

Opracowanie na temat

**„Koncepcja odprowadzania wód opadowych
dla części osiedla Rudunki w Zgierzu”**

Zadanie

„Odwodnienie osiedla Rudunki w Zgierzu”

Zamawiający

Gmina Miasto Zgierz

Wykonawca

**Konsorcjum firm: Józef Dziopak Contract
Innova Technologie Daniel Słyś**

Zgierz, czerwiec 2017

Spis treści

1. Cel, zakres i podstawa opracowania	2
1.1. Podstawa opracowania	2
1.2. Cel i zakres opracowania	2
2. Podstawy teoretyczne modelowania hydrodynamicznego	3
3. Opis terenu objętego inwestycją	5
4. Dane wejściowe	7
5. Analiza wyników obliczeń modelowych sieci kanalizacyjnej na obszarze zlewni Rudunki Wschód	9
6. Koncepcja projektowa sieci kanalizacji deszczowej na obszarze zlewni Rudunki Zachód oraz kolektora odprowadzającego ścieki ze zlewni Rudunki Zachód	16
6.1. Ogólny opis koncepcji projektowych	16
6.2. Analiza warunków hydraulicznych w sieci kanalizacyjnej	18
6.2.1. Wariant 1	18
6.2.2. Wariant 2	25
6.2.3. Wariant 3	32
7. Hydrogramy odpływu ścieków ze zlewni	39
8. Opis rozwiązania sieci kanalizacyjnej	43
9. Opis rozwiązania kanałów retencyjnych	44
10. Rekomendacja wyboru wariantu projektowego	48
11. Etapowanie inwestycji i szacunkowe nakłady inwestycyjne	49
12. Spis załączników	52

1. Cel, zakres i podstawa opracowania

1.1. Podstawa opracowania

Podstawą opracowania jest umowa nr IR. 7011-60/3/16/17 z dnia 29 grudnia 2016 roku zawarta pomiędzy *Gminą Miasto Zgierz* z siedzibą w Zgierzu, plac Jan Pawła II 16, a konsorcjum firm: *Józef Dziopak Contract* z siedzibą w Krakowie przy ulicy Juliusza Lea 244/8 i *Innova Technologie Daniel Słyś* z siedzibą w Krośnie przy ulicy Langiewicza 31.

1.2. Cel i zakres opracowania

Głównymi celami i zakresem opracowania jest:

- wykonanie modelu hydrodynamicznego zlewni i istniejącego systemu odwodnieniowego na terenie osiedla Rudunki Wschód niezbędnego do opracowania koncepcji systemu odwodnieniowego osiedla Rudunki Zachód,
- wykonanie modelu hydrodynamicznego zlewni oraz opracowanie koncepcji systemu odwodnieniowego osiedla Rudunki Zachód,
- dokonanie analizy i oceny warunków hydraulicznych funkcjonowania systemu odwodnieniowego z wykorzystaniem opracowanego modelu hydrodynamicznego w zakresie charakterystycznych czasów trwania opadów i jego prawdopodobieństwa,
- opracowanie hydrografów odpływów ścieków deszczowych z terenu zlewni Rudunki w zakresie objętym opracowaniem,
- analiza działań inwestycyjnych w zakresie koncepcji projektowej oraz etapowanie realizacji inwestycji wraz z szacunkowym określeniem nakładów finansowych.

2. Podstawy teoretyczne modelowania hydrodynamicznego

W celu dokładnego odwzorowania warunków odprowadzania wód opadowych z terenu objętego planowaną inwestycją, w analizie hydraulicznej wykorzystano oprogramowanie do modelowania hydrodynamicznego zlewni i systemów kanalizacyjnych Storm Water Management Model 5.0 (SWMM) amerykańskiej agencji ochrony środowiska EPA.

W programie SWMM opad atmosferyczny przekształcany jest w odpływ efektywny, wyznaczany jako odpływ z liniowego zbiornika, którego napełnienie równe jest ilości wody, jaka spadła na daną powierzchnię po uwzględnieniu strat powstałych w wyniku parowania, wsiąkania i retencjonowania wody w zagłębieniach terenu. W związku z tym istotna jest znajomość szeregu parametrów, takich jak: stopień uszczelnienia, współczynnik szorstkości Manninga, szerokość hydrauliczna zlewni, spadek terenu, wielkość retencji terenowej oraz dla powierzchni nieuszczelnionych zdolność infiltracji gruntu. Posiadanie informacji dotyczących tych parametrów jest istotne z punktu widzenia określania wielkości opadu efektywnego, a tym samym wielkości odpływu wód deszczowych z analizowanej zlewni. Natężenie odpływu wód ze zlewni do systemu kanalizacyjnego wyznaczane jest z równania (1).

$$Q = W/n (d - d_p)^{5/3} s^{1/2} \quad (1)$$

gdzie:

Q – odpływ ze zlewni, dm^3/s ;

W – szerokość pasa spływu, m;

n – współczynnik szorstkości Manninga, -;

d – wysokość warstwy wody, m;

d_p – wysokość warstwy wody retencjonowanej w zagłębieniach terenu, m;

s – spadek terenu, %.

W obliczeniach strat wody, jakie wynikają z ich zatrzymywania w strukturze gruntu w zlewni wykorzystano model infiltracji Hortona opisany zależnością (2).

$$f = f_c + (f_o - f_c)e^{-kt} \quad (2)$$

gdzie:

f – zdolność infiltracyjna, mm/h;

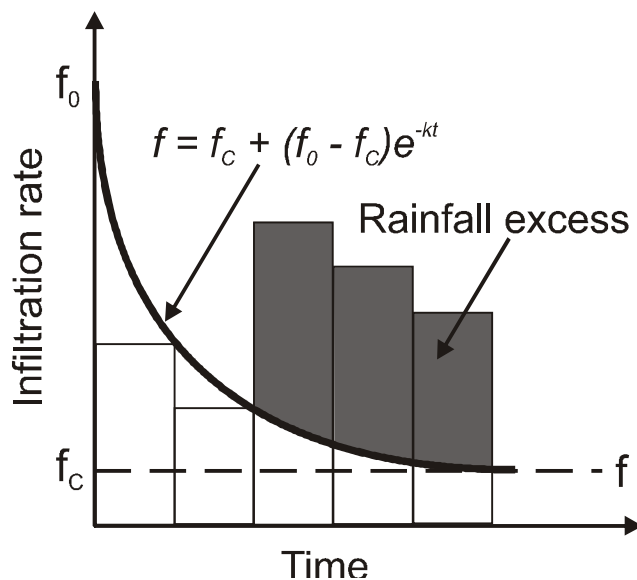
f_c – końcowa zdolność infiltracyjna, mm/h;

f_0 – początkowa zdolność infiltracyjna, mm/h;

k – stała czasowa krzywej spadku tempa infiltracji, 1/h;

t – czas od momentu wystąpienia opadu, doba.

Model Hortona zakłada, że chłonność gruntu maleje asymptotycznie z wartości początkowej f_0 do końcowej f_c , natomiast stała czasowa k określa kształt krzywej spadku tempa infiltracji, co przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Wykres krzywej infiltracji wody opadowej do gruntu według modelu Hortona

Z kolei w tabeli 1 przedstawiono parametry i ich zalecane wartości dla tego typu zlewni, które zostały przyjęte do obliczeń wielkości spływu wód deszczowych z powierzchni analizowanej zlewni.

3. Opis terenu objętego inwestycją

Teren objęty opracowaniem obejmuje obszar zabudowany i planowany pod zabudowę osiedla Rudunki, które ze względów formalnych i obliczeniowych podzielono na odrębne podzlewnie Rudunki Wschód (analiza stanu istniejącego) oraz Rudunki Zachód (koncepcja projektowa). Umowną linię rozdziału pomiędzy podzlewniami stanowi ulica Szczawińska.

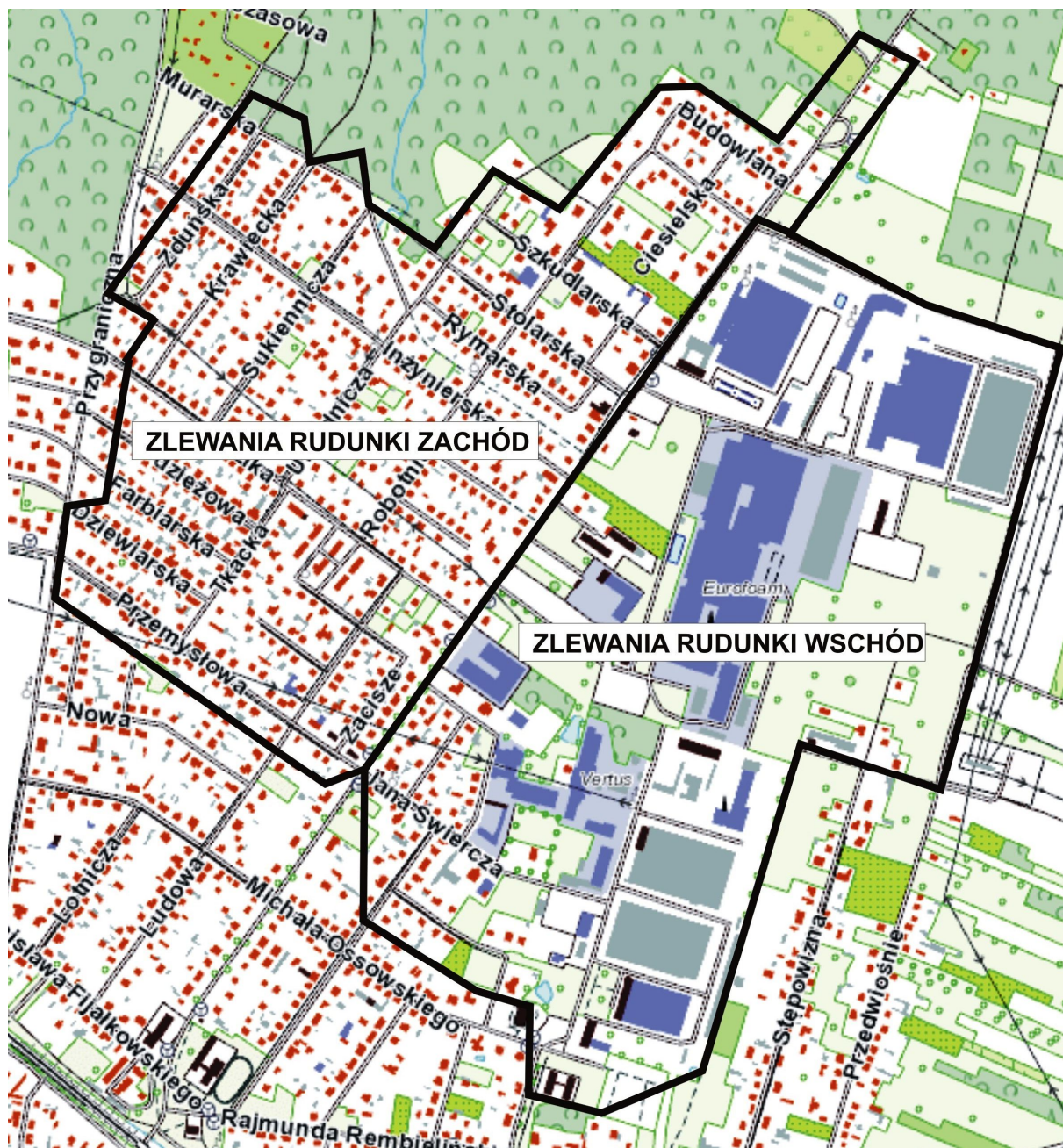
Osiedle Rudunki zlokalizowane jest przy wschodniej granicy administracyjnej miasta Zgierza. Tereny położone są w obszarze zlewni rzeki Dzierżązny. Głównym odbiornikiem wód opadowych z terenu nieskanalizowanego na osiedlu Rudunki Zachód oraz ścieków opadowych doprowadzanych kolektorem kanalizacji deszczowej z terenu osiedla Rudunki Wschód jest istniejący nieuregulowany rów biegnący od ul. Murarskiej do rzeki Dzierżązny. Rów ten stanowi przedłużenie kolektora deszczowego Ø1000 mm z wylotem zlokalizowanym przy ul. Murarskiej.

Trasa rowu przebiega przez teren pokryty głównie lasami i nieużytkami rolnymi. Stan techniczny rowu jest wysoce niezadowolający i **powinien być on poddany rehabilitacji w pierwszej kolejności, jeszcze** przed przystąpieniem do działań inwestycyjnych objętych przedmiotowym opracowaniem.

W zlewni Rudunki Wschód występuje zagospodarowanie reprezentowane głównie przez budownictwo przemysłowe z placami i terenami utwardzonymi. Z kolei na terenie zlewni Rudunki Zachód występuje zasadniczo zabudowa mieszkalna jednorodzinna. Przeważają tam drogi nieutwardzone, gruntowe i częściowo brukowane.

Na terenie Osiedla Rudunki występuje infrastruktura sieciowa, na którą składają się m.in.: sieć kanalizacji bytowo-gospodarczej, sieć wodociągowa, sieć elektroenergetyczna naziemna i podziemna oraz sieć gazowa.

Teren objęty opracowaniem przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Teren Osiedla Rudunki ze zlewnią objętą opracowaniem

4. Dane wejściowe

W opracowanym modelu hydrodynamicznym przyjęto następujące dane wejściowe do obliczeń:

- współczynniki spływu powierzchniowego o wartościach zmiennych dla poszczególnych podzlewni, które są ustalone na podstawie danych o zagospodarowaniu przestrzennym określonym w oparciu o ortofotomapę,
- szerokości pasa spływu wód deszczowych jako wartości zmienne, równe długości odcinka kanału,
- metoda obliczeń spływu ścieków siecią kanalizacyjną - fala dynamiczna,
- metoda obliczeń infiltracji - metoda Hortona,
- czas trwania deszczu miarodajnego do oceny warunków hydraulicznych w sieci kanalizacyjnej analizowany w zakresie od 10 minut do 120 minut,
- natężenie opadu deszczu miarodajnego do oceny warunków hydraulicznych w sieci kanalizacyjnej, który przyjęto jako opad blokowy o natężeniu odpowiednio:
 - (1) dla deszczu o czasie trwania 10 min - 1,031 mm/min;
 - (2) dla deszczu o czasie trwania 20 min – 0,65 mm/min;
 - (3) dla deszczu o czasie trwania 30 min – 0,496 mm/min;
 - (4) dla deszczu o czasie trwania 40 min – 0,409 mm/min;
 - (5) dla deszczu o czasie trwania 50 min – 0,353 mm/min;
 - (6) dla deszczu o czasie trwania 60 min – 0,312 mm/min;
 - (7) dla deszczu o czasie trwania 70 min – 0,282 mm/min;
 - (8) dla deszczu o czasie trwania 80 min – 0,258 mm/min;
 - (9) dla deszczu o czasie trwania 90 min – 0,238 mm/min;
 - (10) dla deszczu o czasie trwania 100 min – 0,222 mm/min;
 - (11) dla deszczu o czasie trwania 110 min – 0,208 mm/min;
 - (12) dla deszczu o czasie trwania 120 min – 0,197 mm/min.
- prawdopodobieństwo opadu deszczu miarodajnego do projektowania sieci kanalizacyjnej i obiektów retencyjnych – $p = 20\%$,
- współczynnik szorstkości Manninga – powierzchnia nieuszczelniona – 0,1,

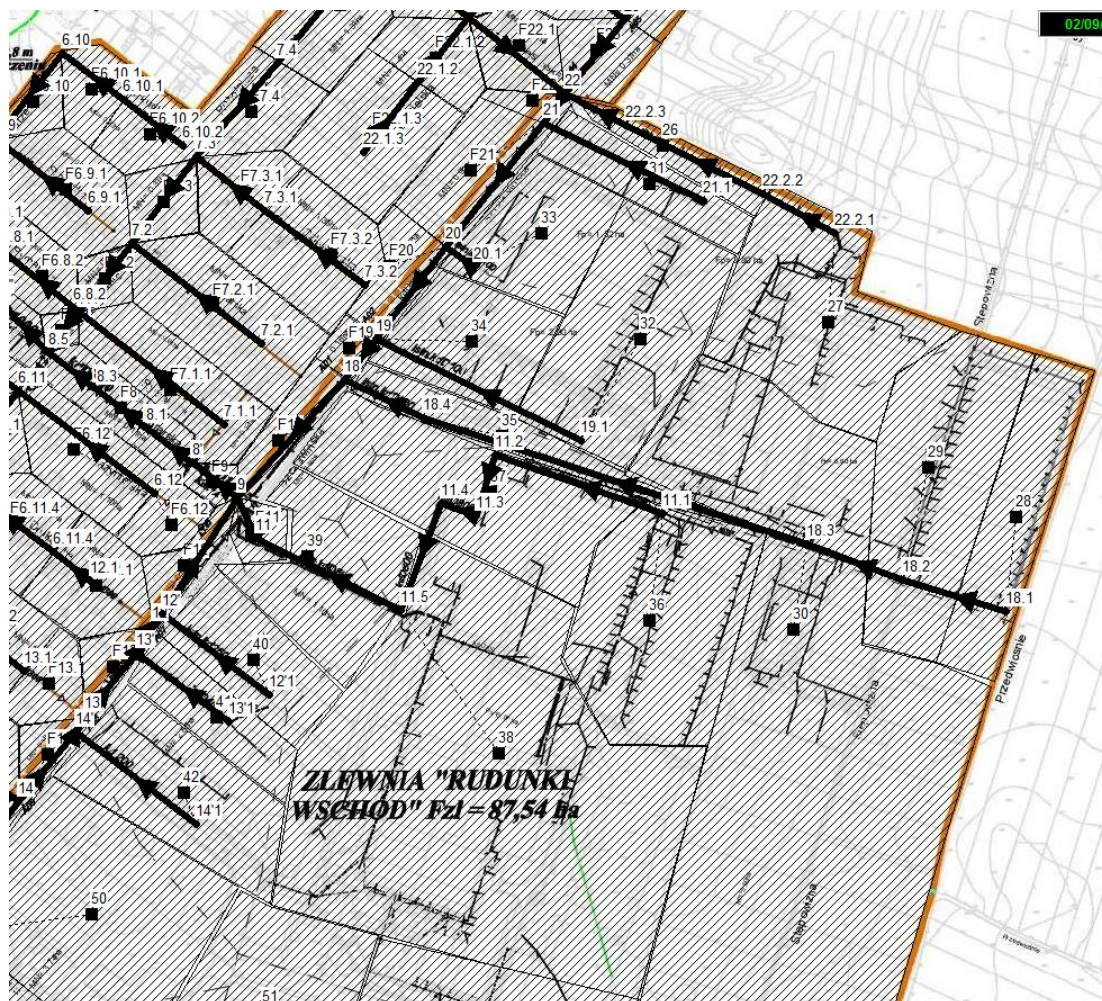
- współczynnik szorstkości Manninga – powierzchnia uszczelniona – 0,01,
- wysokość retencji - powierzchnia nieuszczelniona – 3,0 mm,
- wysokość retencji - powierzchnia uszczelniona – 0,5 mm,
- model infiltracji – Model Hortona,
- model przepływu ścieków – fala dynamiczna.

5. Analiza wyników obliczeń modelowych sieci kanalizacyjnej na obszarze zlewni Rudunki Wschód

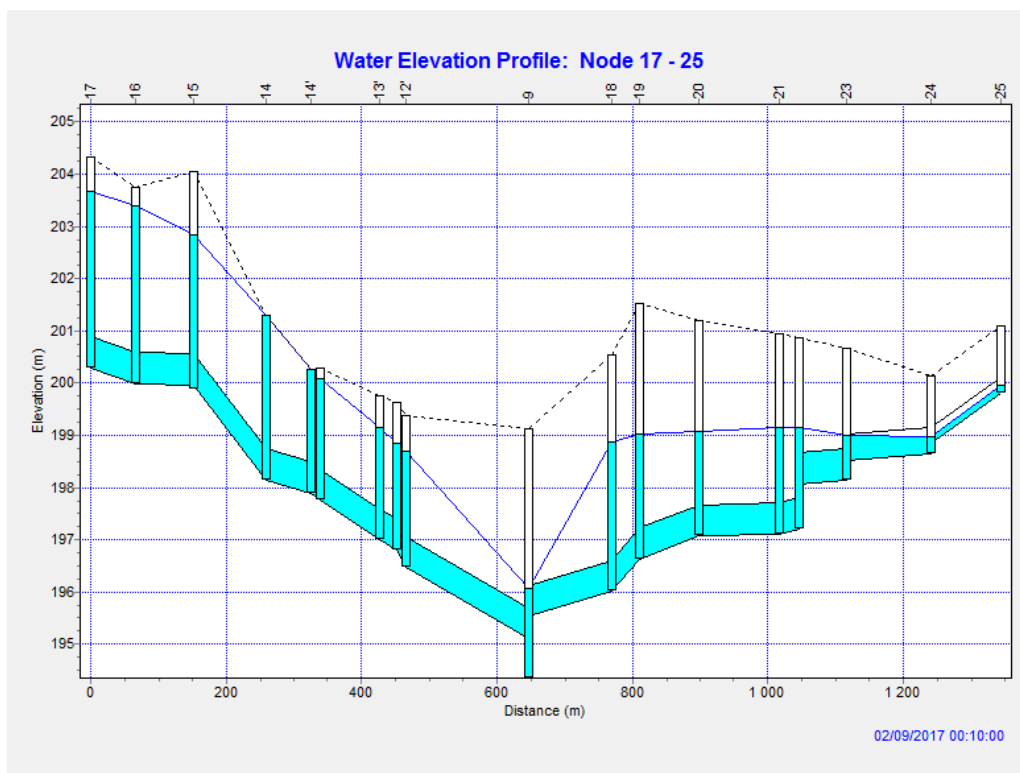
W oparciu o przygotowany model hydrodynamiczny zlewni, w którym odzwierciedlono w sposób możliwie wierny rzeczywiste warunki fizjograficzne terenu oraz jego zagospodarowanie, a także konfigurację istniejącego systemu kanalizacyjnego na terenie zlewni Rudunki Wschód, przeprowadzono analizę warunków hydraulicznych występujących w sieci kanalizacyjnej.

