	2.09	3.16	2.96	-	-
D2.4	2.09	3.16	2.97	0.003	3
D3	1.8	4.24	4.24	0.124	124
K010	0.03	2.05	1.73	0	0
K1	0.03	1.46	1.46	0.036	36
K10	0.07	3.58	3.57	-	-
K100	0	1.8	0.49	0	0
K102	0	1.39	0.33	-	-
K103	0.05	2.72	2.72	-	-
K105	0.04	2.77	2.77	-	-
K10A	0.06	2.87	2.87	-	-
K11	0.19	2.4	2.35	0	0
K111	0.01	0.91	0.89	-	-
K112	0.04	2.37	2.37	-	-
K113	0.04	2.29	2.02	0	0
K114	0.02	1.49	1.48	-	-
K115	0.02	1.48	1.48	-	-
K116	0.03	1.66	1.66	0.004	4
K117	0.03	1.64	1.59	0	0
K118	0.03	2.45	2.37	-	-
K11A	0.06	2.74	2.74	-	-
K12	0.07	3.72	3.72	-	-
K128	0.02	1.1	0.98	-	-
K129	0.03	1.21	1.21	-	-
K12A	0.06	2.63	2.63	-	-
K13	0.06	2.7	2.7	-	-
K130	0.04	1.66	1.66	-	-

Węzeł	Średnie napężenie	Maksymalna głębokość	Maksymalne obliczone napężenie [m]	Objętość wylewu	
	[m]	[m]	[m]	[mln litrów]	[m³]
K132	0.05	1.58	1.58	-	-
K133	0.24	2.37	2.37	-	-
K135	0.01	1.58	1.58	0.001	1
K136	0.05	2.89	1.71	0	0
K137	0.05	2.11	1.55	0	0
K138	0.05	2.34	1.62	0	0
K138A	0.05	1.7	1.54	0	0
K139	0	1.31	1.3	-	-
K13A	0.09	3.93	3.93	0.045	45
K14	0.05	2.55	2.55	-	-
K140	0	1.91	0.65	0	0
K141	0	0.15	0.14	-	-
K142	0	0.73	0.36	-	-
K143	0	1.22	0.96	-	-
K145	0	1.53	1.53	0	0
K146	0	1.54	1.54	0.001	1
K147	0	1.37	1.37	0.001	1
K148	0	1.28	1.28	0	0
K149	0	1.21	1.21	0.001	1
K14A	0.03	2.47	1.93	0	0
K15	0.1	4.07	4.07	-	-
K150	0	1.22	1.15	0	0
K151	0	1.32	1.06	0	0
K152	0	1.33	1.15	0	0
K153	0	1.45	1.45	0	0
K154	0	1.46	0.12	0	0
K154A	0.04	1.75	1.75	0.03	30
K155	0.04	1.84	1.84	0.008	8
K156	0.02	1.55	1.37	-	-
K157	0	2.06	0.43	0	0
K158	0	2.06	0.77	0	0
K159	0.01	1.97	1.03	0	0
K15A	0.04	2.52	2.52	-	-
K16	0.09	4.05	4.05	0.197	197
K160	0.01	2	1.38	0	0
K161	0.02	2.01	2.01	-	-
K162	0.02	2.06	1.96	0	0
K162A	0.02	1.94	1.94	0	0
K163	0.03	1.74	1.74	-	-
K164	0.02	1.5	1.5	0	0
K165	0.03	1.77	1.77	0.008	8
K166	0.03	1.85	1.85	-	-
K167	0.04	2	2	-	-

Węzeł	Średnie napężenie	Maksymalna głębokość	Maksymalne obliczone napężenie [m]	Objętość wylewu	
	[m]	[m]	[m]	[mln litrów]	[m³]
K169	0.06	2.3	2.3	-	-
K16A	0.04	2.62	2.62	0.005	5
K17	0.1	4.15	4.15	-	-
K170	0.06	1.86	1.86	0.203	203
K171	0.06	2.18	2.11	0	0
K171A	0.03	1.55	1.55	0.001	1
K172	0.06	1.97	1.97	0.015	15
K173	0.06	1.9	1.9	-	-
K174	0.05	1.86	1.86	0.057	57
K175	0.06	2.13	2.13	-	-
K176	0.05	2.22	2.22	-	-
K177	0.04	2.2	2.2	-	-
K178	0.04	2.13	2.13	-	-
K179	0.04	1.99	1.99	0.017	17
K17A	0.04	2.77	2.76	-	-
K18	0.09	3.82	3.82	0.28	280
K180	0.04	2.08	2.08	0.017	17
K180A	0.02	1.55	1.55	-	-
K182	0.02	1.58	1.58	0.005	5
K183	0.01	1.83	1.18	0	0
K184	0	1.81	1.03	0	0
K185	0	1.81	1.04	0	0
K186	0	0.07	0.07	-	-
K187	0	0.1	0.09	-	-
K188	0	0.08	0.08	-	-
K18A	0.03	2.67	2.66	-	-
K19	0.07	3.68	3.68	-	-
K19A	0.02	2.59	2	-	-
K2	0.04	1.79	1.79	-	-
K20	0.05	3.21	3.21	-	-
K201	0.02	1.22	0.62	-	-
K202	0.03	1.45	0.98	0	0
K203	0.05	1.79	1.61	0	0
K204	0.05	1.94	1.78	0	0
K205	0	0.89	0.48	-	-
K206	0	1.72	0.79	0	0
K207	0.01	2	1.22	0	0
K208	0.01	1.62	1.62	-	-
K209	0.01	1.54	1.54	0.003	3
K21	0.05	2.68	2.67	-	-
K210	0.02	1.64	1.64	-	-
K211	0.04	1.66	1.66	0.028	28
K212	0.05	1.92	1.92	0.082	82