Ze względu na połączenie hydrauliczne systemu odwodnieniowego zlewni Rudunki Wschód z projektowaną siecią kanalizacyjną zlewni Rudunki Zachód, na podstawie modelu hydrodynamicznego dokonano obliczeń ilościowych ścieków, które zostały następnie uwzględnione w procesie projektowania sieci kanalizacyjnej na terenie zlewni Rudunki Zachód.

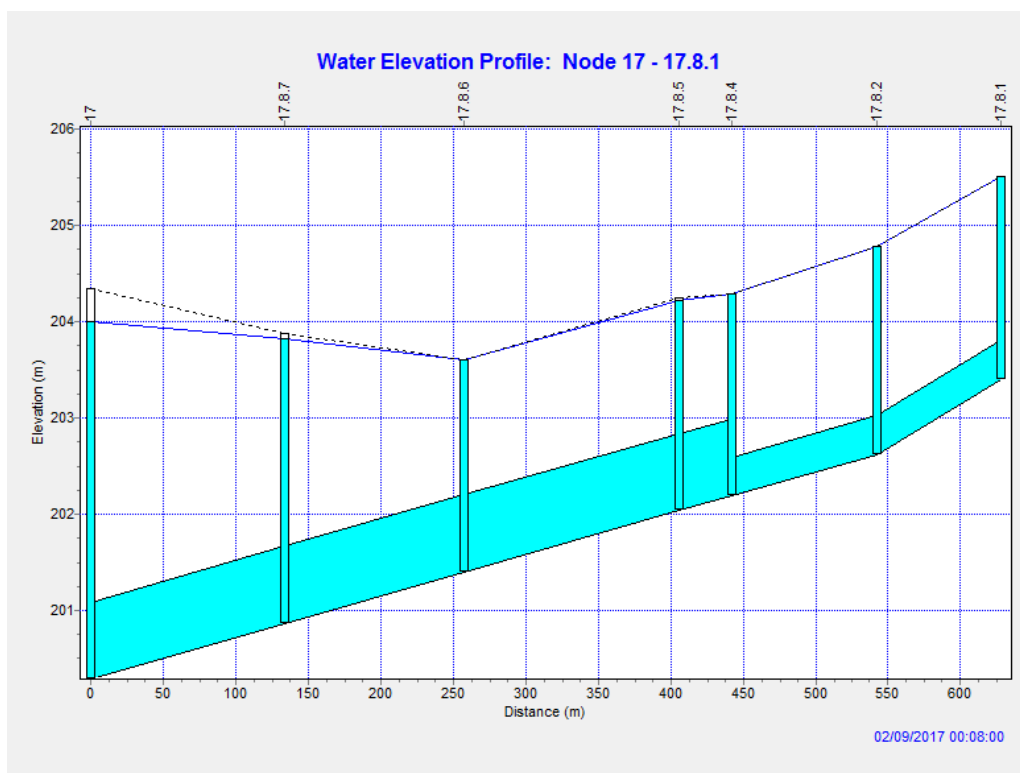
Na rysunkach od 5 do 9 przedstawiono profile głównych kolektorów kanalizacyjnych zlewni Rudunki Wschód w różnych sekwencjach spływu wywołanego opadem atmosferycznym o czasie trwania równym 10 minut i prawdopodobieństwie 20%. Z kolei na rysunkach 3 i 4 pokazano notyfikację głównych węzłów sieci kanalizacyjnej.



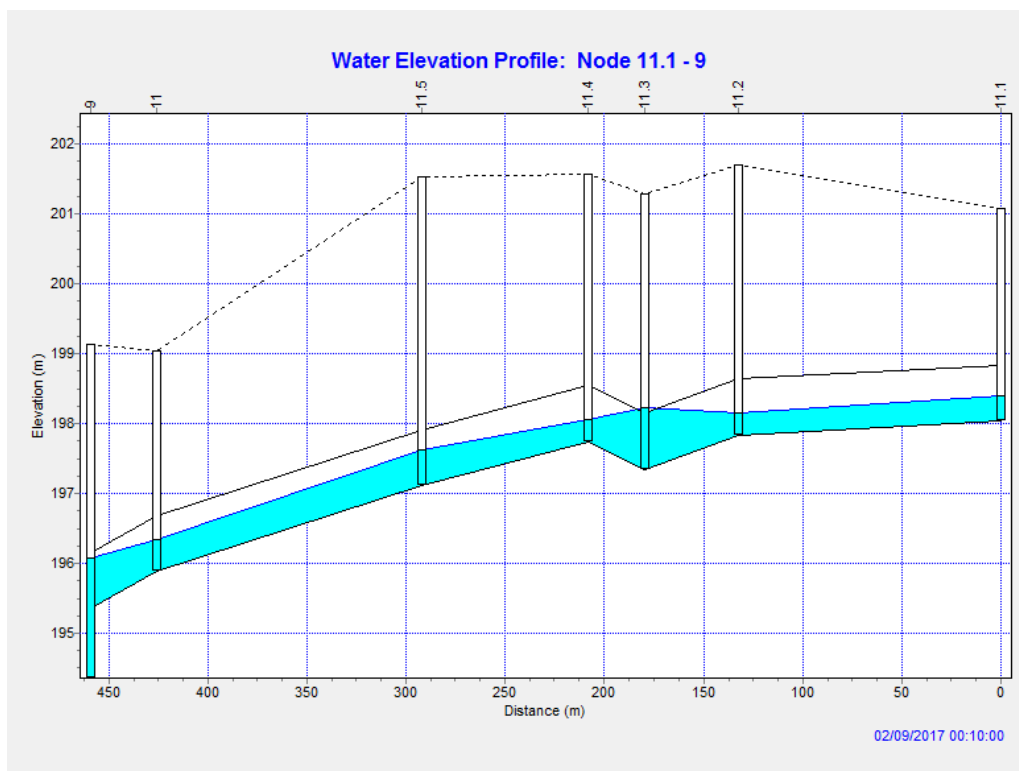
Rys. 3. Notyfikacja głównych węzłów sieci kanalizacyjnej na terenie zlewni Rudunki Wschód
– część 1



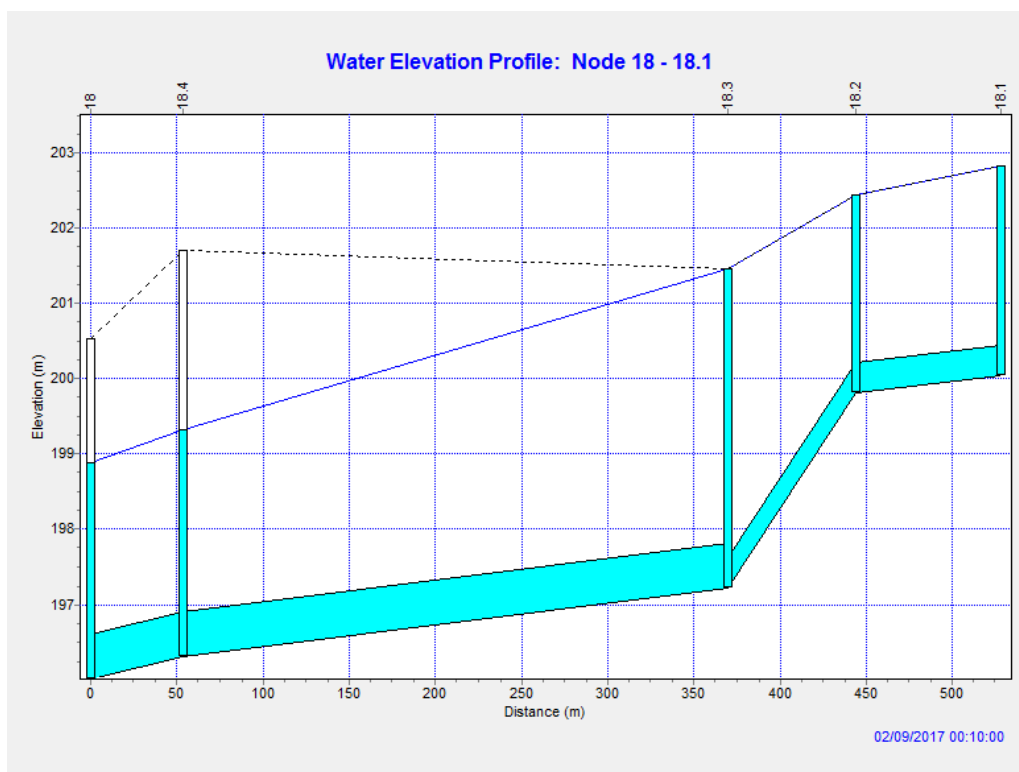
Rys. 5. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 17 – 25 w ulicy Szczawińskiej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



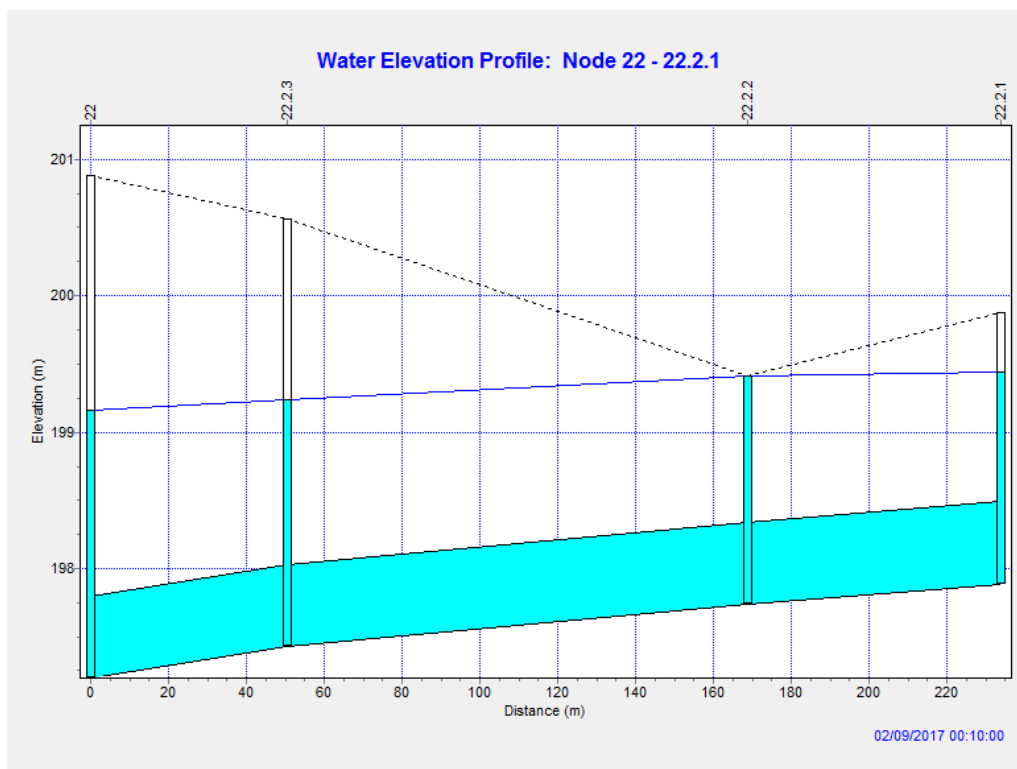
Rys. 6. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 17 a 17.8.1 w ulicy Świercza obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



Rys. 7. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 9 a 11.1 obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



Rys. 8. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 18 a 18.1 obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



Rys. 9. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 9 a 11.1 obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%

Jak wynika z przeprowadzonej analizy hydrodynamicznej w systemie kanalizacji deszczowej na terenie zlewni Rudunki Wschód w znaczącej liczbie odcinków kanałów występują zjawiska nadpiętrzeń ścieków oraz przepływów ciśnieniowych. Wysoce prawdopodobna jest również możliwość powstawania lokalnych podtopień terenów w wyniku ograniczonych możliwości odpływu wód pochodzenia opadowego do istniejącego systemu odwodnieniowego oraz wylewów ścieków deszczowych w najniższej położonych punktach sieci.

Przeprowadzona, szczegółowa analiza działania sieci dla całego zakresu czasów trwania deszczy pozwala sformułować dwie podstawowe rekomendacje:

- 1) Należy podejmować działania zmierzające do ograniczania odpływów ścieków opadowych ze zlewni Rudunki Wschód poprzez nakładanie na właścicieli nieruchomości restrykcji dotyczących ilości wód opadowych wprowadzanych do systemu odwodnieniowego, a także stosowanie w planowanych i realizowanych obiektach technicznych systemów lokalnego zagospodarowania wód opadowych, w tym gospodarczego ich wykorzystania.**

- 2) **Należy podejmować działania zmierzające do zarezerwowania w newralgicznych punktach sieci kanalizacyjnej, a w szczególności w bliskości węzła 17 w ulicy Szczawińskiej terenu, który mógłby być w przyszłości przeznaczony na realizację obiektu retencyjnego, odciążającego główny kolektor kanalizacyjny w ulicy Szczawińskiej.**

6. Koncepcja projektowa sieci kanalizacji deszczowej na obszarze zlewni Rudunki Zachód oraz kolektora odprowadzającego ścieki ze zlewni Rudunki Zachód

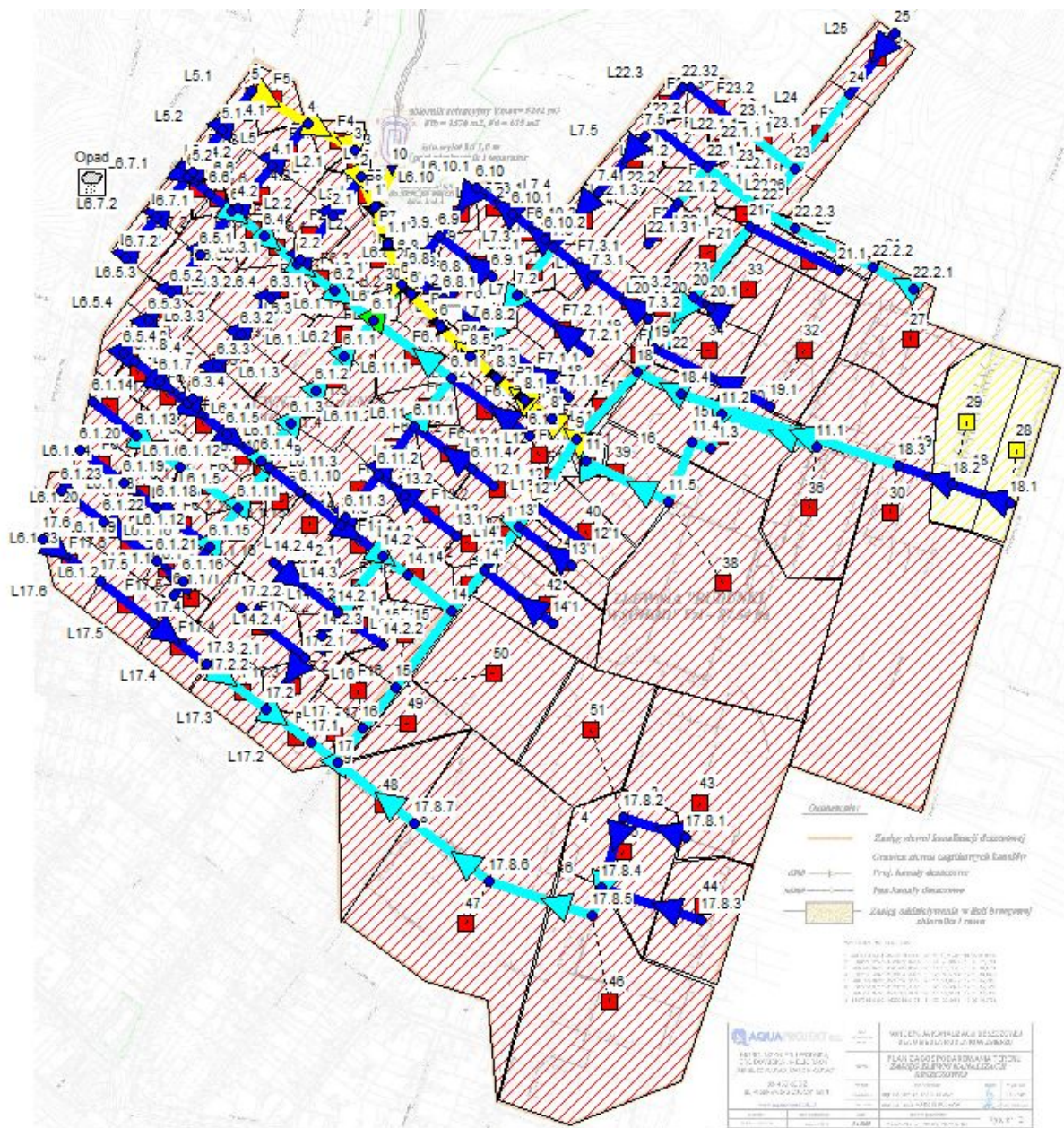
6.1. Ogólny opis koncepcji projektowych

W celu zapewnienia systemowego odprowadzania wód deszczowych z terenu zlewni Rudunki Zachód przewidziano zaprojektowanie systemu kanałów podziemnych współpracujących z obiektami retencyjnymi.

W koncepcji projektowej przewiduje się wykonanie kolektora głównego biegnącego w ulicy Murarskiej w ciągu węzłów 5 – 4 – 3 – 2 – 1 - WYLOT i 1.8 – 1.6 – 1.4 – 1.2 – 1 oraz 9 – 8 – 7 - 6 – 1 (kolektory I rzędu). Kolektor główny obok funkcji transportowych posiada również zadania związane z retencją ścieków deszczowych w trakcie występowania ich spływów. Przewidziano realizację kolektora jako kanału retencyjnego z przegrodami piętrzącymi.

Kolektory II rzędu prowadzone są następującymi ulicami: Inżynierska, Urzędnicza, Robotnicza (od węzła 7.5 do węzła 7), Dzika (od węzła 14.4 do węzła 14) i Przemysłowa, Zduńska, Krawiecka, Cukiernicza, Ciesielska (od węzła 22.2 do węzła 22).

Kolektory III rzędu poprowadzono ulicami: Zduńska (od węzła 6.7.2 do węzła 6.7), Krawiecka (od węzła 6.5.2 do węzła 6.5), Sukiennicza (od węzła 6.3.4 do węzła 6.3), Urzędnicza (od węzła 6.1.4 do węzła 6.1), Robotnicza (od 6.11.3. do 6.11), Drukarska, Bednarska, Ludowa, Odzieżowa, Farbiarska, Dziewiarska, Szkudlarska, Stolarska, Rymarska, Ciesielska (od węzła 22.1.3 do węzła 22.1), Budowlana, Dzika (od węzła 6.1.8 do węzła 6.1.10). Ogólny układ sieci kanalizacyjnej reprezentowanej w modelu obliczeniowym przedstawiono na rysunku 10.



Rys. 10. Ogólny układ sieci kanalizacyjnej reprezentowanej w modelu obliczeniowym

Analizie poddano trzy opracowane warianty projektowe. Wszystkie warianty posiadają analogiczny przebieg ich tras kanałów.

- **Wariant 1** – przewidziano realizację kanału retencyjnego w ulicy Murarskiej i Inżynierskiej: od węzła 5 do węzła 1.1. o średnicy DN 2000 oraz od węzła 9 do węzła 1.1. o średnicy DN 3000 i nie wprowadzono ograniczeń maksymalnych prędkości przepływu ścieków w sieci kanalizacyjnej.

- **Wariant 2** – przewidziano realizację kanału retencyjnego w ulicy Murarskiej i Inżynierskiej: od węzła 5 do węzła 1.1. o średnicy DN 2000 oraz od węzła 9 do węzła 1.1. o średnicy DN 3000; dokonano ograniczenia maksymalnych prędkości przepływu ścieków w sieci kanalizacyjnej do wartości 3,0 m/s poprzez zastosowanie komór kaskadowych.
- **Wariant 3** – przewidziano realizację kanału retencyjnego w ulicy Murarskiej i Inżynierskiej jako przewodu okularowego: od węzła 5 do węzła 1.1. i o średnicy DN 2000 oraz od węzła 9 do węzła 1.1. o średnicy DN 3000; dokonano ograniczenia maksymalnych prędkości przepływu ścieków w sieci kanalizacyjnej do wartości 3,0 m/s poprzez zastosowanie komór kaskadowych.

6.2. Analiza warunków hydraulicznych w sieci kanalizacyjnej

W oparciu o opracowany model hydrodynamiczny zlewni i sieci kanalizacyjnej przeprowadzono szczegółową analizę warunków hydraulicznych w zakresie kształtowania się parametrów przepływu, prędkości i napełnień na poszczególnych odcinkach sieci dla całego zakresu czasów trwania deszczy. Określono deszcz krytyczny dla sieci kanalizacyjnej oraz dla obiektów retencyjnych. Deszcz krytyczny do projektowania poszczególnych odcinków sieci oscyluje wokół wartości 10 minut. Przy czym na odcinkach położonych niżej ulega on wydłużeniu o kilka minut. Z kolei deszczem krytycznym dla obiektów retencyjnych jest opad o czasie trwania około 30 minut.

6.2.1. Wariant 1

Na kolejnych rysunkach od 11 do 21 przedstawiono profile hydrauliczne sieci kanalizacyjnej w chwili osiągnięcia maksymalnych wartości napełnienia dla Wariantu 1 zaproponowanego rozwiązania projektowego.

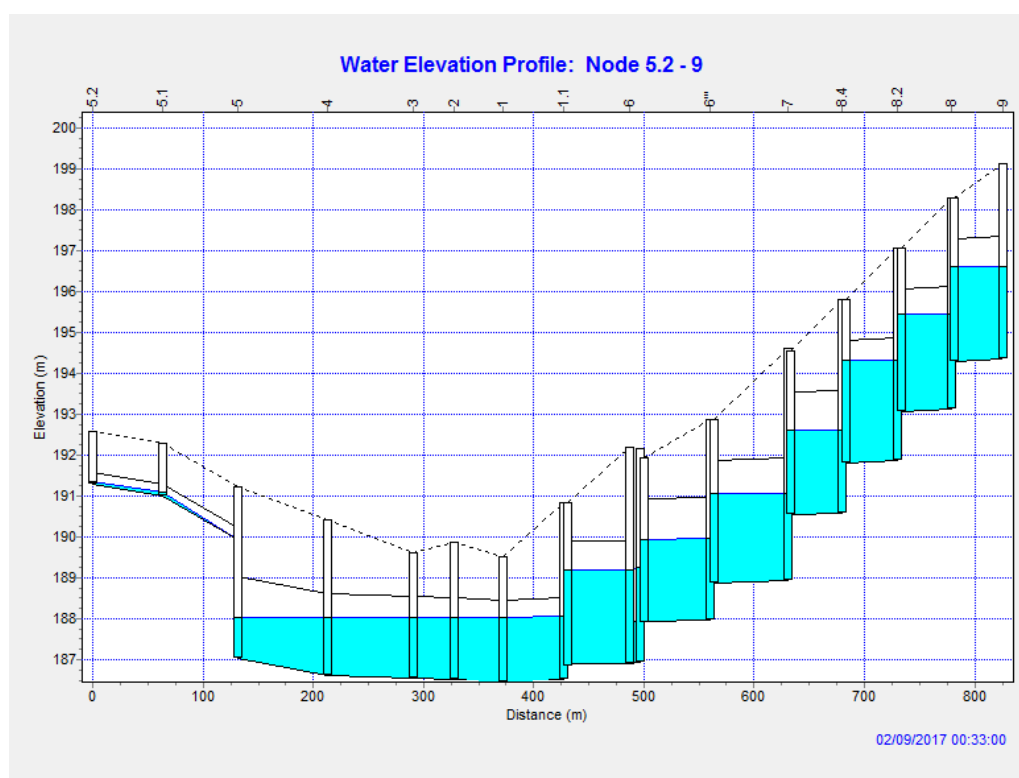
W wariantcie 1 sieć kanalizacyjna prowadzona jest z priorytetem uzyskania jak najmniejszych przykryć i zagłębień. Jednak, ze względu na występujące obszary zlewni o znacznym nachyleniu zgodnym z kierunkiem spływu ścieków, uzyskiwane

prędkości przepływu istotnie przekraczają prędkości powszechnie uważane za bezpieczne dla przewodów ze względu na możliwość ich intensywnego ścierania przez transportowane wraz ze ściekami kruszywo. Na rysunku 22 pokazano kształtowanie się średnich prędkości ścieków na wybranych odcinkach.

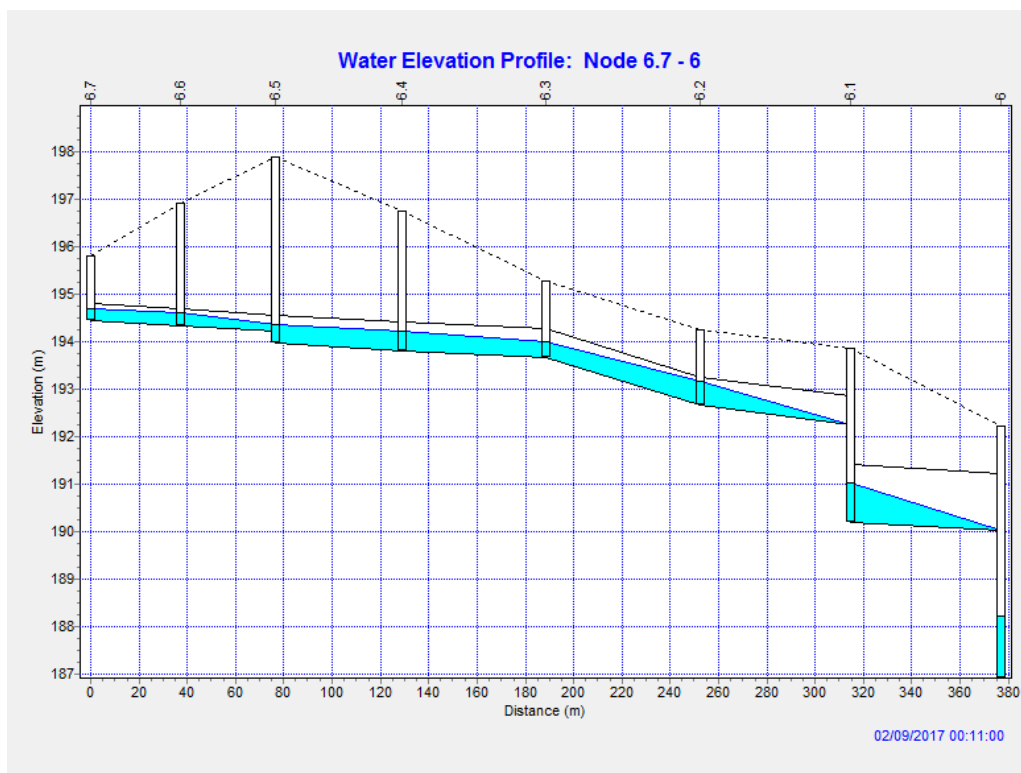
Równocześnie należy podkreślić, że wariant spełnia wymagania odnoszące się do wymaganej przepustowości hydraulicznej systemu kanalizacyjnego.

Biorąc jednak pod uwagę potrzebę zapewnienia długookresowego i jednocześnie bezawaryjnego działania projektowanego systemu kanalizacyjnego, nie rekomenduje się ze względu na ścieralność przewodów zastosowania Wariantu 1 rozwiązania sieci kanalizacyjnej.

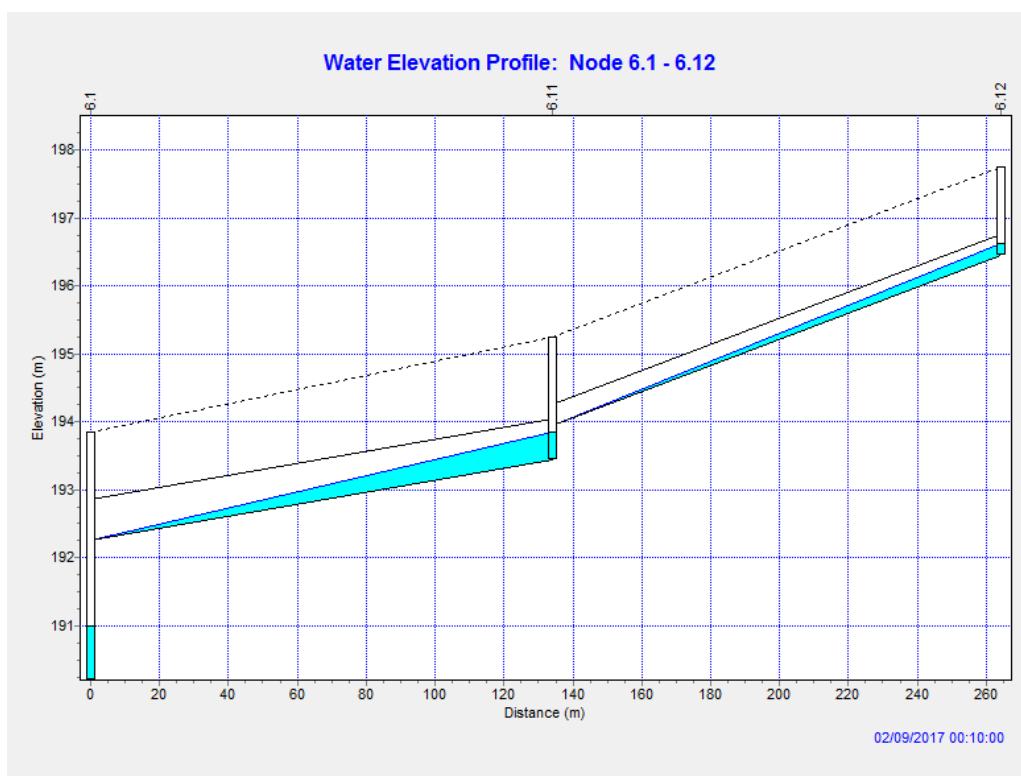
Profil sieci kanalizacyjnej w Wariantie 1 zawierają Załączniki nr 1 i 2 tego opracowania.



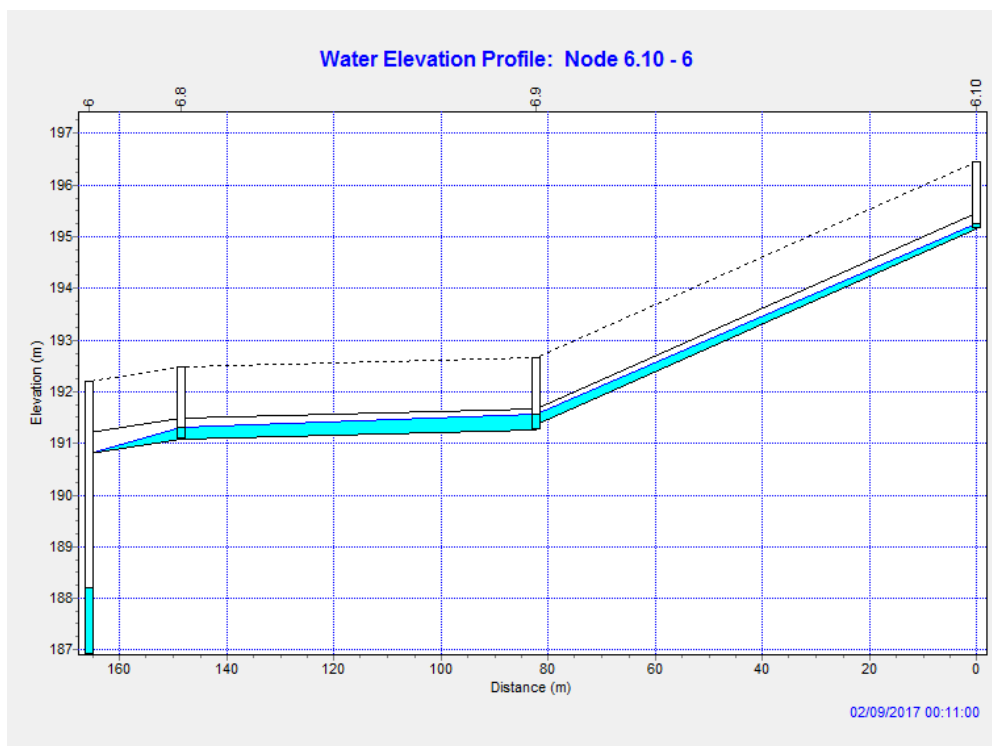
Rys. 11. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 5.2 – 9 w ulicy Murarskiej i Inżynierskiej obciążonego opadem o czasie trwania 30 minut i prawdopodobieństwie 20%



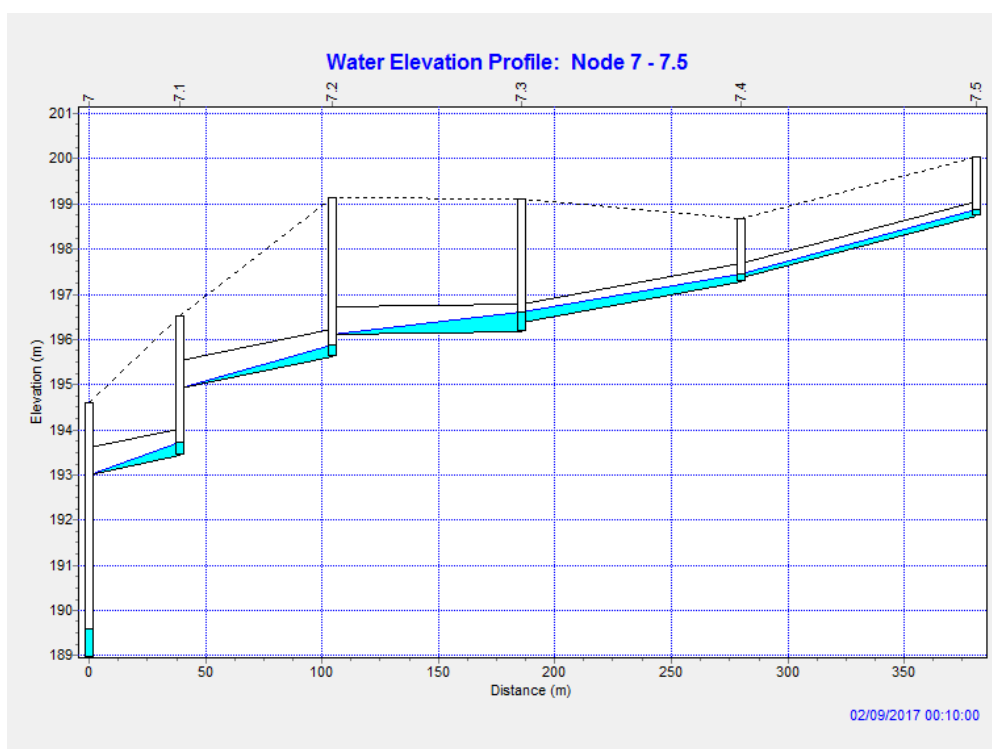
Rys. 12. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 6.7 – 6 w ulicy Inżynierskiej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



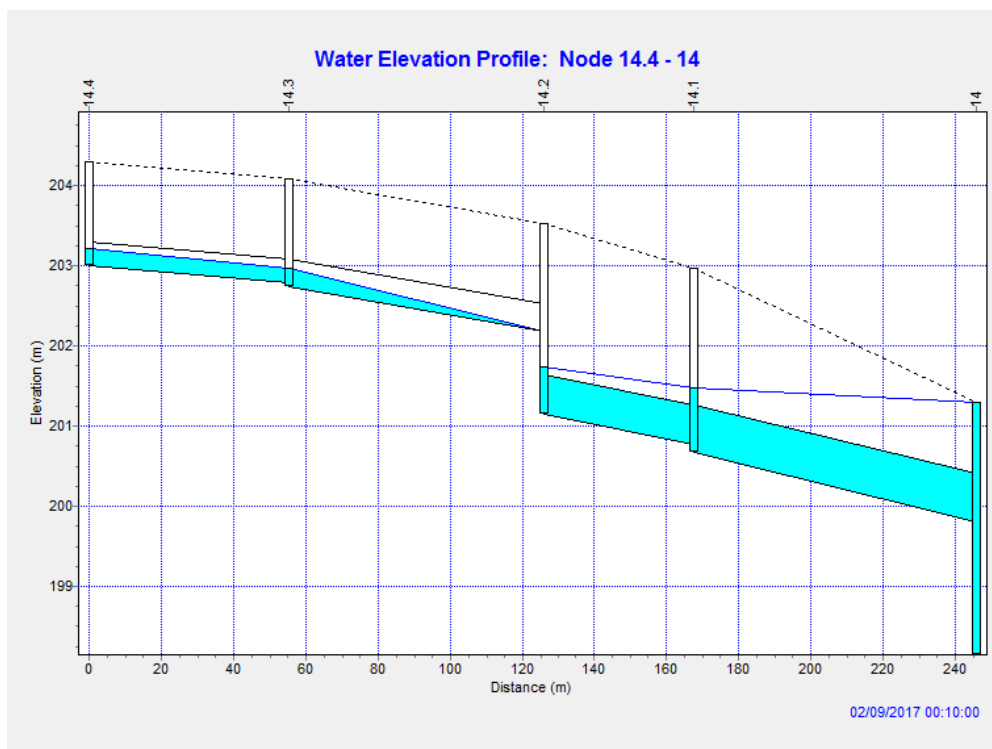
Rys. 13. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 6.12 – 6.1 w ulicy Inżynierskiej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



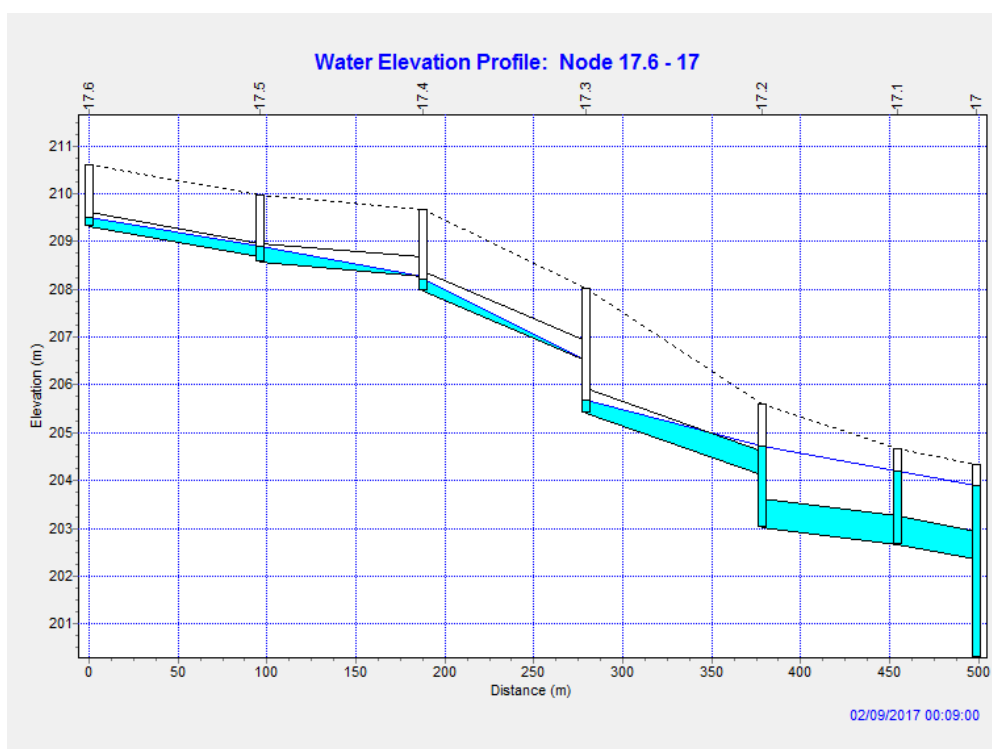
Rys. 14. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 6.10 – 6 w ulicy Urzędniczej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