Węzeł	Średnie napężenie	Maksymalna głębokość	Maksymalne obliczone napężenie [m]	Objętość wylewu	
	[m]	[m]	[m]	[mln litrów]	[m³]
K213	0.06	2.2	2.19	-	-
K214	0.07	2.41	2.41	0.002	2
K215	0.07	2.38	2.38	0	0
K216	0.08	2.44	2.44	-	-
K217	0.07	2.34	2.34	0.015	15
K218	0.07	2.59	2.24	0	0
K219	0.08	2.27	2.23	-	-
K21A	0.04	2.89	2.84	-	-
K22	0.04	2.75	2.75	0.044	44
K220	0.08	2.19	2.19	0.048	48
K221	0.07	2.22	2.22	-	-
K222	0.06	1.84	1.84	0.033	33
K222A	0.06	1.86	1.86	-	-
K223	0	0.09	0.08	-	-
K224	0	0.07	0.06	-	-
K225	0	0.08	0.08	-	-
K226	0	0.07	0.07	-	-
K227	0	0.1	0.1	-	-
K229	0.02	2.21	0.89	0	0
K22A	0.03	2.29	2.25	-	-
K23	0.02	1.78	1.72	-	-
K230	0.05	1.87	1.87	0.039	39
K231	0.04	1.8	1.8	-	-
K232	0.04	1.85	1.85	0.017	17
K233	0.04	2.04	2.04	-	-
K234	0.04	1.96	1.96	0.067	67
K235	0.03	1.91	1.91	-	-
K236	0.03	1.81	1.81	0.004	4
K237	0.03	1.86	1.85	-	-
K238	0.03	1.8	1.79	-	-
K239	0.03	1.97	1.97	-	-
K24	0.09	3.85	3.85	-	-
K240	0	1.75	0.3	0	0
K241	0	0.15	0.06	-	-
K25	0.08	3.79	3.79	-	-
K26	0.08	3.97	3.97	-	-
K27	0.09	4.07	4.07	-	-
K28	0.08	3.99	3.99	-	-
K29	0.09	3.96	3.96	-	-
K29A	0.01	1.58	1.58	0.001	1
K3	0.04	2.3	2.3	-	-
K30	0.07	3.45	3.45	-	-
K300	0.02	2.13	1.51	0	0

Węzeł	Średnie napężenie	Maksymalna głębokość	Maksymalne obliczone napężenie [m]	Objętość wylewu	
	[m]	[m]	[m]	[mln litrów]	[m³]
K301	0.02	2.92	1.88	0	0
K302	0.03	1.64	1.59	0	0
K303	0.03	1.09	1.09	-	-
K31	0.07	3.36	3.36	-	-
K310	0.04	1.92	1.91	-	-
K311	0.05	2.88	2.73	-	-
K312	0.04	2.76	2.76	-	-
K313	0.04	2.5	2.48	-	-
K314	0.04	2.34	2.34	0.749	749
K315	0.04	2.44	2.44	-	-
K316	0.03	2.42	2.42	-	-
K318	0.02	2.41	2.09	-	-
K319	0.02	2.52	2.52	-	-
K32	0.08	3.58	3.58	-	-
K320	0.02	2.3	2.3	-	-
K33	0.09	3.32	3.32	-	-
K34	0.46	3.06	3.06	-	-
K35	0.87	2.9	2.9	-	-
K36	1.37	2.28	2.27	-	-
K37	0.71	3.02	3.02	0.068	68
K39	0.69	2.96	2.96	0.013	13
K4	0.05	2.84	2.84	-	-
K40	0.67	3.02	2.81	-	-
K41	0.43	3.09	2.56	0	0
K42	0.56	3.32	2.67	0.001	1
K43	0.01	1.01	0.91	0.001	1
K44	0.01	0.88	0.85	-	-
K45	0.01	1.04	1.01	-	-
K46	0.02	1.1	1.08	-	-
K47	0.02	1.74	1.14	-	-
K48	0.03	1.22	1.21	-	-
K49	0.03	1.34	1.33	-	-
K4A	0.03	1.6	1.6	0.053	53
K50	0.22	1.64	1.64	-	-
K51	0.04	1.47	1.46	-	-
K51A	0.03	0.16	0.15	-	-
K53	0.06	0.25	0.24	-	-
K54	0.06	0.3	0.28	-	-
K55	0.06	0.54	0.24	-	-
K56	0.07	0.4	0.31	-	-
K6	0.05	3.06	3.06	-	-
K7	0.04	2.81	2.81	-	-
K72	0.05	2.6	2.6	-	-

Węzeł	Średnie napężnienie	Maksymalna głębokość	Maksymalne obliczone napężnienie [m]	Objętość wylewu	
	[m]	[m]	[m]	[mln litrów]	[m³]
K77	0.06	2.9	2.9	-	-
K7A	0.06	3.16	3.15	-	-
K8	0.06	3.32	3.31	-	-
K83	0	1.76	1.15	0	0
K84	0	1.76	1.25	0	0
K85	0	1.9	1.58	0	0
K86	0	1.9	1.72	0	0
K87	0.01	1.94	1.9	-	-
K88	0.01	1.97	1.97	-	-
K88A	0.01	1.95	1.89	0	0
K89	0.02	1.73	1.73	-	-
K89A	0.01	1.69	1.46	0	0
K8A	0.05	2.7	2.7	0.019	19
K9	0.03	2.36	2.29	0	0
K91	0.14	2.95	2.12	-	-
K92	0.18	3.46	1.85	-	-
K93	0.16	4.34	1	-	-
K94	0	0.26	0.26	-	-
K95	0.03	3.01	3.01	0.001	1
K96	0.03	3.55	3.52	-	-
K97	0.03	3.27	3.25	-	-
K98	0.01	2.06	1.46	0	0
K98A	0.01	2.29	1.36	0	0
K99	0.01	0.93	0.9	-	-
K9A	0.05	2.66	2.66	-	-
KD0200	0.04	1.96	1.96	-	-
KD1	0.11	0.5	0.5	-	-
KD10	0.16	1.37	1.36	-	-
KD14	0.14	1.32	1.31	-	-
KD15	0.04	1.87	1.67	-	-
KD16	0.29	3.63	3.1	0	0
KD2	0.2	2.73	2.73	0.052	52
KD200	0.04	2.14	2.14	-	-
KD21	0.02	1.15	1.15	0.001	1
KD2A	0.16	2.57	2.54	0	0
KD3	0.15	1.58	1.36	0.001	1
KD4	0.03	1.67	1.24	-	-
KD41	0.04	2.36	1.87	0	0
KD6	0.1	2.6	1.97	0	0
KD7	0.34	3.4	3.08	0	0
KD8	0.07	2.73	2.59	-	-
KD9	0.06	2.43	2.28	-	-
KDB	0.06	1.48	1.48	0.16	160

Węzeł	Średnie napężenie	Maksymalna głębokość	Maksymalne obliczone napężenie [m]	Objętość wylewu	
	[m]	[m]	[m]	[mln litrów]	[m³]
KR1	0.1	0.97	0.87	-	-
KR10	0.15	1	1	1.697	1697
KR101	0.11	2.3	1.5	0.002	2
KR11	0.09	2.33	1.51	0.002	2
KR12	0.15	1.53	1.52	-	-
KR13	0.04	0.58	0.58	-	-
KR14	0.06	0.79	0.79	-	-
KR15	0.05	0.65	0.65	-	-
KR16	0.05	0.52	0.52	-	-
KR17	0.03	0.47	0.47	-	-
KR18	0.04	0.49	0.49	-	-
KR19	0.04	0.55	0.55	-	-
KR191	0.05	0.72	0.72	-	-
KR2	0.05	3.34	3.24	0.173	173
KR20	0.07	0.86	0.86	-	-
KR21	0.05	0.71	0.71	-	-
KR22	0.03	0.11	0.11	-	-
KR3	0	0.06	0.06	-	-
KR31	0	0.01	0.01	-	-
KR4	0.04	0.99	0.99	-	-
KR5	0.14	1.53	1.53	-	-
KR6	0.01	0.24	0.23	-	-
KR7	0	0.23	0.23	-	-
KR71	0	0.17	0.16	-	-
KR8	0.08	0.71	0.7	-	-
KR9	0.01	0.47	0.47	-	-
KR91	0.02	0.8	0.76	-	-
KZ1	0.12	0.5	0.5	0.724	724
KZ2	0.14	0.42	0.4	-	-
KZB1	0.03	3.18	2.97	0.01	10
KZB10	0.05	0.56	0.54	-	-
KZB11	0.44	2.15	1.24	-	-
KZB12	0.61	1.25	1.24	-	-
KZB13	0.11	0.4	0.4	-	-
KZB14	0.13	0.61	0.61	0.722	722
KZB15	0.01	1.07	0.91	0	0
KZB2	0.02	0.95	0.95	0.395	395
KZB3	0.03	2.25	2.25	0.005	5
KZB4	0.2	1.71	1.71	0.983	983
KZB5	0.01	1.92	1.92	0.004	4
KZB6	0.01	1.42	1.38	-	-
KZB7	0.03	0.46	0.45	-	-
KZB8	0.01	0.18	0.17	-	-

Węzeł	Średnie napężenie	Maksymalna głębokość	Maksymalne obliczone napężenie [m]	Objętość wylewu	
	[m]	[m]	[m]	[mln litrów]	[m³]
KZB9	0.12	1.39	0.66	-	-
LACZNIK	0	0.12	0.12	-	-
RP	0.04	1.8	1.8	0	0

Tabela 6 Zestawienie danych hydraulicznych kanałów

Przewód	Przepływ maksymalny	Prędkość maksymalna	Spadek	Średnica	Wypełnienie średnicy
	[m³/s]	[m/s]	[%]	[mm]	[-]
L-D1-RP	0.093	2.97	22.81	200	1
L-D2.1-D2	0.243	1.93	0.25	400	1
L-D2.2-D2.1	0.243	1.93	0.25	400	1
L-D2.3-D2.2	0.243	1.93	0.26	400	1
L-D2.4-ZB2	1.37	10.9	-	400	1
L-D2.4-D2.3	0.243	1.94	0.00	400	1
L-D2-D1	0.117	0.97	0.25	400	1
L-D3-ZB1	2.212	17.6	-	400	1
L-D3-D2	0.226	1.96	0.98	400	1
L-K100-K99	0.048	0.69	2.00	300	1
L-K102-K100	0.021	1.01	0.90	300	1
L-K103-K105	1.051	3.72	1.14	600	1
L-K105-K22	1.166	4.12	3.38	600	1
L-K10A-K9A	1.141	4.03	0.28	600	1
L-K10-K12	0.517	4.11	0.31	400	1
L-K111-K112	0.053	0.36	20.72	600	1
L-K112-K113	1.09	3.86	1.09	600	1
L-K113-K114	1.09	3.86	0.63	600	1
L-K114-K115	1.091	4.58	2.73	600	1
L-K115-K116	1.288	4.93	5.07	600	1
L-K116-K117	1.222	4.64	3.55	600	1
L-K117-K4A	1.215	4.89	3.86	600	1
L-K118-K4A	0.217	3.07	1.94	300	1
L-K11A-K77	0.826	2.92	0.70	600	1
L-K11-K14A	0.109	1.4	0.27	315	1
L-K128-K129	0.087	1.27	0.95	300	1
L-K128-KD21	0.119	1.89	1.21	300	1
L-K129-K130	0.11	1.84	4.27	300	1
L-K12A-K11A	0.802	2.83	0.72	600	1
L-K12-K13A	0.838	2.96	0.43	600	1
L-K130-K132	0.13	1.84	1.30	300	1
L-K132-K133	0.265	3.74	3.41	300	1
L-K133-K300	0.954	4.88	1.42	500	1
L-K135-K133	0.115	1.62	3.51	300	1

Przewód	Przepływ maksymalny	Prędkość maksymalna	Spadek	Średnica	Wypełnienie średnicy
	[m³/s]	[m/s]	[%]	[mm]	[-]
L-K136-K132	0.135	1.91	1.62	300	1
L-K137-K136	0.149	2.49	2.45	300	1
L-K138A-K138	0.156	2.21	3.94	300	1
L-K138-K137	0.16	2.46	1.12	300	1
L-K139-K135	0.115	2.21	2.36	300	1
L-K13A-K15	1.102	3.9	0.64	600	1
L-K13-K12A	0.804	2.84	0.16	600	1
L-K140-K139	0.135	2.29	3.05	315	1
L-K141-K140	0.093	2.28	4.82	315	0.73
L-K142-K141	0.083	3.08	5.17	200	0.87
L-K143-K142	0.085	2.7	0.92	200	1
L-K145-K29A	0.097	1.97	3.01	250	1
L-K146-K145	0.085	1.78	1.67	250	1
L-K147-K146	0.078	1.59	2.57	250	1
L-K148-K147	0.083	1.9	2.54	250	1
L-K149-K148	0.084	1.93	2.49	250	1
L-K14A-K13A	0.229	3.01	17.53	315	1
L-K14-K13	0.478	1.69	0.84	600	1
L-K150-K149	0.098	2	2.64	250	1
L-K151-K150	0.076	1.54	1.56	250	1
L-K152-K151	0.064	1.46	1.67	250	1
L-K153-K152	0.059	1.49	1.52	250	1
L-K154A-K155	0.14	2.06	1.21	300	1
L-K154-K153	0.033	1.05	1.59	250	1
L-K155-K167	0.139	1.97	0.81	300	1
L-K156-K167	0.079	1.11	1.63	300	1
L-K157-K158	0.072	1.34	2.49	300	1
L-K158-K159	0.085	1.36	2.25	300	1
L-K159-K160	0.081	1.17	2.23	300	1
L-K15A-K72	0.389	1.46	0.43	600	1
L-K15-K16	0.956	3.38	0.28	600	1
L-K160-K161	0.077	1.09	1.41	300	1
L-K161-K162A	0.093	1.31	0.95	300	1
L-K162A-K162	0.098	1.44	2.03	300	1
L-K162-K163	0.114	1.62	0.85	300	1
L-K163-K164	0.131	1.85	0.75	300	1
L-K164-K165	0.126	2.11	2.34	300	1
L-K165-K166	0.126	1.8	1.98	300	1
L-K166-K167	0.163	2.31	4.11	300	1
L-K169-K154A	0.14	1.97	4.90	300	1
L-K169-K170	0.315	4.04	3.32	315	1
L-K16A-K15A	0.692	2.45	0.49	600	1
L-K16-K17	0.685	2.42	0.56	600	1