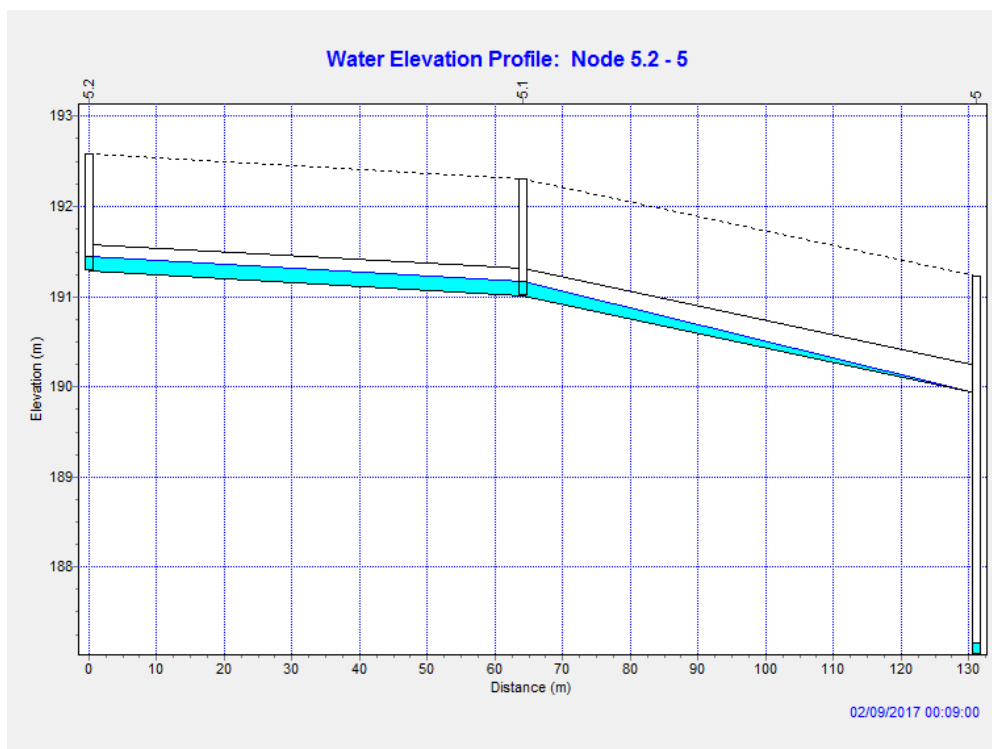
Rys. 15. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 7.5 – 7 w ulicy Robotniczej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



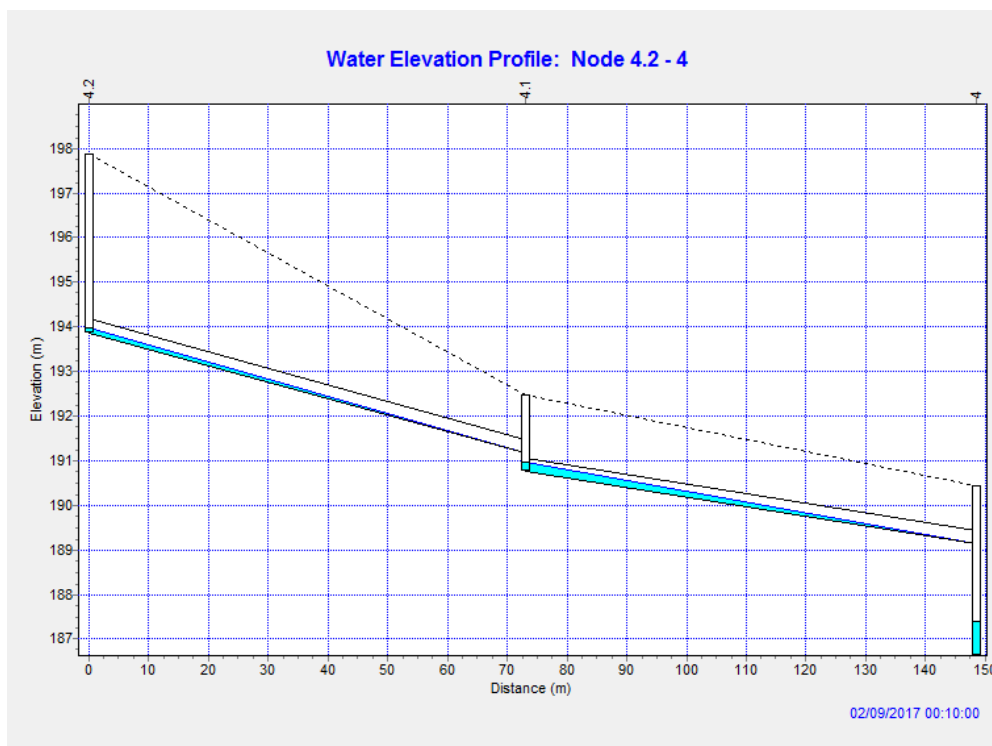
Rys. 16. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 14.4 – 14 w ulicy Inżynierskiej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



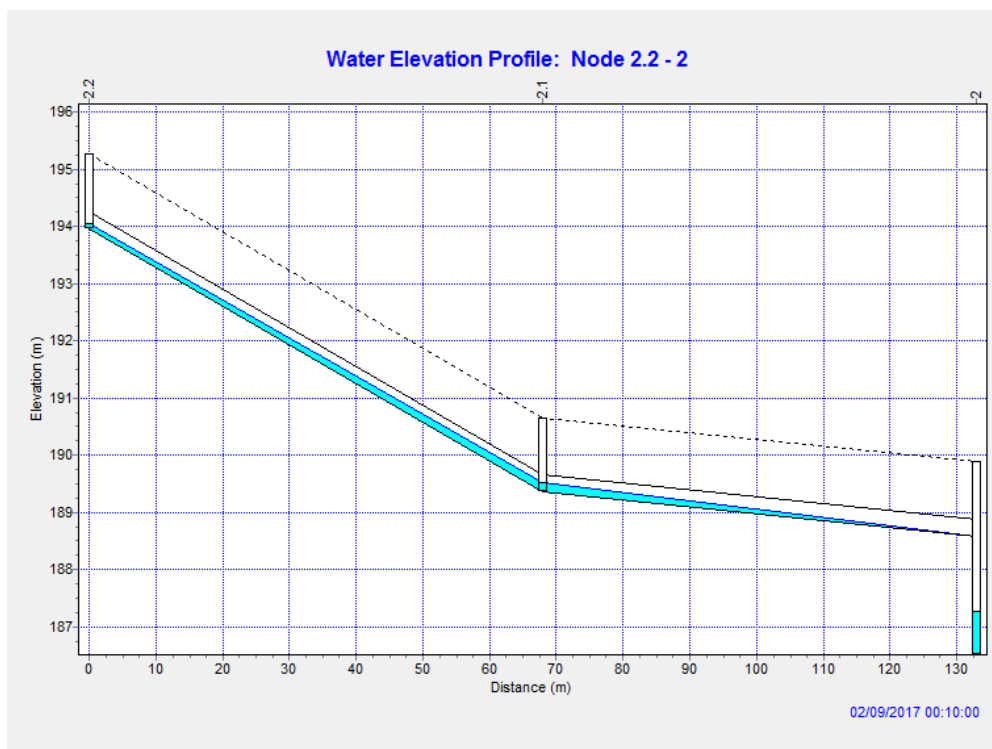
Rys. 17. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 17.6 – 17 w ulicy Przemysłowej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



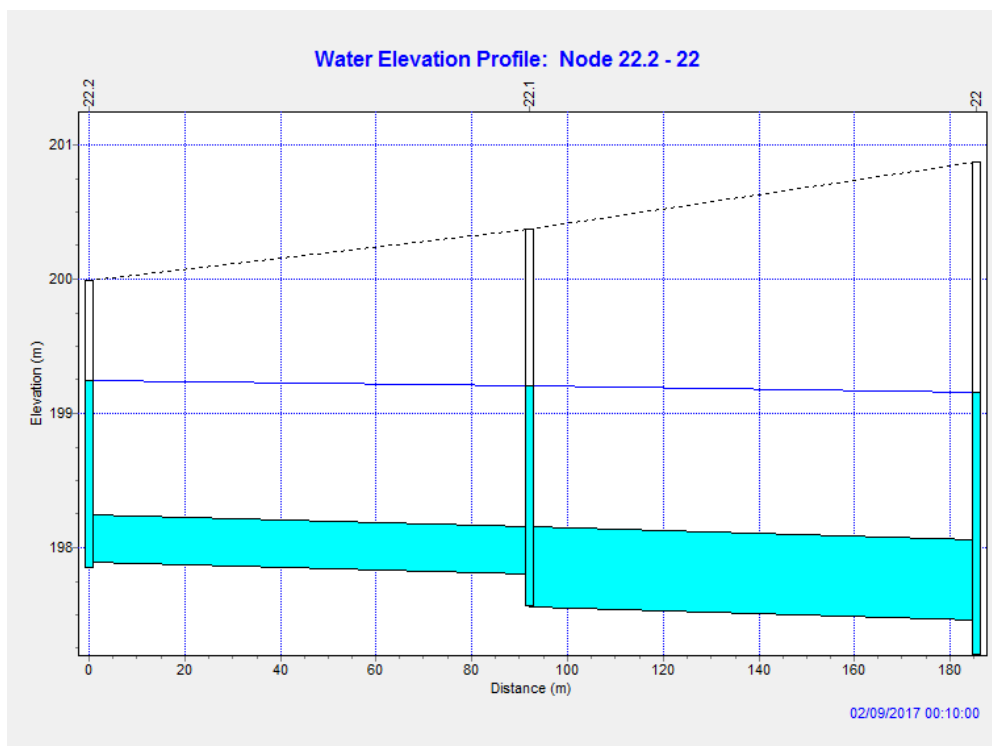
Rys. 18. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 5.2 – 5 w ulicy Zduńskiej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



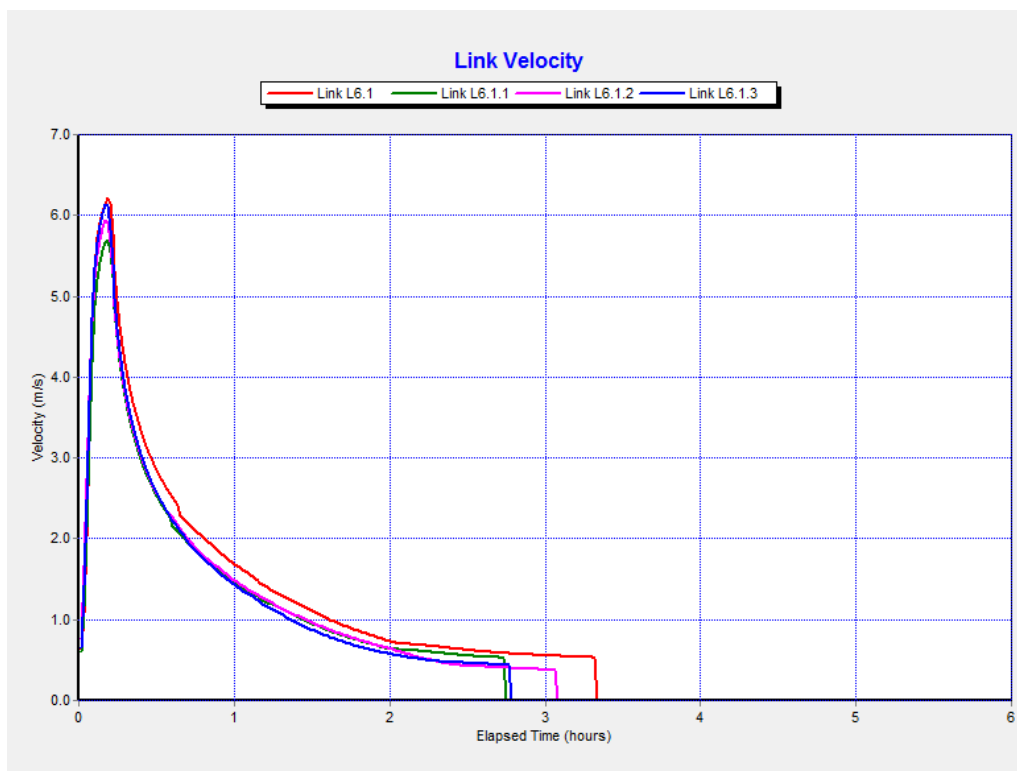
Rys. 19. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 4.2 – 4 w ulicy Krawieckiej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



Rys. 20. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 2.2 – 2 w ulicy Cukierniczej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



Rys. 21. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 22.2 – 22 w ulicy Ciesielskiej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



Rys. 22. Średnie prędkość przepływu ścieków dla wybranych odcinków sieci kanalizacyjnej obciążonej opadem deszczu o czasie trwania 30 minut i prawdopodobieństwie 20%

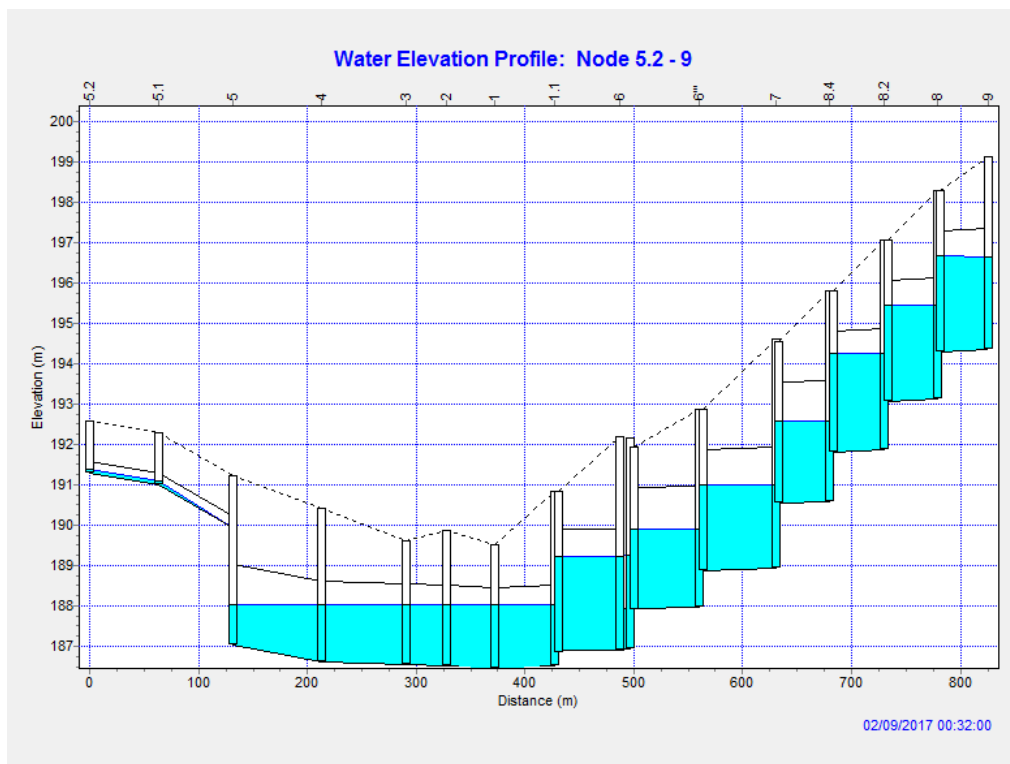
6.2.2. Wariant 2

Na rysunkach od 23 do 33 przedstawiono profile hydrauliczne sieci kanalizacyjnej w chwili osiągnięcia maksymalnych wartości napełnień dla Wariantu 2 zaproponowanego rozwiązania projektowego.

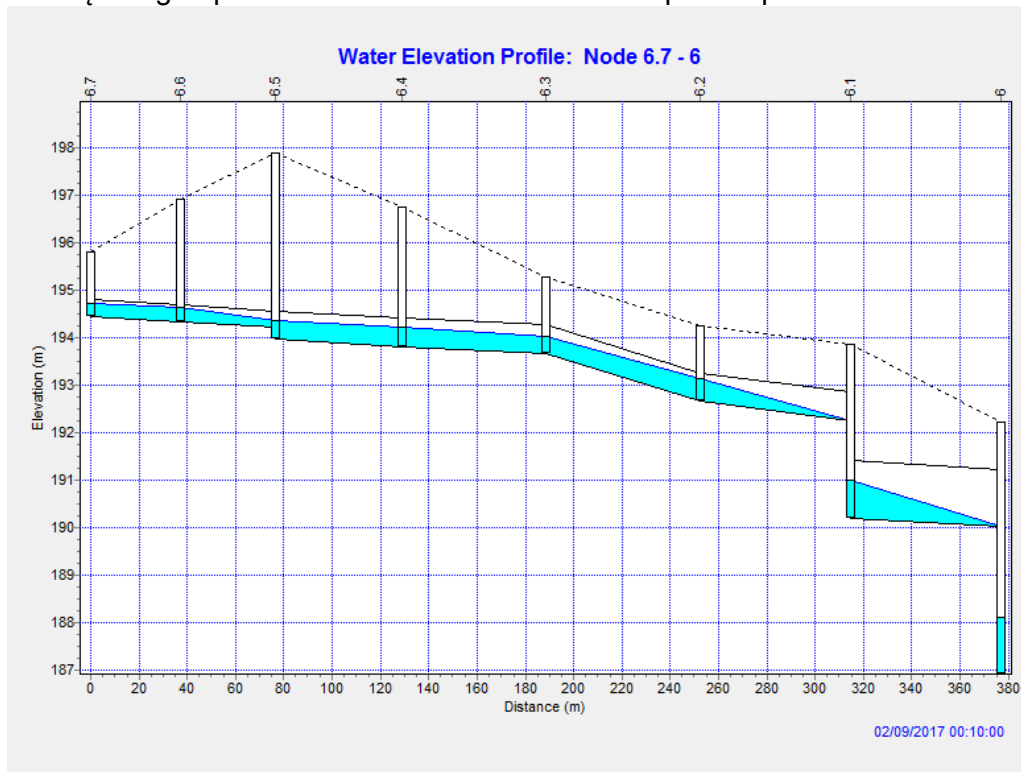
W wariantcie tym sieć kanalizacyjna prowadzona jest z priorytetem zachowania prędkości przepływu ścieków nieprzekraczających wartości 3,0 m/s oraz uzyskania jak najmniejszych przykryć i zagłębień. Ustalone w taki sposób kryteria wymuszają potrzebę zastosowania komór i studni kaskadowych w wybranych węzłach sieci w celu zmniejszenia spadków kanałów i prędkości oraz kompensacji wysokości jej położenia. W ten sposób na wszystkich odcinkach sieci kanalizacyjnej zachowano warunek, że prędkość przepływu ścieków nie przekracza 3,0 m/s. Na rysunku 34 pokazano kształtowanie się średnich prędkości ścieków na wybranych odcinkach, na których w Wariantcie 1. istotnie przekraczano zalecaną prędkość przepływu.

Wariant 2 spełnia wymagania odnoszące się do wymaganej przepustowości hydraulicznej systemu kanalizacyjnego.

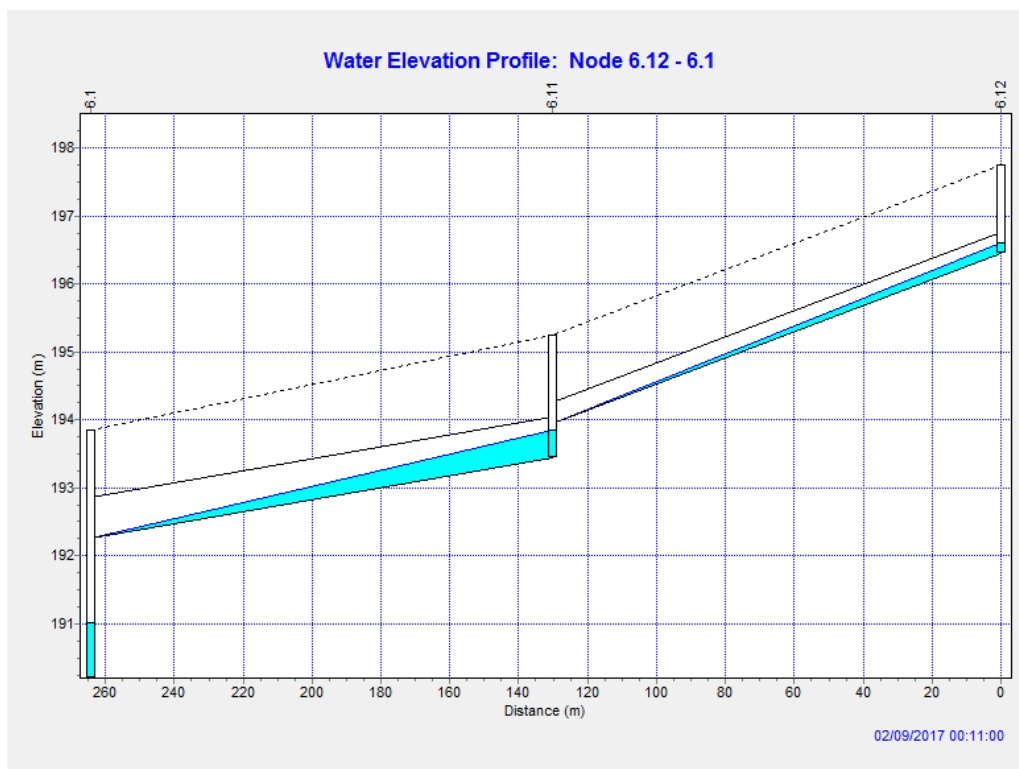
Profil sieci kanalizacyjnej w Wariantie 2. zawierają Załączniki nr 3 i 4 opracowania.