Przewód	Przepływ maksymalny	Prędkość maksymalna	Spadek	Średnica	Wypełnienie średnicy
	[m³/s]	[m/s]	[%]	[mm]	[-]
L-K170-K138A	0.177	2.5	2.78	300	1
L-K171A-K171	0.094	1.34	1.96	300	1
L-K171-K169	0.109	1.68	0.61	300	1
L-K172-K171	0.092	1.3	0.40	300	1
L-K173-K172	0.092	1.29	0.87	300	1
L-K174-K173	0.085	1.21	0.83	300	1
L-K175-K174	0.132	1.86	0.86	300	1
L-K176-K175	0.137	1.94	1.74	300	1
L-K177-K176	0.132	1.96	1.53	300	1
L-K178-K177	0.163	2.31	1.46	300	1
L-K179-K178	0.187	2.65	1.87	300	1
L-K17A-K16A	0.582	2.06	-	600	1
L-K17-K18	0.875	3.09	0.35	600	1
L-K180A-K180	0.181	3.34	10.31	300	1
L-K180-K179	0.184	2.61	1.49	300	1
L-K182-K171	0.062	1.07	0.99	300	1
L-K183-K182	0.089	1.46	2.01	300	1
L-K184-K183	0.057	0.89	0.68	300	1
L-K185-K183	0.087	1.29	1.26	300	1
L-K186-K185	0.024	1.16	4.18	300	0.62
L-K187-K186	0.023	1.44	1.26	300	0.28
L-K188-K187	0.016	0.96	1.22	300	0.29
L-K18A-K17A	0.565	2	-	600	1
L-K18-K24	0.794	2.81	0.44	600	1
L-K19A-K18A	0.54	1.91	0.93	600	1
L-K19-K18	0.3	2.39	1.79	400	1
L-K1-K2	0.064	1.3	0.61	250	1
L-K201-KD1	0.195	3.24	3.61	300	1
L-K202-K201	0.196	2.86	2.78	300	1
L-K203-K202	0.197	2.78	2.29	300	1
L-K204-K203	0.202	2.86	3.14	300	1
L-K205-K206	0.063	1.48	1.49	300	1
L-K206-K207	0.073	1.28	2.37	300	1
L-K207-K208	0.085	1.21	1.87	300	1
L-K208-K209	0.174	2.46	2.79	300	1
L-K209-K210	0.161	2.28	3.14	300	1
L-K20-K19	0.262	2.09	1.35	400	1
L-K210-K211	0.133	1.89	1.94	300	1
L-K211-K212	0.095	1.89	1.84	300	1
L-K212-K213	0.082	1.16	3.07	300	1
L-K213-K214	0.162	2.46	3.63	300	1
L-K214-K204	0.213	3.02	1.56	300	1
L-K215-K214	0.169	2.39	2.24	300	1

Przewód	Przepływ maksymalny	Prędkość maksymalna	Spadek	Średnica	Wypełnienie średnicy
	[m³/s]	[m/s]	[%]	[mm]	[-]
L-K216-K215	0.169	2.38	0.45	300	1
L-K217-K216	0.109	1.54	0.67	300	1
L-K218-K217	0.109	1.54	0.41	300	1
L-K219-K218	0.109	1.54	0.20	300	1
L-K21A-K20	0.215	1.71	0.90	400	1
L-K21-K112	1.09	3.85	0.51	600	1
L-K220-K219	0.109	1.54	0.16	300	1
L-K221-K220	0.109	1.54	0.73	300	1
L-K222A-K222	0.092	1.36	1.21	300	1
L-K222-K221	0.085	1.2	2.34	300	1
L-K223-K224	0.018	1.7	2.16	200	0.38
L-K224-K225	0.018	1.71	5.72	200	0.37
L-K225-K226	0.017	1.56	2.21	200	0.39
L-K226-K227	0.034	2.07	8.36	300	0.28
L-K227-K229	0.057	1.92	6.13	300	0.67
L-K229-K230	0.083	1.18	8.78	300	1
L-K22A-K21A	0.186	1.48	1.50	400	1
L-K22-K21	1.09	3.86	2.40	600	1
L-K230-K222A	0.124	1.75	2.08	300	1
L-K231-K230	0.154	2.22	2.29	300	1
L-K232-K231	0.167	2.36	2.56	300	1
L-K233-K232	0.184	2.6	2.99	300	1
L-K234-K233	0.195	2.76	3.00	300	1
L-K235-K234	0.236	3.03	4.78	315	1
L-K236-K235	0.213	3.3	5.08	300	1
L-K237-K236	0.224	3.5	5.00	300	1
L-K238-K237	0.196	3	3.68	300	1
L-K239-K238	0.217	3.06	2.47	300	1
L-K23-K22A	0.132	1.06	1.26	400	1
L-K240-K239	0.049	0.72	3.45	300	1
L-K241-K240	0.04	1.1	3.11	300	0.76
L-K24-K25	0.83	2.94	0.47	600	1
L-K25-K26	0.889	2.17	0.73	800	1
L-K26-K27	1.026	2.09	0.67	800	1
L-K27-K28	2.006	3.99	0.50	800	1
L-K28-K29	1.826	3.63	0.84	800	1
L-K29A-K143	0.085	2.7	2.44	200	1
L-K29-K30	1.983	3.94	0.62	800	1
L-K2-K3	0.068	1.38	0.50	250	1
L-K300-K301	0.822	4.42	4.88	500	1
L-K301-K302	0.8	4.07	3.56	500	1
L-K302-K303	0.8	4.07	1.55	500	1
L-K303-RZEKA_W2	0.81	4.12	1.73	500	1