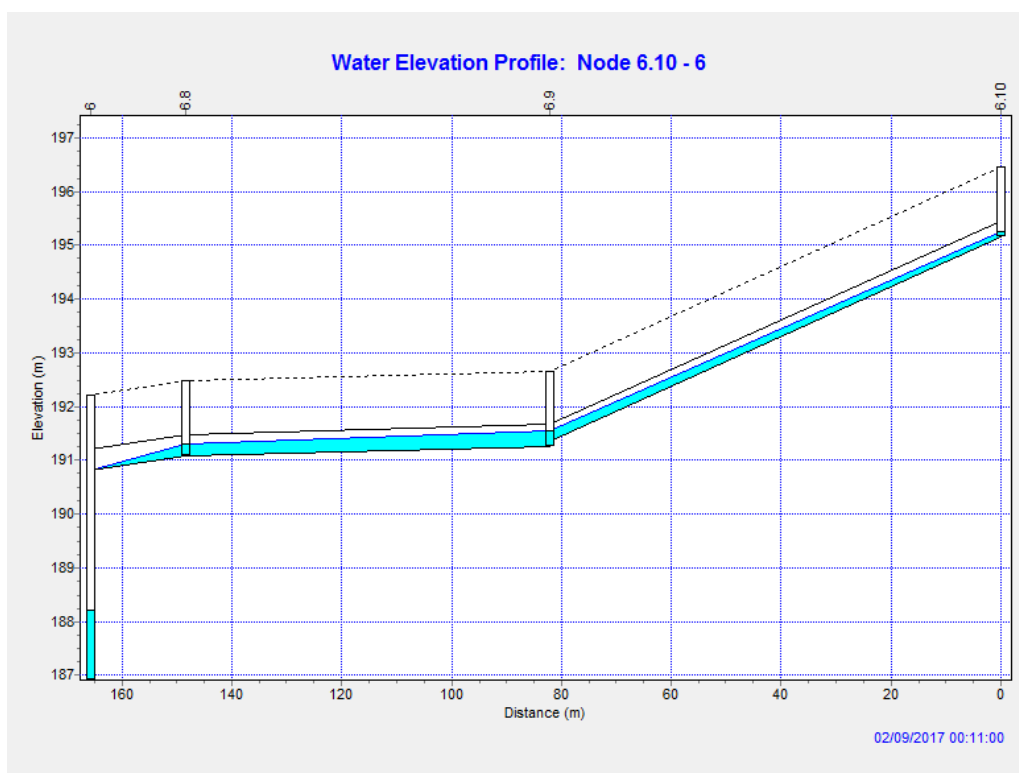
Rys. 23. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 5.2 – 9 w ulicy Murarskiej obciążonego opadem o czasie trwania 30 minut i prawdopodobieństwie 20%



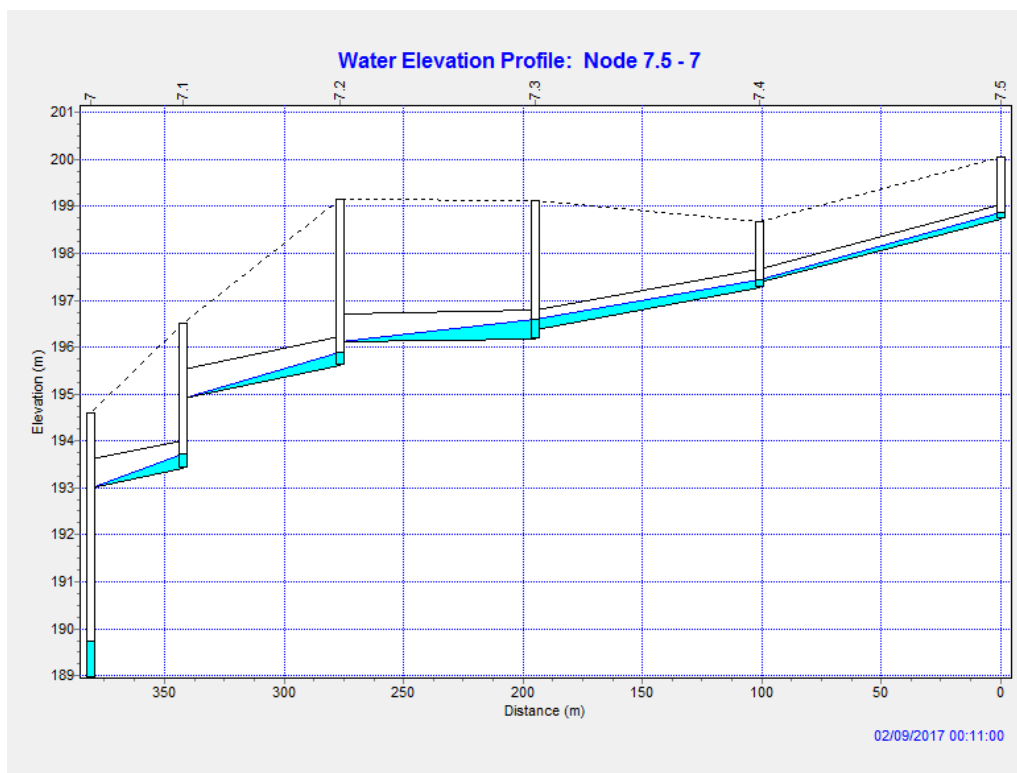
Rys. 24. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 6.7 – 6 w ulicy Inżynierskiej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



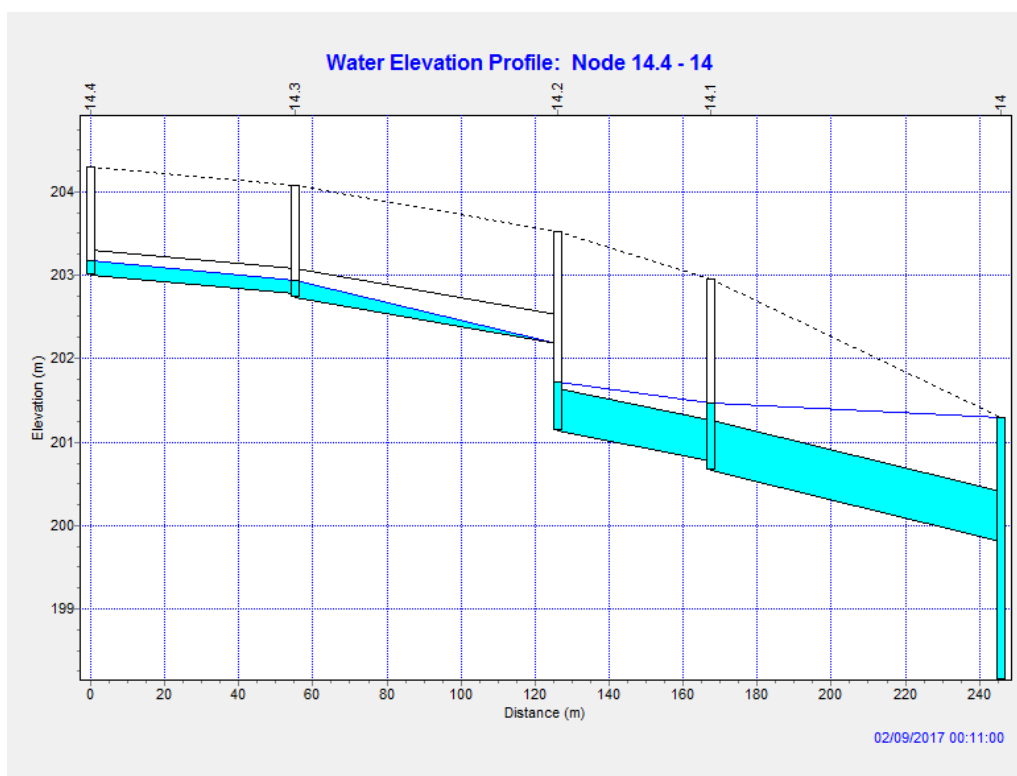
Rys. 25. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 6.12 – 6.1 w ulicy Inżynierskiej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



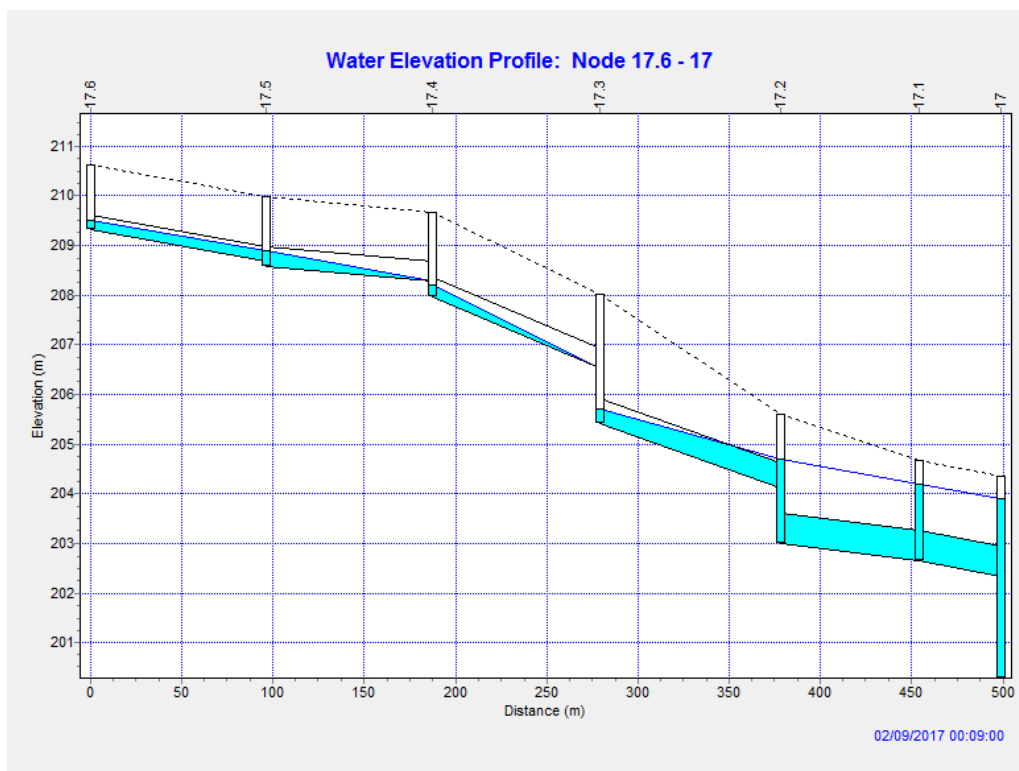
Rys. 26. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 6.10 – 6 w ulicy Urzędniczej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



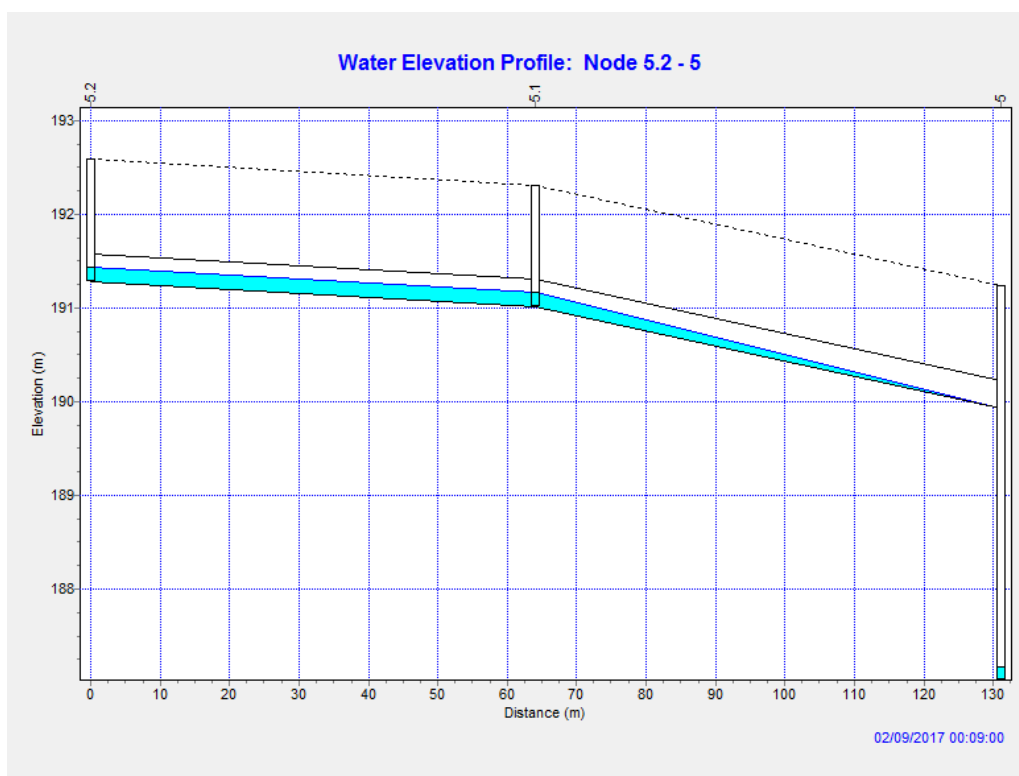
Rys. 27. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 7.5 – 7 w ulicy Robotniczej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



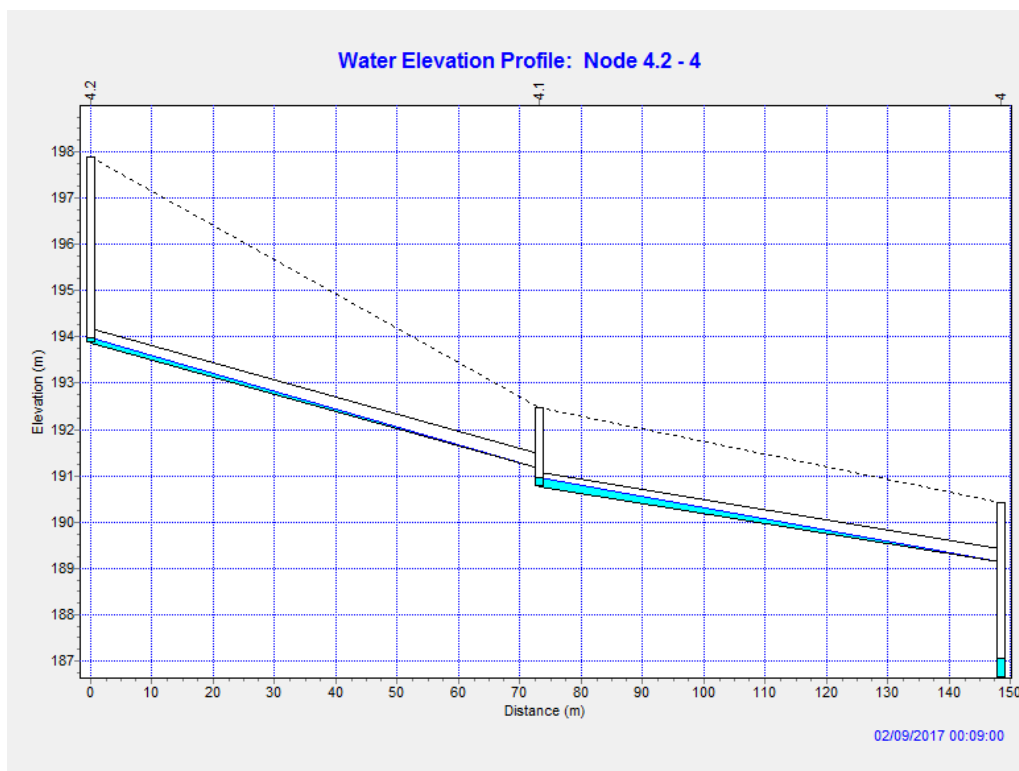
Rys. 28. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 14.4 – 14 w ulicy Inżynierskiej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



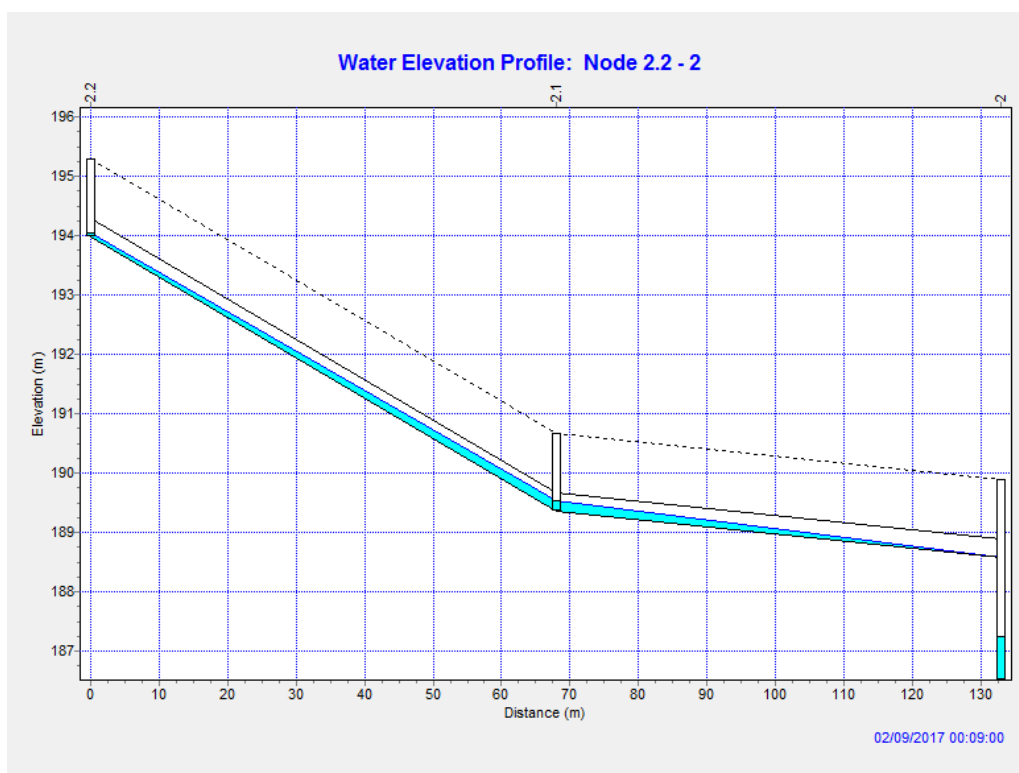
Rys. 29. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 17.6 – 17 w ulicy Przemysłowej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



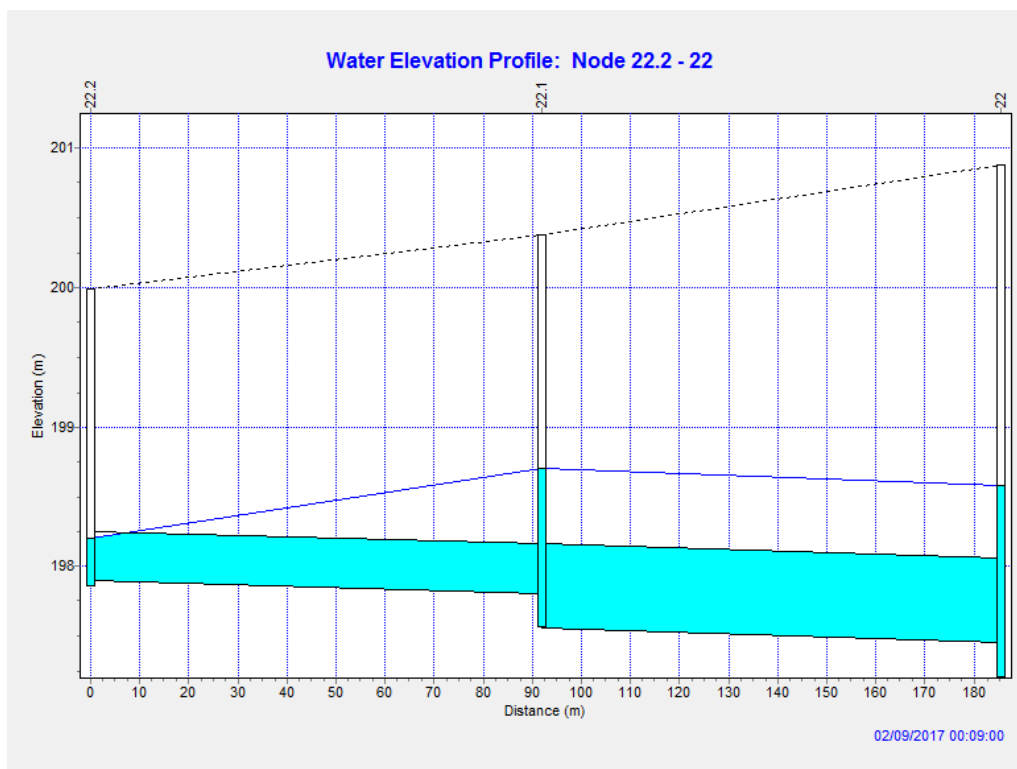
Rys. 30. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 5.2 – 5 w ulicy Zduńskiej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



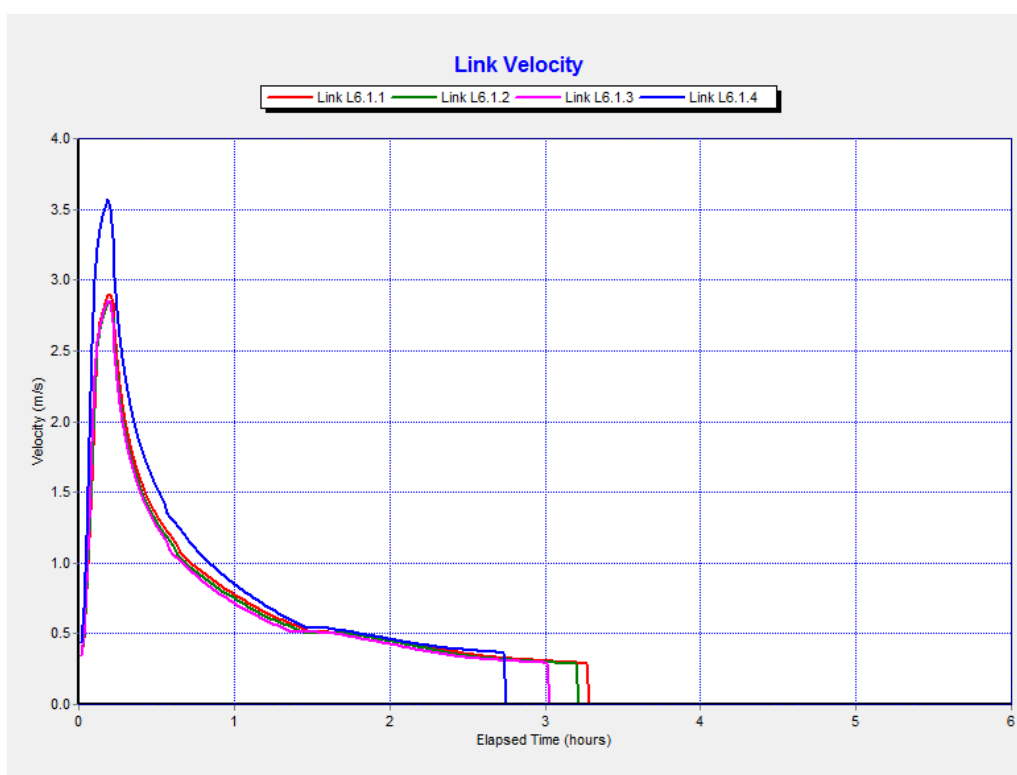
Rys. 31. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 4.2 – 4 w ulicy Krawieckiej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



Rys. 32. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 2.2 – 2 w ulicy Cukierniczej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



Rys. 33. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 22.2 – 22 w ulicy Ciesielskiej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



Rys. 34. Średnie prędkość przepływu ścieków dla wybranych odcinków sieci kanalizacyjnej obciążonej opadem deszczu o czasie trwania 30 minut i prawdopodobieństwie 20%

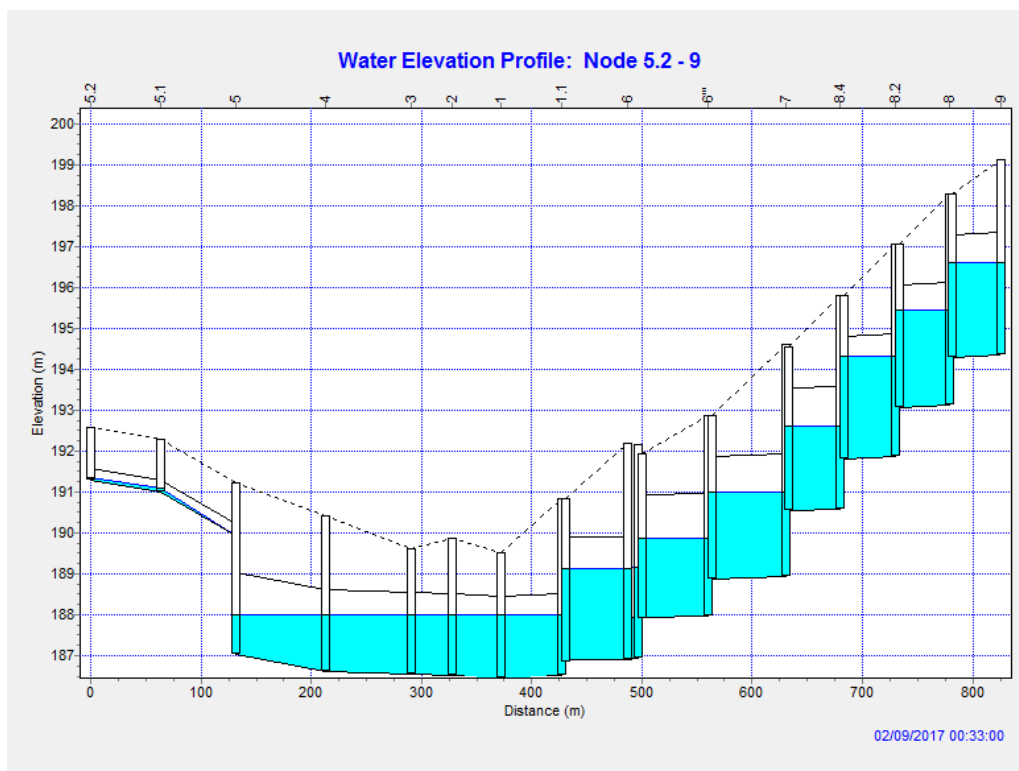
6.2.3. Wariant 3

Na rysunkach od 35 do 45 przedstawiono profile hydrauliczne sieci kanalizacyjnej w chwili osiągnięcia maksymalnych wartości napełnienia dla Wariantu 3. zaproponowanego rozwiązania projektowego.

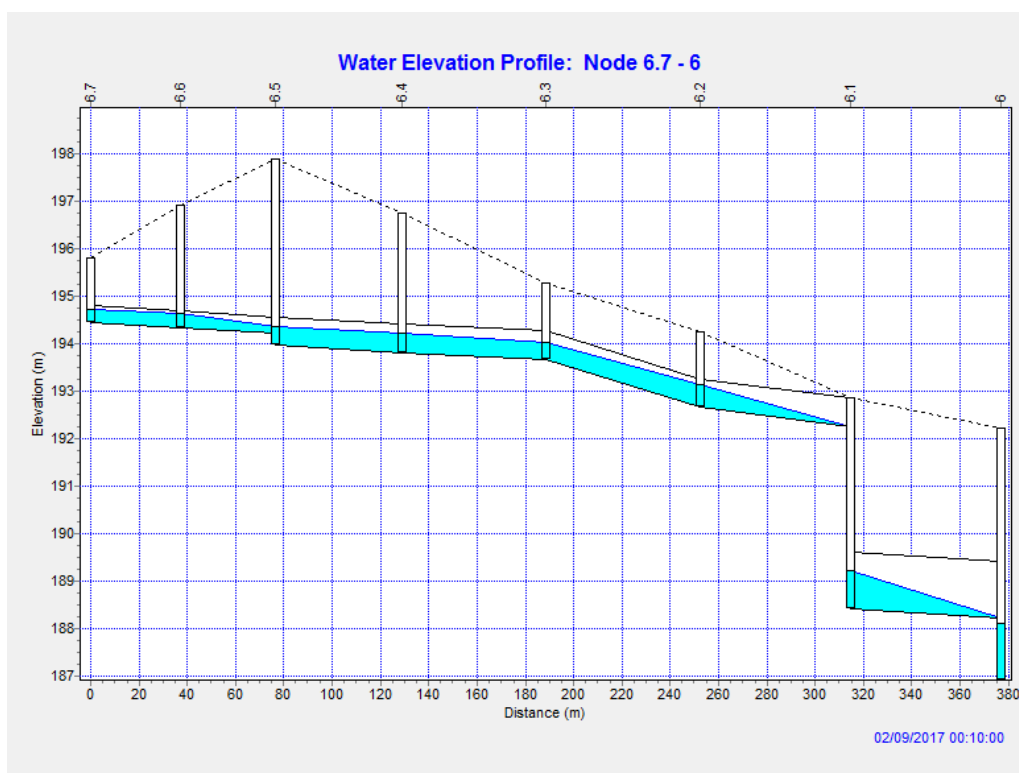
W wariacie tym sieć kanalizacyjna prowadzona jest z priorytetem zachowania prędkości przepływu ścieków nieprzekraczających wartości 3,0 m/s, uzyskania jak najmniejszych przykryć i zagłębień oraz maksymalnego ograniczenia odpływu ścieków ze zlewni do odbiornika. Ustalone w taki sposób kryteria wymuszają potrzebę zastosowania komór i studni kaskadowych w wybranych węzłach sieci w celu zmniejszenia spadków kanałów i prędkości oraz dodatkowej w stosunku do Wariantu 2. pojemności retencyjnej uzyskanej poprzez zastosowanie przekroju okularowego w ciągu kolektora 5 - 4 - 3 – 2 -1.

Taka konfiguracja sieci umożliwia zachowanie warunku dotyczącego prędkości dopuszczalnej przy zachowaniu maksymalnego stopnia redukcji odpływu ścieków ze zlewni. Na rysunku 46 pokazano kształtowanie się średnich prędkości ścieków na wybranych odcinkach, na których w Wariacie 1. istotnie przekraczano zalecaną prędkość przepływu ścieków.

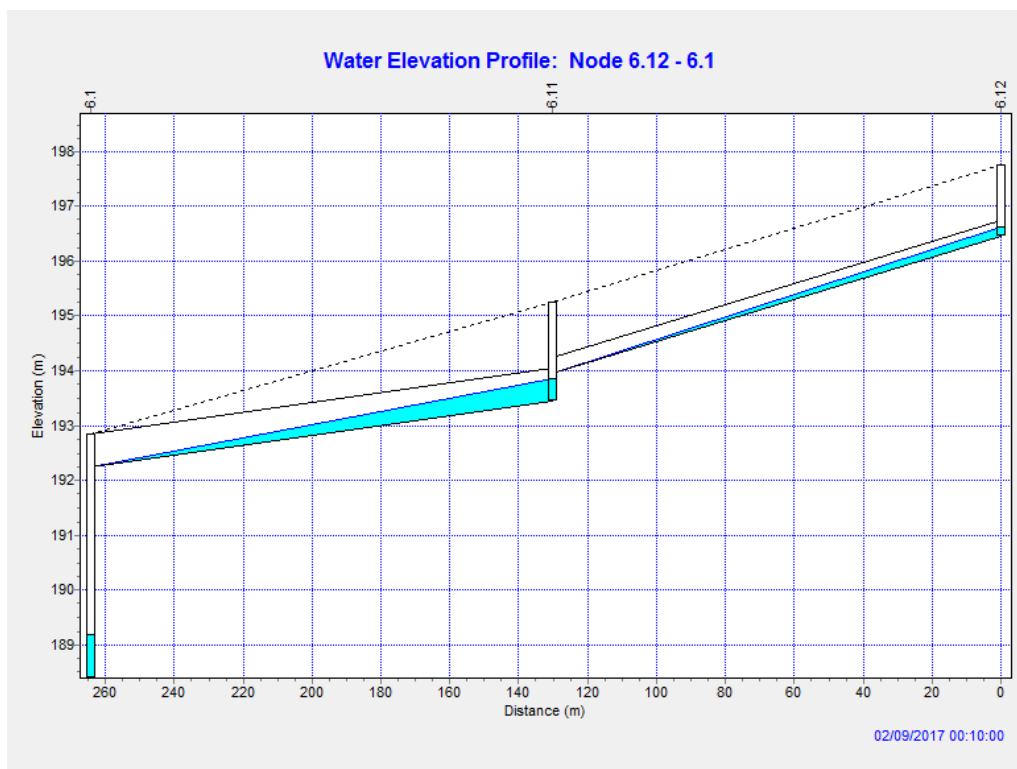
Profil sieci kanalizacyjnej w Wariacie 3. zawierają Załączniki nr 5 i 6 tego opracowania.



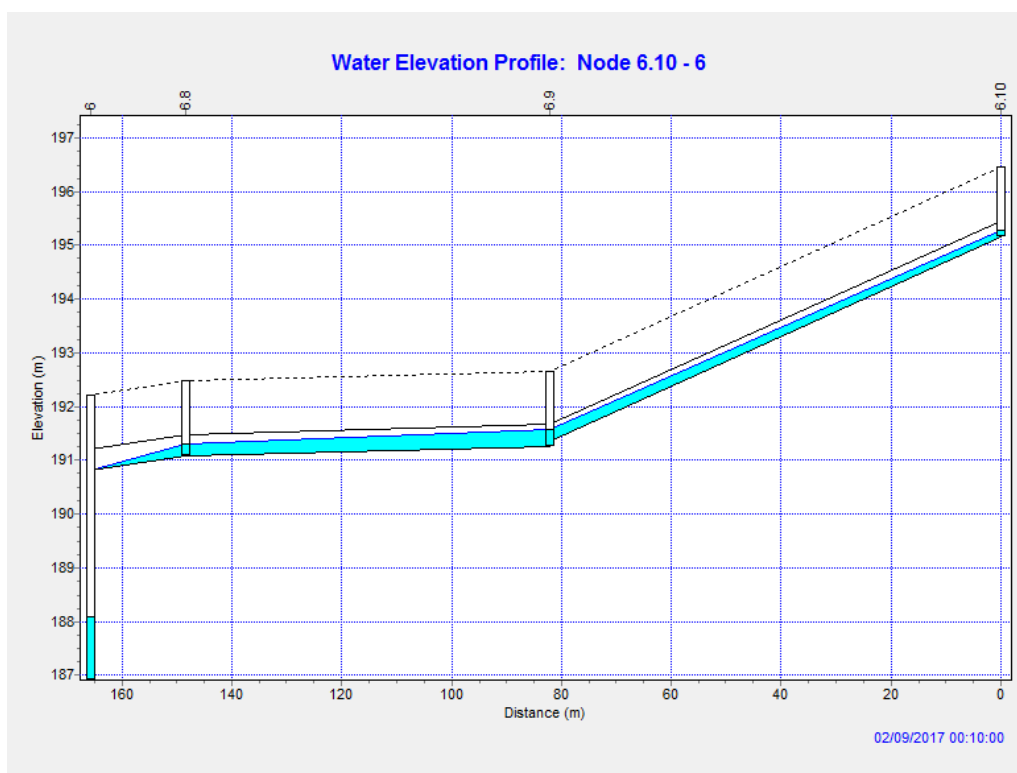
Rys. 35. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 5.2 – 9 w ulicy Murarskiej obciążonego opadem o czasie trwania 30 minut i prawdopodobieństwie 20%



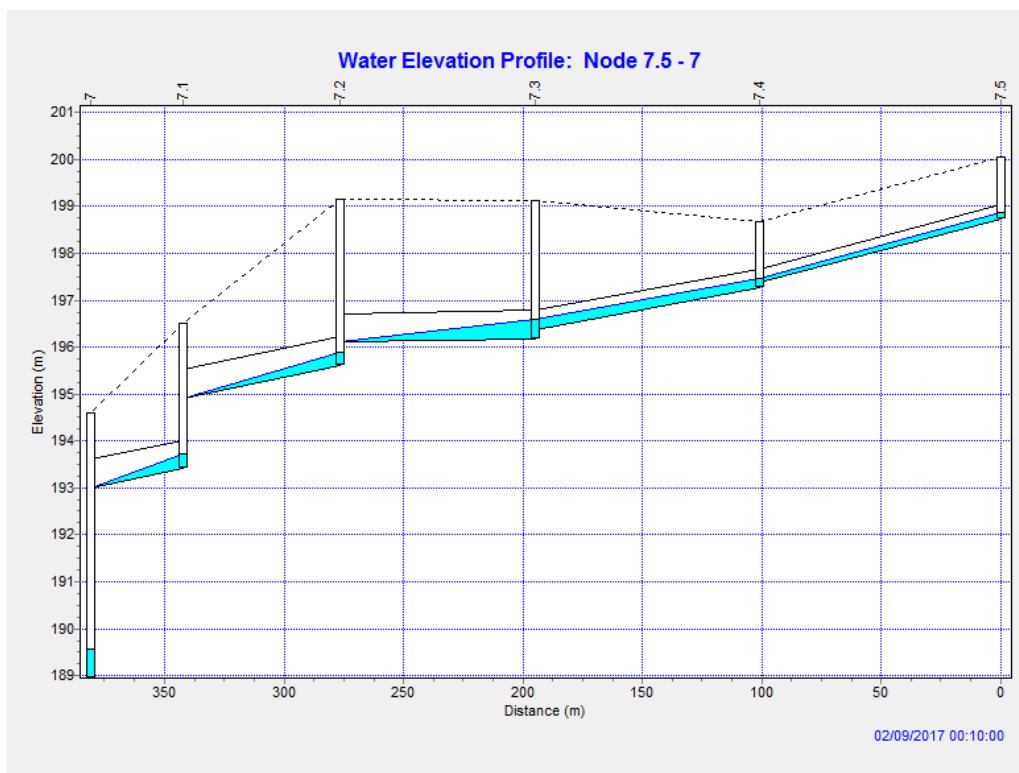
Rys. 36. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 6.7 – 6 w ulicy Inżynierskiej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



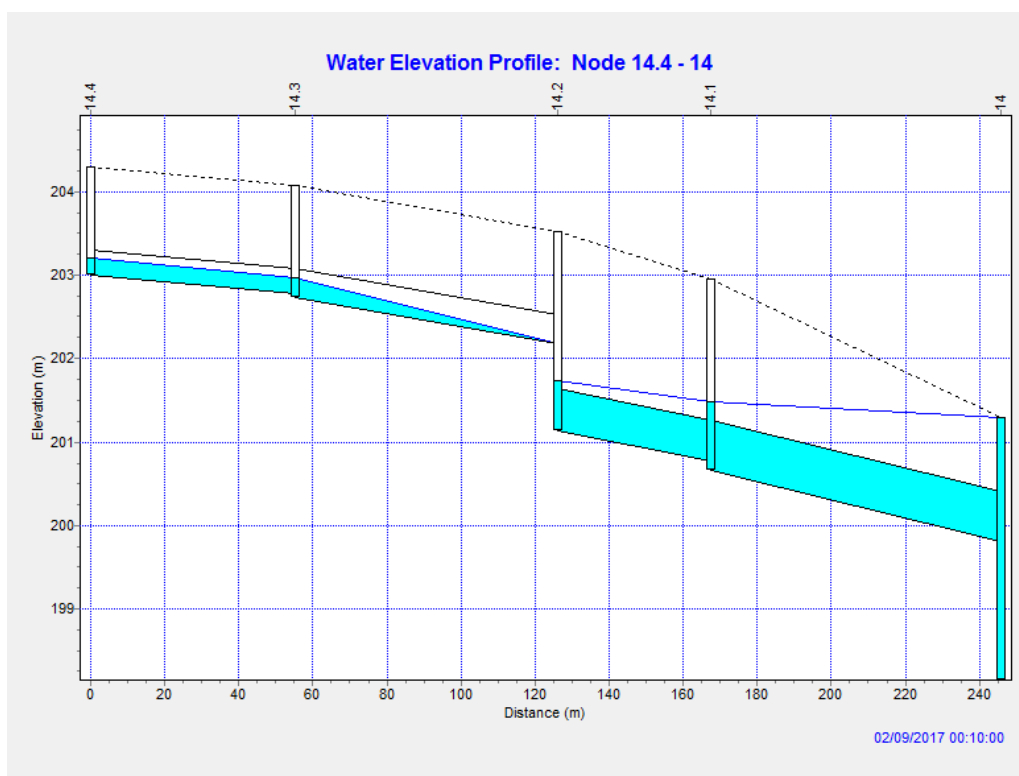
Rys. 37. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 6.12 – 6.1 w ulicy Inżynierskiej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