Przewód	Przepływ maksymalny	Prędkość maksymalna	Spadek	Średnica	Wypełnienie średnicy
	[m³/s]	[m/s]	[%]	[mm]	[-]
L-K30-K31	2.158	4.29	1.91	800	1
L-K310-K51	1.949	3.88	0.46	800	1
L-K311-K310	1.354	2.69	0.16	800	1
L-K312-K311	1.473	2.93	0.40	800	1
L-K313-K312	0.536	1.9	0.18	600	1
L-K314-K313	0.702	2.48	0.76	600	1
L-K315-K314	0.436	1.54	0.04	600	1
L-K316-K315	0.338	1.19	0.35	600	1
L-K318-K316	0.501	1.77	0.91	600	1
L-K319-K318	0.229	1.82	0.35	400	1
L-K31-K32	1.772	3.53	2.26	800	1
L-K320-K319	0.15	1.19	0.49	400	1
L-K32-K33	1.786	3.55	0.81	800	1
L-K33-K34	1.967	3.91	0.92	800	1
L-K34-K35	2.172	4.32	1.14	800	1
L-K35-K36	2.643	5.26	1.75	800	1
L-K37-K35	0.601	7.72	2.20	315	1
L-K39-K37	0.439	5.64	0.57	315	1
L-K3-K4	0.075	1.52	0.72	250	1
L-K40-K39	0.44	5.64	0.18	315	1
L-K41-K40	0.44	1.63	0.89	600	1
L-K42-K41	0.37	1.32	0.26	600	1
L-K43-K42	0.246	1.4	4.11	600	1
L-K44-K45	0.203	1.06	0.49	500	1
L-K45-K46	0.257	1.32	0.19	500	1
L-K46-K47	0.182	0.92	0.39	500	1
L-K47-K48	0.215	1.1	0.42	500	1
L-K48-K49	0.302	1.59	0.42	600	1
L-K49-K50	0.364	1.29	1.97	600	1
L-K4A-KD0200	1.331	5.12	5.03	600	1
L-K4-K6	0.093	0.84	0.46	400	1
L-K50-KR5	1.803	2.3	0.88	1000	1
L-K51A-KR22	0.129	1.43	-	600	0.13
L-K51-K50	2.046	1.83	1.32	1200	1
L-K53-K51A	0.143	1.96	0.35	500	0.4
L-K54-K53	0.168	1.67	0.50	500	0.51
L-K55-K54	0.257	2.27	0.62	400	0.91
L-K56-K55	0.118	1.35	0.31	400	1
L-K6-K7A	0.129	1.02	0.18	400	1
L-K72-K14	0.512	1.86	0.50	600	1
L-K77-K10A	0.945	3.34	0.62	600	1
L-K7A-K8	0.205	1.63	0.41	400	1
L-K7-K103	1.143	4.04	1.29	600	1

Przewód	Przepływ maksymalny	Prędkość maksymalna	Spadek	Średnica	Wypełnienie średnicy
	[m³/s]	[m/s]	[%]	[mm]	[-]
L-K83-K84	0.073	1.24	0.98	300	1
L-K84-K85	0.062	0.92	1.18	300	1
L-K85-K86	0.061	0.97	1.05	300	1
L-K86-K87	0.079	1.12	1.17	300	1
L-K87-K88	0.089	1.26	0.90	300	1
L-K88A-K88	0.118	1.68	0.94	300	1
L-K88A-K89	0.143	2.02	1.70	300	1
L-K89A-K89	0.137	1.94	2.94	300	1
L-K89-K95	0.12	2.16	3.31	300	1
L-K8A-K7	1.163	4.11	0.95	600	1
L-K8-K10	0.518	0.69	0.73	400	1
L-K8-K010	0.084	1.71	-	250	1
L-K91-K92	1.051	3.72	2.28	600	1
L-K92-K93	1.051	3.72	1.08	600	1
L-K93-KR10	0.812	3.07	1.37	600	1
L-K94-K93	0.333	1.64	4.31	600	0.72
L-K94-KR9	0.332	1.85	1.93	600	0.61
L-K95-K96	0.103	1.45	1.13	300	1
L-K96-K118	0.217	3.07	2.31	300	1
L-K97-K96	0.184	2.71	8.86	300	1
L-K98A-K98	0.112	1.88	1.38	300	1
L-K98-K97	0.084	1.76	6.24	300	1
L-K99-K98A	0.121	1.71	2.31	300	1
L-K9A-K8A	1.076	3.81	0.56	600	1
L-K9-K11	0.109	1.4	0.68	315	1
L-KD0200-KD200	1.388	5.01	5.09	600	1
L-KD10-RZEKA_W3	2.291	4.56	1.05	800	1
L-KD14-KD10	1.46	3.2	0.73	800	1
L-KD15-KD9	0.893	3.88	5.22	600	1
L-KD16-KD4	1.072	3.95	43.51	600	1
L-KD16-KD7	0.752	3.83	1.71	500	1
L-KD16-ROW_WLOT2	1.277	1.85	6.60	200	1
L-KD1-KD14	1.46	4.06	3.92	800	0.81
L-KD200-KD41	1.251	4.42	3.58	600	1
L-KD21-KD15	0.077	1.41	2.21	300	1
L-KD2A-KD2	0.771	4.61	8.65	500	1
L-KD2-KD3	1.297	4.59	2.12	600	1
L-KD3-KD1	1.258	4.89	3.03	600	0.92
L-KD41-KD6	1.251	4.42	4.49	600	1
L-KD4-KD15	0.983	4.22	5.97	600	1
L-KD6-KD16	0.613	2.47	6.15	600	1
L-KD6-KR11	0.677	3.45	4.08	500	1
L-KD7-KD2A	0.752	4.07	0.24	500	1

Przewód	Przepływ maksymalny	Prędkość maksymalna	Spadek	Średnica	Wypełnienie średnicy
	[m³/s]	[m/s]	[%]	[mm]	[-]
L-KD8-KD2	0.881	3.12	2.22	600	1
L-KD9-KD8	0.881	3.96	7.47	600	1
L-KDB-KD16	0.167	5.32	25.83	200	1
L-KR10-KR101	1.601	1.98	-	-	1
L-KR101-KR11	1.132	1.03	-	-	1
L-KR12-KR13	1.792	2.69	0.06	1000	0.79
L-KR13-KR14	1.79	1.63	-	-	0.68
L-KR14-KR15	1.862	3.09	0.59	1000	0.72
L-KR15-KR16	1.802	1.97	-	-	0.58
L-KR16-KR17	1.798	4.63	2.02	1000	0.5
L-KR17-KZB7	1.799	2.8	-	-	0.47
L-KR18-KR19	2.016	4.9	3.55	1000	0.52
L-KR19-KR191	2.011	5.48	-	-	0.64
L-KR191-KR20	2.005	1.43	-	-	0.79
L-KR1-KR2	2.793	4.01	1.30	1000	0.98
L-KR20-KR21	2.228	3.39	0.54	1000	0.78
L-KR21-KZB10	2.012	2.11	-	-	0.63
L-KR22-KR4	0.086	0.88	-	-	0.54
L-KR3-KR31	0.004	0.23	-	-	0.09
L-KR31-KR6	0.003	0.06	-	-	0.2
L-KR4-K50	0.749	1.15	5.69	1000	1
L-KR5-KR12	1.794	0.82	-	-	1
L-KR6-KR7	0.283	2.9	1.80	600	0.39
L-KR7-KR71	0.259	1.55	-	-	0.18
L-KR71-KR9	0.176	0.47	-	-	0.32
L-KR8-K91	1.052	5.14	21.27	600	1
L-KR9-KR91	0.904	1.84	-	-	0.63
L-KR91-KR10	2.446	1.62	-	-	0.9
L-KZ1-KZ2	0.169	2.39	1.65	300	1
L-KZ2-KR8	0.807	1.94	-	-	0.27
L-KZB10-KR1	2.257	2.41	-	-	0.75
L-KZB11-KZB12	1.439	1.83	0.32	1000	1
L-KZB13-KZ2	0.748	2.59	-	-	0.4
L-KZB14-KZ1	1.594	2.04	-	-	1
L-KZB15-K43	0.21	0.9	0.04	600	1
L-KZB1-K310	0.667	8.56	10.58	315	1
L-KZB2-K13	0.079	2.5	1.12	200	1
L-KZB3-K9	0.111	1.46	1.30	315	1
L-KZB4-K56	0.144	2.94	0.25	250	1
L-KZB5-KZB6	0.379	7.71	19.56	250	1
L-KZB6-KZB7	0.379	8.09	12.38	250	1
L-KZB7-KR18	2.015	3.04	-	-	0.47
L-KZB8-ZB-KZB8	0.973	4.26	-	-	0.58