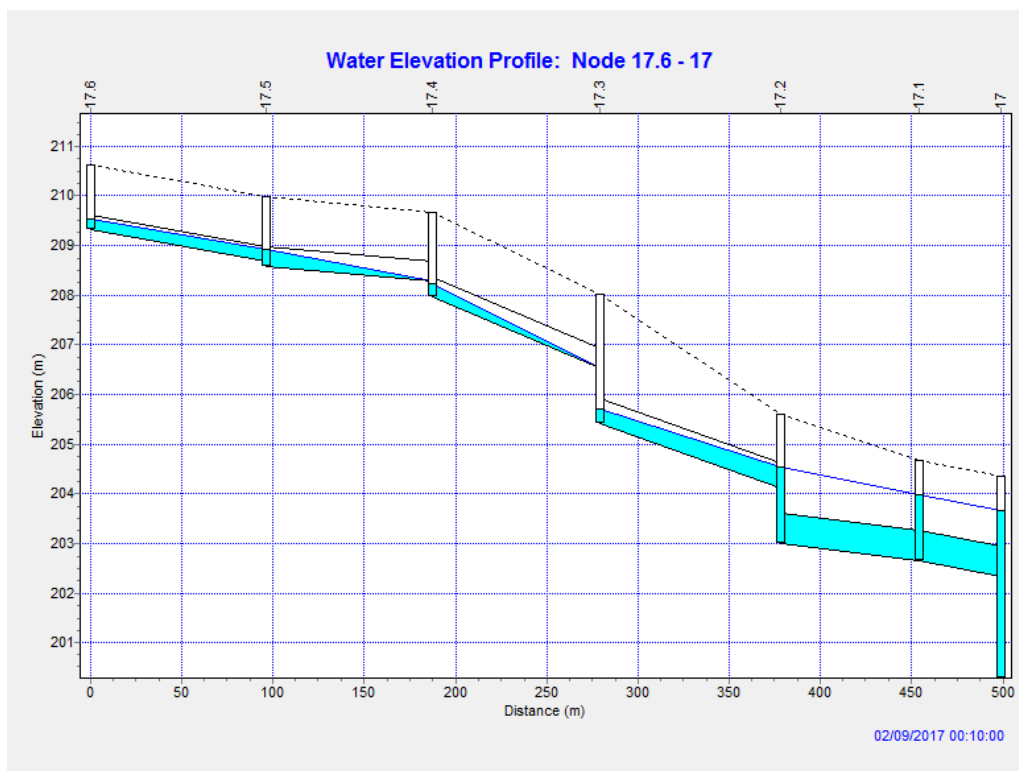
Rys. 38. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 6.10 – 6 w ulicy Urzędniczej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



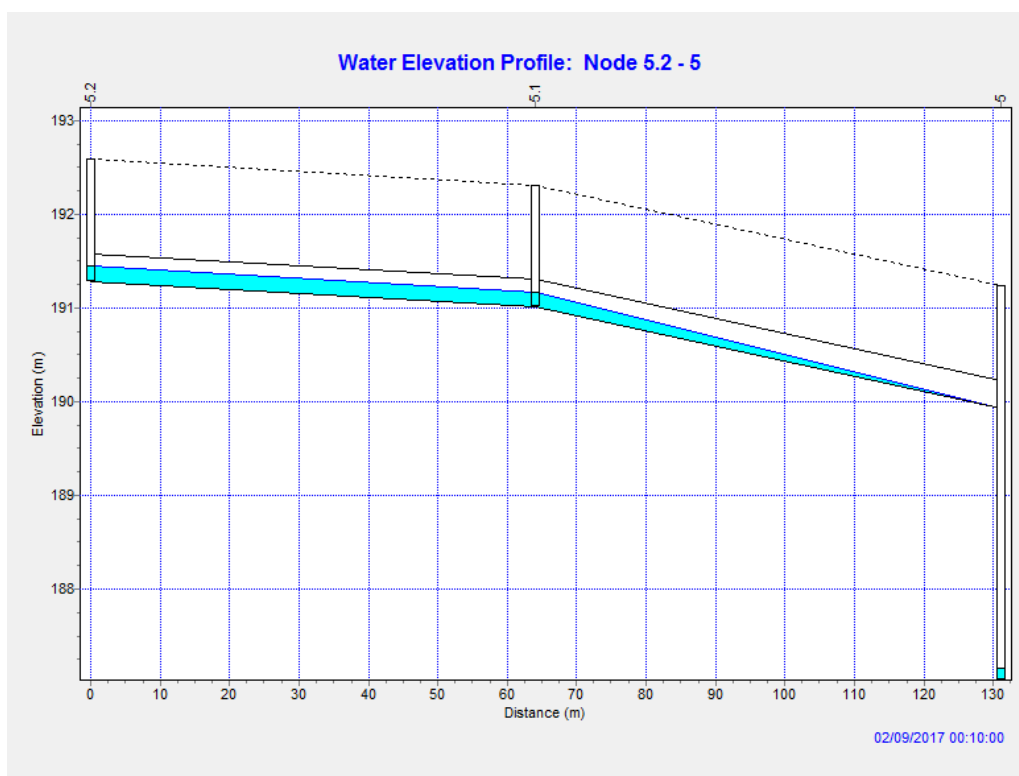
Rys. 39. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 7.5 – 7 w ulicy Robotniczej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



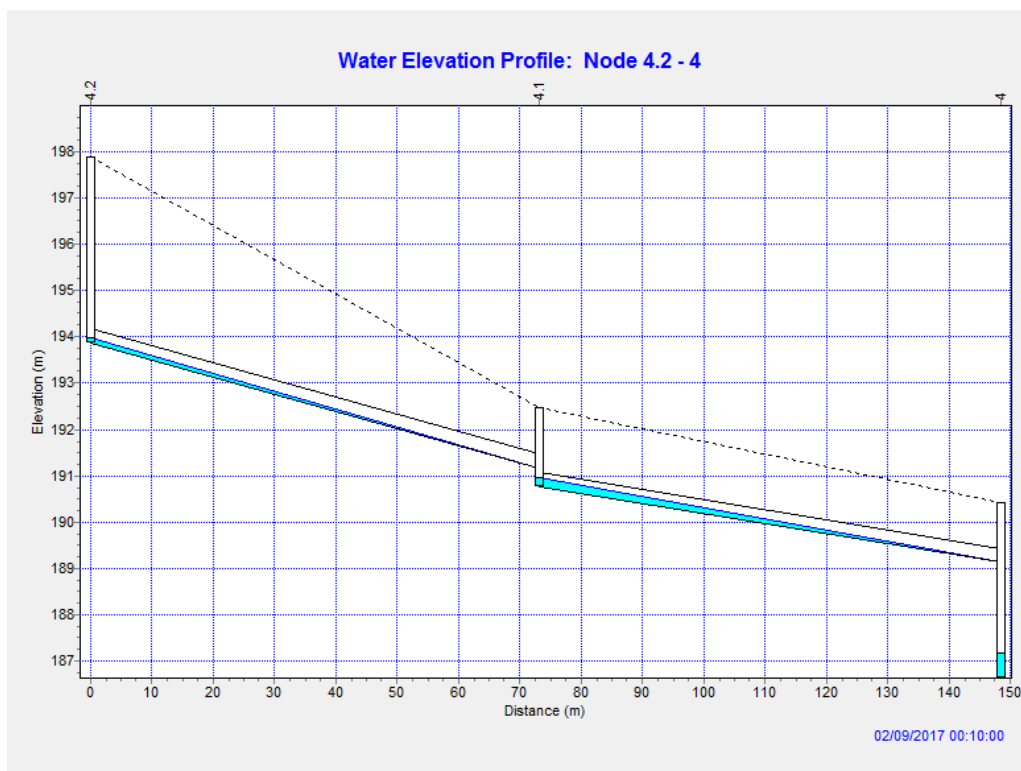
Rys. 40. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 14.4 – 14 w ulicy Inżynierskiej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



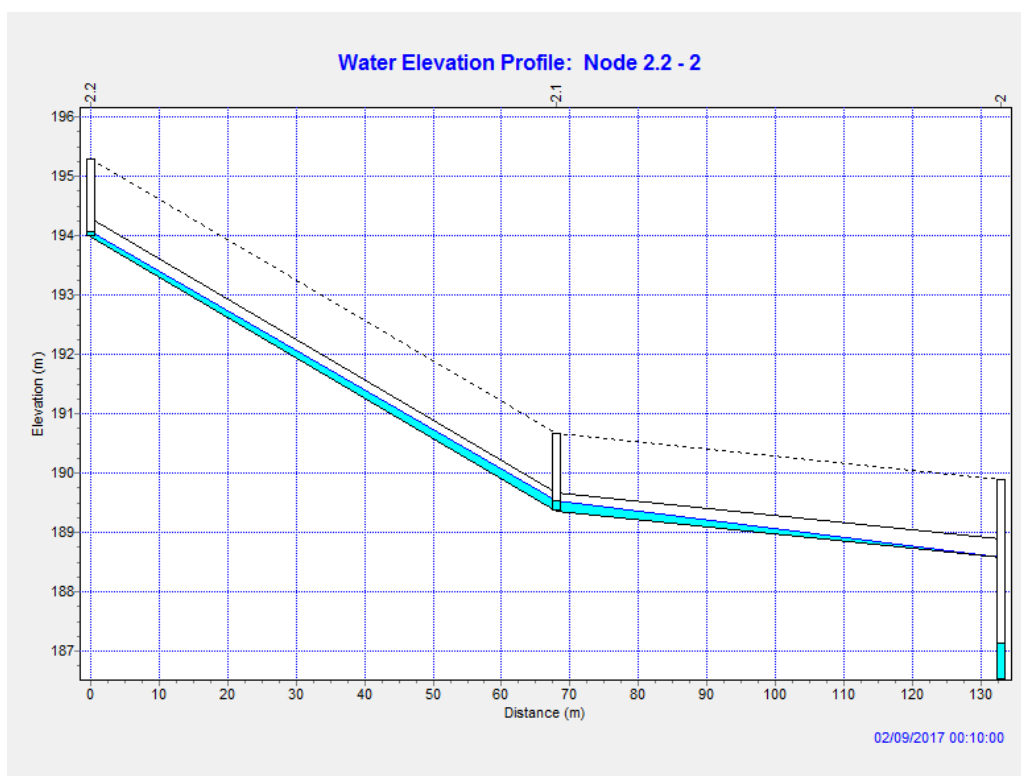
Rys. 41. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 17.6 – 17 w ulicy Przemysłowej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



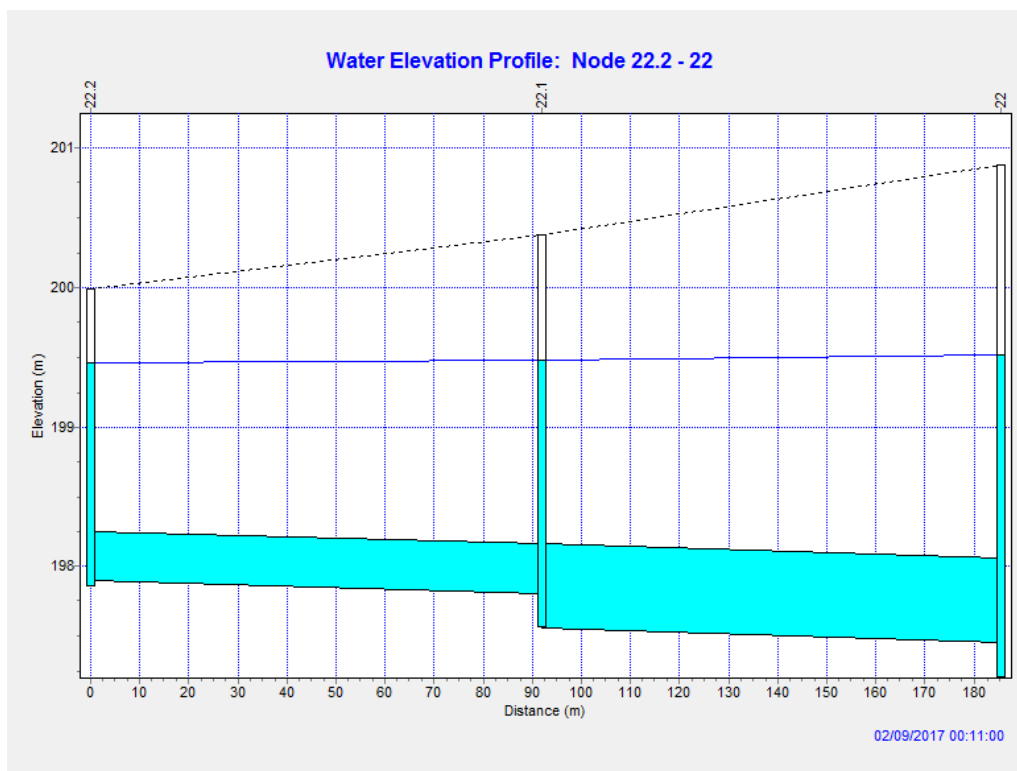
Rys. 42. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 5.2 – 5 w ulicy Zduńskiej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



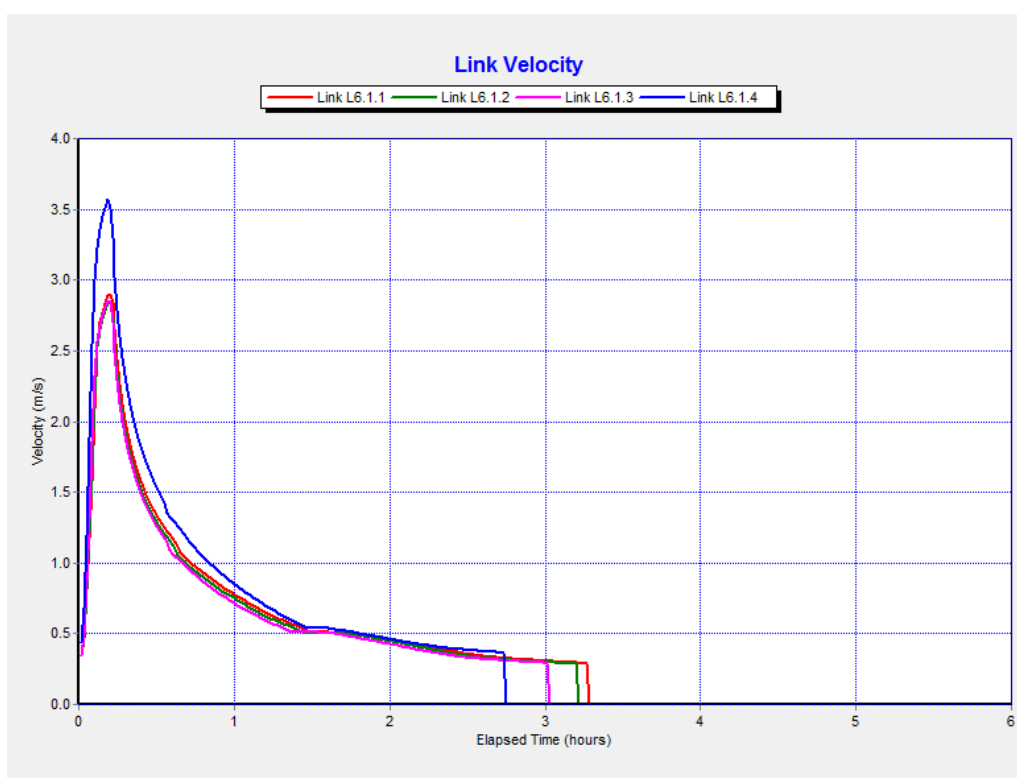
Rys. 43. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 4.2 – 4 w ulicy Krawieckiej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



Rys. 44. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 2.2 – 2 w ulicy Cukierniczej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%



Rys. 45. Profil kolektora kanalizacyjnego pomiędzy węzłami 22.2 – 22 w ulicy Ciesielskiej obciążonego opadem o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%

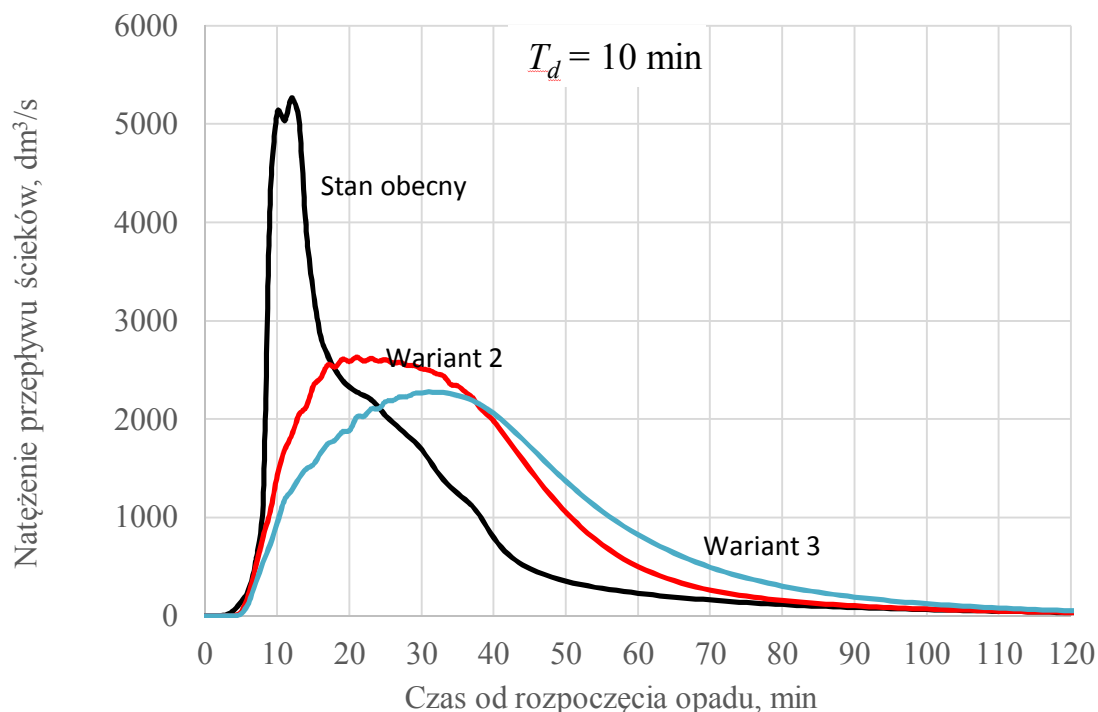


Rys. 46. Średnie prędkość przepływu ścieków dla wybranych odcinków sieci kanalizacyjnej obciążonej opadem deszczu o czasie trwania 10 minut i prawdopodobieństwie 20%

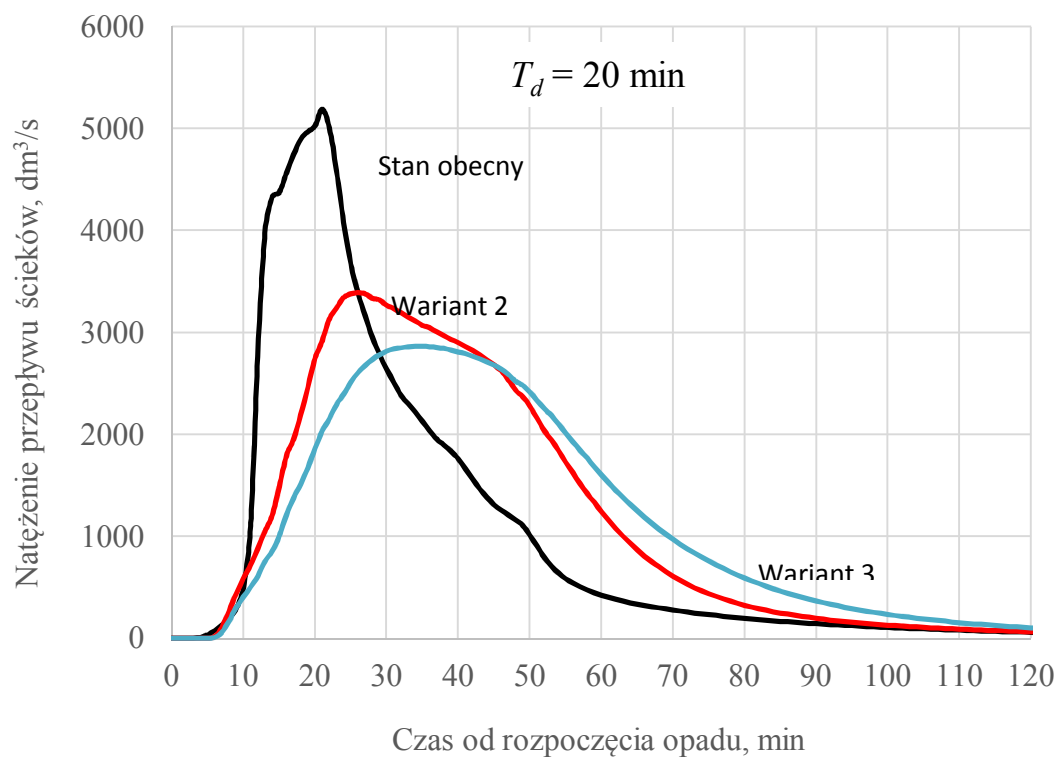
7. Hydrogramy odpływu ścieków ze zlewni

W oparciu o sporządzony model hydrodynamiczny zlewni Rudunki Wschód i Rudunki Zachód dokonano analizy hydrogramów odpływu ścieków ze zlewni w przekroju wylotu kanalizacyjnego do rowu będącego odbiornikiem ścieków dla deszczy o różnym czasie trwania. Na rysunkach 46, 47 i 48 przedstawiono hydrogramy odpływu ścieków dla deszczy o czasach trwania 10, 20 i 30 minut dla stanu obecnego, Wariantu 2. i Wariantu 3. analizowanych rozwiązań projektowych.