Przewód	Przepływ maksymalny	Prędkość maksymalna	Spadek	Średnica	Wypełnienie średnicy
	[m ³ /s]	[m/s]	[%]	[mm]	[-]
L-KZB8-K010	0.08	1.96	0.36	-	0.84
L-KZB9-KZB10	0.517	3.16	0.00	500	1
L-RP-K33	0.093	2.97	15.59	200	1
L-ZB-KZB5-KZB5	0.368	8.02	-	-	1

Oceniając powyższe wyniki można stwierdzić, że nie spełniają one standardów przede wszystkim ze względu na napełnienie w przewodach, które zgodnie z zaleceniami normy niemieckiej ATV A-118 należy przyjąć do 90% średnicy przewodu. Obecnie większość z kolektorów pracuje pod ciśnieniem. Aby nie budować kanałów o zbyt dużych średnicach przewodów, powinno się także stosować zbiorniki retencyjne dla opóźnienia odpływu poprzez obciążenie fali wezbraniowej i zretencjonowanie jej dla późniejszego swobodnego odpływu. Projekt kanalizacji należy wykonać na podstawie modelowania hydrologiczno-hydraulicznego w oprogramowaniu do obliczeń przepływów w sieciach kanalizacyjnych np. SWMM.

8 Proponowane rozwiązania

Po przeanalizowaniu w modelu całego układu wytypowano miejsca rozwiązań zabezpieczających przed podtopieniami w tym przebudowę kolektorów i budowę zbiorników retencyjnych. Wnioski oparto o wyniki modelowania hydrologiczno-hydraulicznego, na podstawie którego sprawdzono przepustowość odcinków kanałów, wylewanie się wód ze studzienek, funkcjonowanie kanalizacji w stanie istniejącym.

8.1 Proponowane rozwiązania w zlewni wylotu W2

Na podstawie obliczeń modelowych i analizy terenu zaproponowano kilka lokalizacji inwestycji przedstawionych na mapie – załącznik nr 14. Proponuje się następujące działania zabezpieczające przed podtopieniami:

1. Zaleca się wykonanie grobli lub innego liniowego zabezpieczenia od napływu wody z terenu działek SSE Gliwice w kierunku zabudowań ulicy Klasztornej - obrys terenu 1a. Pomimo, że na działce zagospodarowanej przez Johnson Matthey zaprojektowano odpowiednie zabezpieczenia retencjonujące wody dla opadów miarodajnych i warunków technicznych na odprowadzenie wód do kanalizacji, to w przypadku wystąpienia zjawiska flash food, które mogą przewyższać zdolności zaprojektowanych urządzeń i jest ponadnormatywne może nastąpić spływ po powierzchni terenu, który nie zostanie przejęty przez obecnie istniejące systemy kanalizacyjne. Odpływ ze zlewni Z_12 = 1030 [m³] – objętość zbiornika retencyjnego ZB1 = 557 [m³]. Odpływ ze zlewni Z_176 = 500 [m³] – objętość zbiornika retencyjnego ZB1 = 813 [m³] [8].
2. Zaprojektowanie rowu oznaczonego 2a zbierającego wody z obrysu terenu 1b i kanału 2b do zbiornika retencyjnego na obszarze przy ulicy Klasztornej od strony wschodniej – obrys terenu 1b. Wymiary rowu należy zaprojektować na podstawie wyników modelowania hydrologiczno-hydraulicznego kanalizacji np. w modelu SWMM oraz z obliczeń hydraulicznych dla rowu. Objętość zbiornika około 270 [m³] na podstawie odpływu ze zlewni Z_175. Maksymalna możliwa objętość zbiornika na podstawie powierzchni działki nr 289 to 3300 -4400 [m³]. Przed zbiornikiem można przewidzieć piaskownik aby uniknąć zamulania zbiornika od spływu z terenu pól.



Rysunek 128 Lokalizacja działki 289 pod zbiornik w obszarze nr 2

3. Przebudowę kanalizacji od ulicy Klasztornej do wylotu W2 – obrys terenu 1c. Średnicę zaprojektować na podstawie obliczeń hydrologiczno-hydraulicznych w modelu kanalizacyjnym np. SWMM. Obecnie kanał posiada średnicę 300-500 [mm] co przy pełnym napełnieniu i przepływie pod ciśnieniem pozwala przeprowadzić według wyliczeń modelowych 160-2000 [l/s]. Należy przebudować kolektor dobierając większą średnicę zapewniającą odpływ grawitacyjny.
4. Zaprojektowanie zbiornika podziemnego/odkrytego w osi kolektora zbiorczego pomiędzy ulicą Klasztorną i Staromiejską - obrysterenu 1d. Obliczenia modelowe wykazują, że objętość wody dopływająca do tego zbiornika wynosi 357.89 [m³], a największa objętość zbiornika wynikająca z powierzchni działek nr: 272/1, 272/2, 272/3 to od 1200-1600 [m³].



Rysunek 129 Lokalizacja działek 272/1, 272/2 i 272/3 pod zbiornik w obszarze nr 1d

5. Zaprojektowanie zbiornika podziemnego/odkrytego na przedłużeniu rowu 1f biegnącego wzdłuż ul. Klasztornej z przełożeniem tego rowu do zbiornika – obrys terenu 1e. Przełożenie rowu pozwoli odciążyć zlewnie wylotu W3, a szczególnie nieckę w ulicy Staromiejskiej 66, która jest obecnie zalewana spływem wód także z tego rowu. Obliczenia modelowe wykazują, że objętość wody dopływająca do tego zbiornika wynosi $312.59 \text{ [m}^3\text{]}$, a największa objętość zbiornika wynikająca z powierzchni działek nr: 279, 280 to od 1600-2000 $\text{[m}^3\text{]}$. Proponuje się rozważyć poprowadzenie od zbiornika 1e kolektora w kierunku ulicy Staromiejskiej poprzez działkę 281 w kanalizację w kierunku wylotu W2.

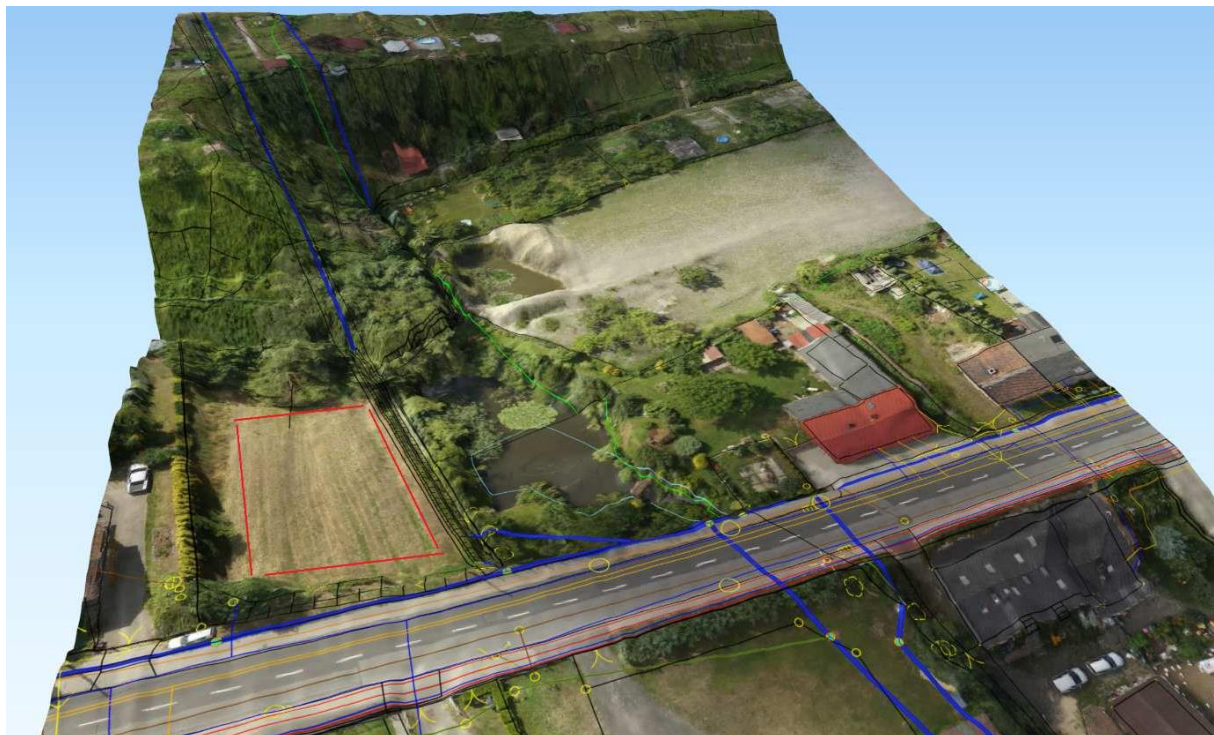


Rysunek 130 Lokalizacja działek 279, 280 pod zbiornik w obszarze nr 1e

6. Przebudowę rowu otwartego wzdłuż ul. Klasztornej – obrys terenu 1f – z przekierowaniem do zbiornika 1e za pomocą łącznika (rowu otwartego). W modelu uzyskano przepływ 2.5 [l/s] i maksymalne napężenie 12 [cm]. Wydaje się to niewielkie jednak model łączy do rowu tylko zlewnie przy opadzie miarodajnym, nie uwzględnia poprzecznego przelewania się wód, jednak całkowity bilans wód uwzględniając równoległe kierunki przepływu. Wymiary rowu należy zaprojektować na podstawie wyników modelowania hydrologiczno-hydraulicznego kanalizacji np. w modelu SWMM oraz z obliczeń hydraulicznych dla rowu.
7. Należy również przebudować odcinkowo pozostałe kanały zwiększając średnice zgodnie z analizą modelowania hydraulicznego np. w SWMM.

8.2 Proponowane rozwiązania w zlewni wylotu W3

1. Istniejący zbiornik odkryty, który znajduje się w obrysie terenu 2 można połączyć poprzez przebudowę z proponowanym zbiornikiem na tym obszarze dla wylotu W2.
2. Na obrysie terenu nr 3 należy w razie zagospodarowania w przyszłości należy przewidzieć odpowiednie retencjonowanie wód na działce lub zaprojektować w ramach planowanej tam zabudowy odpowiedni zbiorczy zbiornik retencyjny dla całego obszaru.
3. Wykonanie przeglądu i konserwacji lub przebudowy przepustów na rowach kanalizacyjnych, odkrytych. Obecnie stanowią one retencję naturalną terenową w rowie. Dla weryfikacji wykonać modelowanie hydrologiczno-hydrauliczne w modelu dedykowanym do takich obliczeń np. HEC-RAS.
4. Istniejące stawy na terenie ogródków działkowych i staw rybacki stanowią bardzo dużą retencję naturalną. Ponieważ kanalizacja jest połączona z tymi stawami, dokonać przeglądu i ewentualnego remontu urządzeń kanalizacyjnych łączących te stawy.
5. Pod nasypem ogródków działkowych w obrysie terenu 6 przechodzi kolektor rozdzielający się na dwa równoległe kanały. Należy dokonać przeglądu i ewentualnej konserwacji tych kanałów.
6. Zabezpieczenie zabudowań przed podtopieniami w rejonie ul. Staromiejskiej 66 – obrys terenu 7c poprzez:
 - a) Przebudowę koryta przebiegającego obok rowu 7a powinno zostać oddzielone od tego obszaru np. za pomocą prefabrykatów betonowych. Podobnie należało by zabezpieczyć ten obszar od spływu po terenie od strony północno wschodniej. Odpływ ze stawu na obszarze 7c powinien być zabezpieczony przed cofką z kanalizacji. Przewidzieć przebudowę tego odpływu. Innym rozwiązaniem może być włączenie odpływu ze stawu do odrębnego kanału z proponowanego zbiornika z obszaru 7b.
 - b) Zaprojektowanie zbiornika retencyjnego powierzchniowego/podziemnego z ewentualną pompownią obrys terenu 7b z bezpośrednim odprowadzeniem wód indywidualnym kolektorem grawitacyjnym do rzeki Kłodnicy równoległym do istniejącego kolektora od ulicy Staromiejskiej. Ponieważ obliczenia modelowe wykazały, że wody z kanalizacji wzdłuż ulicy Staromiejskiej mogą blokować odpływ z takiego zbiornika to równoległy kanał może okazać się koniecznością. Obliczenia modelowe wykazują, że objętość wody dopływająca do tego zbiornika wynosi 8828.73 [m³], z kolei z .z powierzchni obszaru działki nr 57 i ukształtowania terenu wynika największa objętość zbiornika mogła by wynosić 600 [m³]. Wymiary zbiornika i sposób retencjonowania należy potwierdzić obliczeniami w modelu hydrologiczno-hydraulicznym np. SWMM.
 - c) Ewentualnie wykupienie terenu i budowa zbiornika retencyjnego odkrytego na terenie oznaczonym 7c w połączeniu ze zbiornikiem na obszarze 7b. Przy wykupieniu terenu objętość zbiornika retencyjnego na podstawie działek może wynieść 2400 [m³].



Rysunek 131 Obszar zalewiska przy ulicy Staromiejskiej 66

7. Przebudowa odcinka ujściowego kanalizacji od ul. Staromiejskiej do wylotu W3 do rzeki Kłodnicy w km 40+820. Obecnie kolektor posiada średnice 600-800 [mm] co przy pełnym napełnieniu i przepływie pod ciśnieniem pozwala przeprowadzić według wyliczeń modelowych 1276.5-2282.2 [l/s]. Należy przebudować kolektor dobierając większą średnicę zapewniającą odpływ grawitacyjny na podstawie modelowania hydrologiczno-hydraulicznego w modelu kanalizacyjnym np. SWMM, przy czym model musi uwzględniać całą sieć ciążącą do wylotu W3 ze stopniową zmianą średnic także na innych odcinkach kolektorów i z uwzględnieniem ewentualnych zbiorników retencyjnych.
8. Należy również przebudować odcinkowo pozostałe kanały zwiększając średnice zgodnie z analizą modelowania hydraulicznego np. w SWMM.
9. Dokonać przeglądu projektów sieci odwodnienia poszczególnych działek w SSE Gliwice i wydanych pozwoleń wodno-prawnych na etapie wykonania projektu objętych niniejszą koncepcją.
10. Konieczne jest wykonanie pełnej inwentaryzacji sieci kanalizacyjnej wraz obiektami na terenie działek w SSE Gliwice ze szczególnym uwzględnieniem wszystkich pompowni, zbiorników retencyjnych, na etapie wykonania koncepcji/projektu objętych niniejszą koncepcją.

9 Wnioski

1. Obliczenia modelowe umożliwiły stwierdzenie, że obecna kanalizacja deszczowa nie ma odpowiedniej przepustowości hydraulicznej, a zmieniające się zagospodarowanie zlewni wylotów W2 i W3 będzie powodować zwiększenie powierzchni szczelnych, a co za tym idzie zwiększenie odpływu. Przy zmieniających się warunkach klimatycznych może dojść do nagłych, nieprzewidywanych zjawisk typu flash flood, które przeciążą sieć nawet dobrze zaprojektowaną i zgodnie z normami.
2. Spiętrzenia w kanałach rzędu kilku metrów, w tym do powierzchni terenu i wylania, występują w większości węzłów obliczeniowych na trasie kolektorów.

3. W celu wyeliminowania wylewania się z kanałów powodujących podtopienia zaleca się zwiększenie średnic na trasie kolektorów. Z zestawienia tabelarycznego wyników modelowania kanalizacji wynika, że większość kanałów pracuje pod ciśnieniem i nie spełniona jest zasada napełnienia 90% średnicy kanału.
4. W celu odciążenia hydraulicznego kanalizacji deszczowej może być konieczne zastosowanie zbiorników retencyjnych, zlokalizowanych powyżej obszarów o dużych podtopieniach i wylewów z kanałów np. w nieckach terenowych, na , na obszarach przylegających do kanalizacji.
5. Węzeł kanalizacyjny w ulicy Staromiejskiej 66 wymaga przebudowy układu sieci oraz zaproponowanie rozwiązań retencyjnych dla zlikwidowania powstałego zagrożenie podtopieniami na skutek zmiany stosunków wodnych poprzez podniesienie korony ulicy Staromiejskiej, która powoduje zatrzymywanie wód spływających po terenie. Odpływ z zalewiska jest utrudniony z powodu blokowania napływem wód z sieci kanalizacyjnej ulicy Staromiejskiej, która nie jest w stanie odprowadzić gromadzącej się tam wody lecz dodatkowo zalewa ten teren.
6. Wzdłuż ulicy Klasztornej występuje nie tylko spływ wód po terenie ze zlewni przylegających ale także możliwy jest spływ ulicą Alberta Einsteina wód ze zlewni przyległych do niej na skutek za małej kanalizacji. Sieć kanalizacyjna i układ terenu nie zapewnia odprowadzenia wód spływających po terenie. Należy zaprojektować kanalizację dla nowych warunków zabudowy zlewni oraz wykonać inne zabezpieczenia retencjonujące odprowadzające wody opadowe.
7. Na bazie niemniejszej koncepcji należy wykonać projekt przebudowy sieci kanalizacyjnej spełniającej normy napełnienia kanałów do 0.9 średnicy przewodu oraz zastosować urządzenia retencjonujące.
8. W projekcie należy wykonać modelowanie hydrodynamiczne proponowanych rozwiązań w modelu kanalizacyjnym np. SWMM a bardziej szczegółowe obliczenia hydrauliczne np. w modelu HEC-RAS.

10 Załączniki

1. Mapa z inwentaryzacją sieci kanalizacyjnej
2. Mapa zlewni - cz. 1
3. Mapa zlewni - cz. 2
4. Mapa zlewni - cz. 3
5. Mapa zlewni - cz. 4
6. Mapa zlewni - cz. 5
7. Mapa zlewni - cz. 6
8. Mapa oznaczeń sieci kanalizacyjnej użytych w opracowaniu - cz. 1
9. Mapa oznaczeń sieci kanalizacyjnej użytych w opracowaniu - cz. 2
10. Mapa oznaczeń sieci kanalizacyjnej użytych w opracowaniu - cz. 3
11. Mapa oznaczeń sieci kanalizacyjnej użytych w opracowaniu - cz. 4
12. Mapa oznaczeń sieci kanalizacyjnej użytych w opracowaniu - cz. 5
13. Mapa oznaczeń sieci kanalizacyjnej użytych w opracowaniu - cz. 6
14. Mapa obszarów proponowanych rozwiązań.