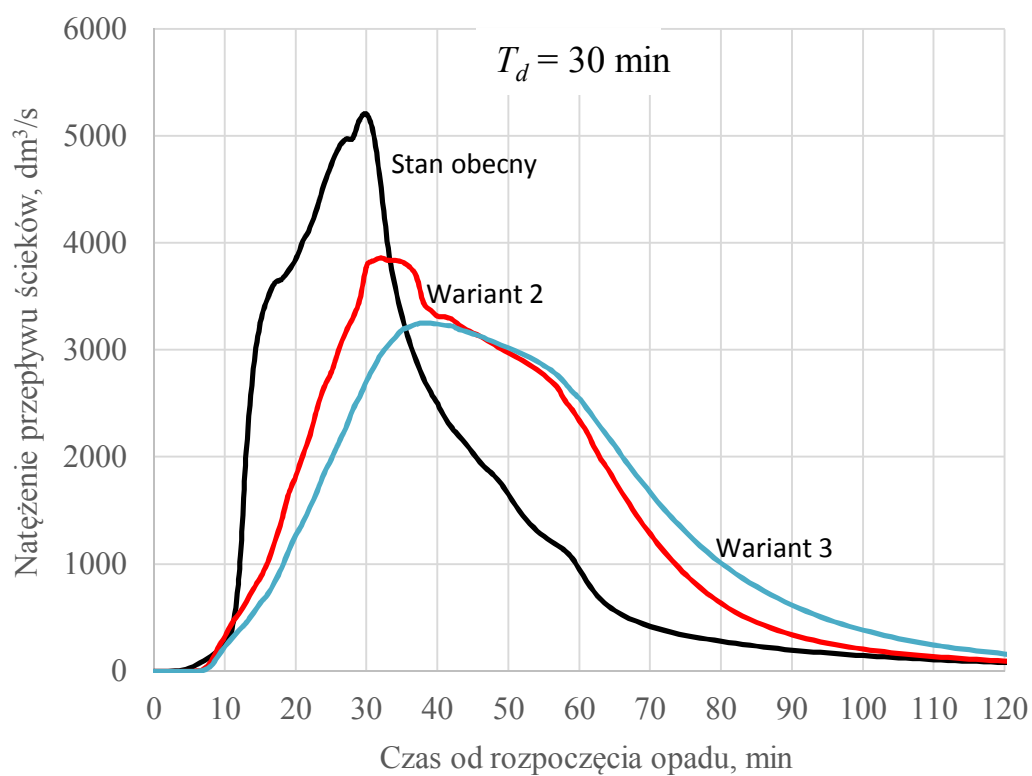
Największy stopień redukcji przepływu β oraz jego stabilizacji w przekroju zrzutowym uzyskano dla deszczy nawalnych o krótkim okresie trwania oraz dla Wariantu 3. Z tego względu wariant ten jest rekomendowany do zastosowania. Znacząca redukcja przepływu maksymalnego wynosząca około 50 % dla deszczy nawalnych korzystanie wpłynie na sposób funkcjonowania odbiornika ścieków, ograniczając zakres zmian stanów wody, wydłużając zrzuty opadowe, a także będzie miało znaczący wpływ na stabilność, trwałość samych budowli i ochronę przed erozją brzegów i dna cieku.



Rys. 46. Hydrogram odpływu ścieków w przekroju zrzutowym dla czasu trwania deszczu 10 minut i prawdopodobieństwie 20%

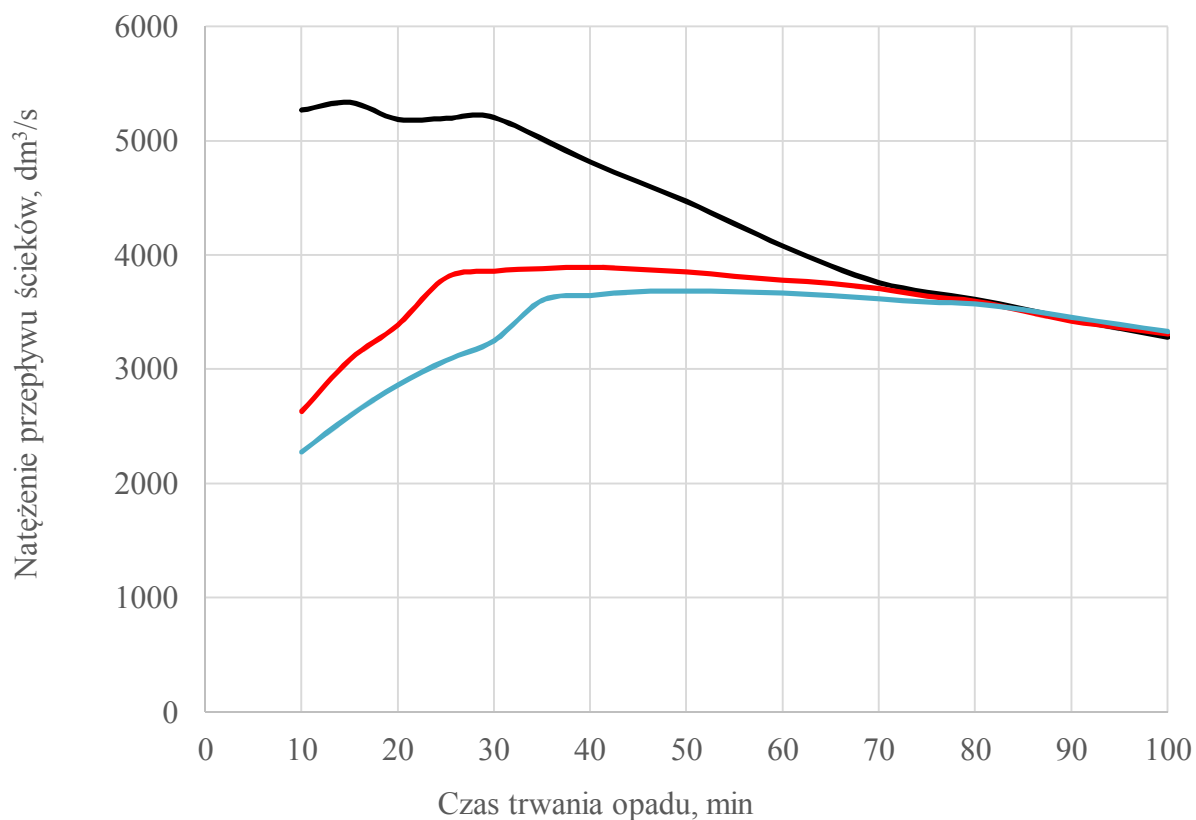


Rys. 47. Hydrogram odpływu ścieków w przekroju zrzutowym dla czasu trwania deszczu 20 minut i prawdopodobieństwie 20%



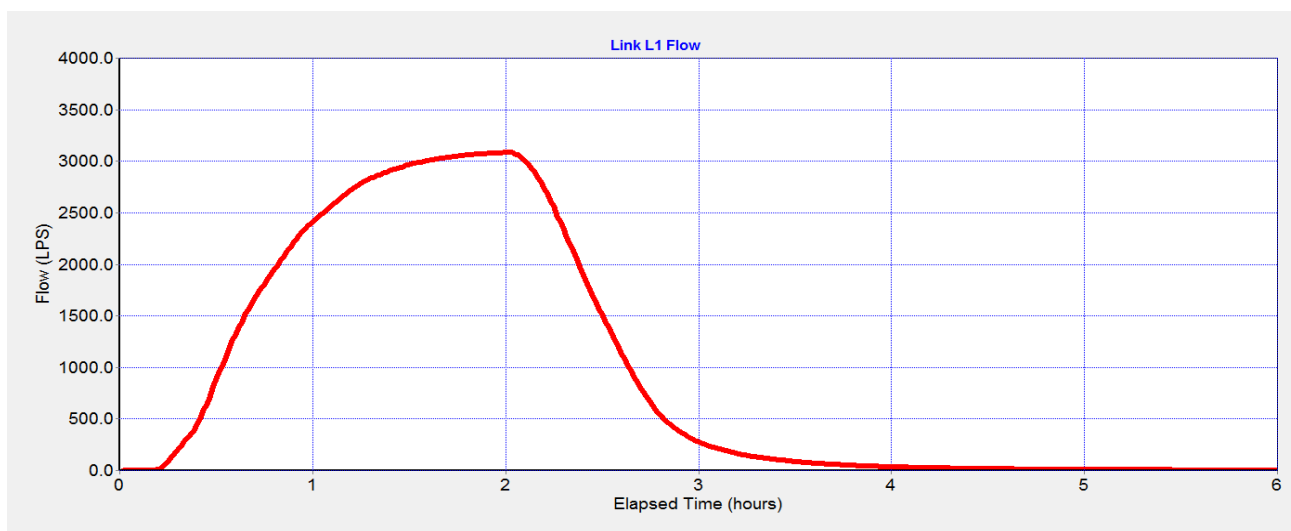
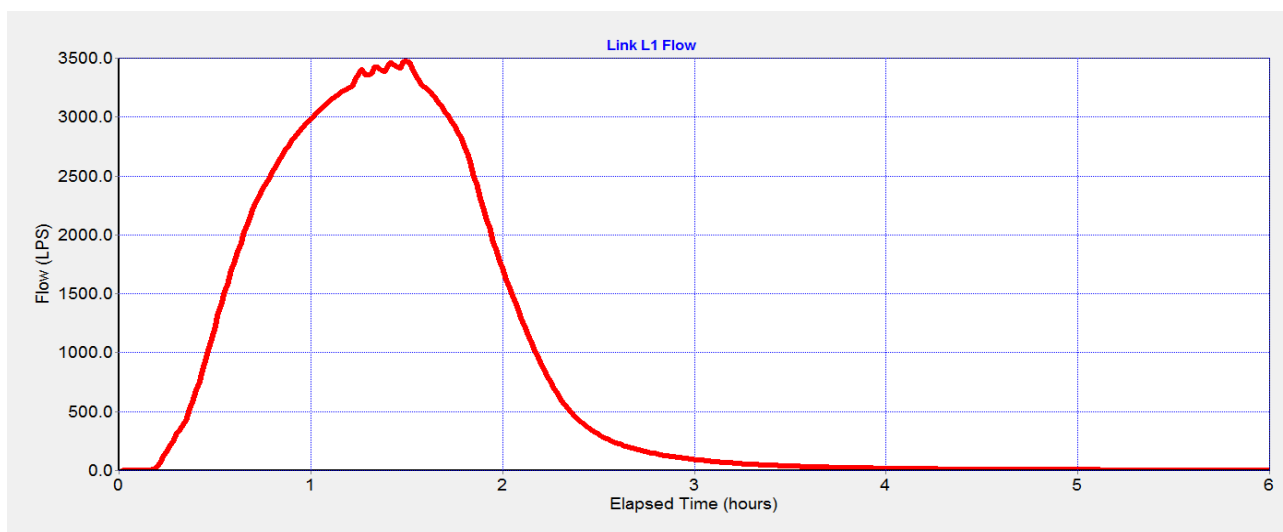
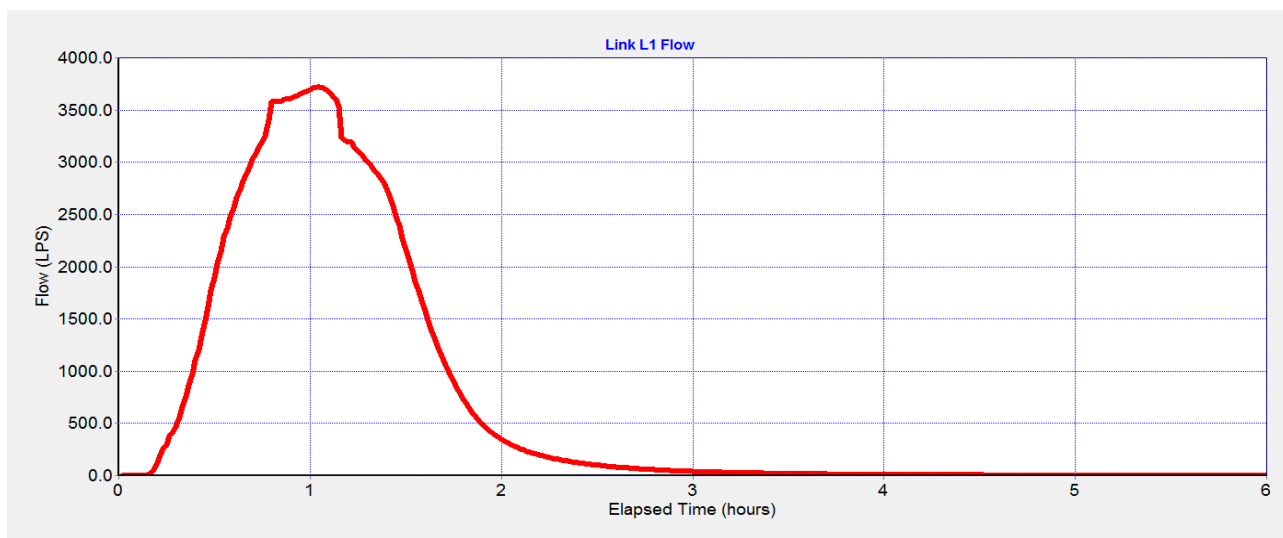
Rys. 48. Hydrogram odpływu ścieków w przekroju zrzutowym dla czasu trwania deszczu 30 minut i prawdopodobieństwie 20%

Z kolei na rysunku 49 przedstawiono wartości natężenia odpływu ścieków w przekroju zrzutowym dla czasów trwania deszczy od 10 do 100 minut.



Rys. 49. Natężenie odpływu ścieków w przekroju zrzutowym dla deszczy o czasie trwania od 10 do 100 minut i prawdopodobieństwie 20%

Na rysunku 50. przedstawiono hydrogramy odpływu ścieków dla Wariantu 3. zaproponowanego rozwiązania projektowego dla deszczy o czasach trwania 60, 90 i 120 minut.



Rys. 50. Hydrogram odpływu ścieków w przekroju zrzutowym dla czasu trwania deszczu 60, 90 i 120 minut i prawdopodobieństwie 20%

8. Opis rozwiązania sieci kanalizacyjnej

Projektowaną sieć kanalizacyjną tworzą: Kanał Retencyjny Murarska i Kanał Retencyjny Inżynierska (kanały 1. rzędu) o średnicach DN 3000 i DN 2000, kanały główne zlokalizowane w ulicach: Inżynierska, Urzędnicza, Robotnicza, Przemysłowa, Zduńska, Krawiecka, Cukiernicza i Ciesielska o średnicach od DN 300 do DN1200 (kanały 2. rzędu) oraz kanały boczne w pozostałych ulicach zlokalizowanych na terenie zlewni o średnicach od DN 300 do DN 800 (kanały 3. rzędu).

Główny ciąg kanałów przewidziano do realizacji jako kanały retencyjne i zlokalizowano je w ulicy Murarskiej oraz równolegle do ulicy Inżynierskiej. W osiach ulic dochodzących do ulicy Murarskiej oraz ulicy Inżynierskiej do kanału retencyjnego doprowadzone są kanały główne przyłączone bezpośrednio do kanału retencyjnego. Wylot kanalizacji przewidziany jest do rowu w miejscu istniejącego dotychczas wylotu kolektora kanalizacyjnego odprowadzającego ścieki z terenu zlewni Rudunki Wschód.

Przedłużeniem Kanału Retencyjnego Inżynierska jest istniejący kanał położony w ulicy Szczawińskiej biegnący w kierunku północnym oraz południowym. Kanał ten stanowi odbiornik ścieków dla projektowanych kanałów głównych doprowadzanych z terenu zlewni Rudunki Zachód oraz istniejących kanałów dochodzących z terenów przemysłowych zlewni Rudunki Wschód.

Na projektowanej sieci kanalizacyjnej przewiduje się uzbrojenie niezbędne dla prawidłowej eksploatacji sieci kanalizacyjnej, w skład którego wchodzi:

- studzienki włazowe ekscentryczne o średnicach od DN 1000 do DN 2000 wykonane z rur strukturalnych PE o podwójnej ścianie,
- studzienki włazowe (kinety prefabrykowane) o średnicach od DN 1000 do DN 2000 wykonane z rur strukturalnych PE o podwójnej ścianie,
- studzienki niewłazowe (kinety prefabrykowane) o średnicach od DN 400 do DN 800 wykonane z rur strukturalnych PEHD o podwójnej ścianie,
- wpusty uliczne DN400, DN500 i DN600 z kominem z rur strukturalnych PEHDHD o podwójnej ścianie,
- urządzenia do podczyszczania ścieków deszczowych do wymaganego przepisami poziomu z obejściem hydraulicznym zlokalizowane na wylocie kanalizacji do cieku lub kolektorach kanalizacyjnych.

9. Opis rozwiązania kanału retencyjnego

Biorąc pod uwagę wyniki przeprowadzonych analiz hydraulicznych systemu kanalizacyjnego oraz uwarunkowania lokalne związane z inwestycją, proponuje się realizację obiektów umożliwiających redukcję odpływów ścieków opadowych do odbiornika oraz ich redystrybucję w dłuższych przedziałach czasowych poprzez wykonanie kanałów retencyjnych. Obiekty te poprzez odpowiednio zaprojektowany układ hydrauliczny umożliwiają spłaszczenie fali opadowej w kanalizacji oraz bardziej równomierne obciążenie hydrauliczne odbiornika.

Przewiduje się wykonanie dwóch ciągów kanałów retencyjnych na obszarze zlewni Rudunki Zachód, które w istotny sposób wpłyną na poprawę warunków hydraulicznych.

Kanały retencyjne zostały zlokalizowane w ciągu głównego projektowanego kolektora kanalizacyjnego biegnącego w ulicy Murarskiej oraz w rejonie ulicy Inżynierskiej.

Przewiduje się budowę kanału retencyjnego o średnicy DN 3000 i długości 367 m, który w końcowym biegu przechodzi w kanał retencyjny o średnicy DN 2000 o długości 111 m (Kanał retencyjny Inżynierska). Jego zadaniem jest transport i retencja ścieków odprowadzanych ze zlewni Rudunki Wschód oraz zasadniczej części zlewni Rudunki Zachód, doprowadzane poprzez kolektor kanalizacyjny biegnący w ulicy Szczawińskiej. Pojemność przepływowa i retencyjna kanału wynosi 2340 m³.

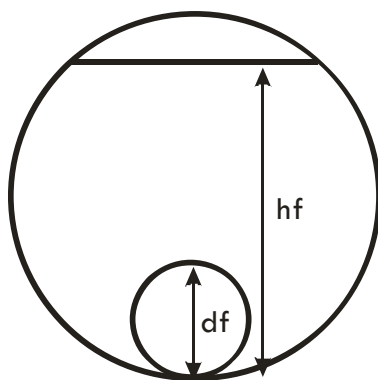
Drugi kanał retencyjny złożony z dwóch równolegle ułożonych przewodów o średnicy DN 2000 i przekroju okularowym o długości 2 x 241 m = 482 m (Kanał retencyjny Murarska) (Wariant 3) lub DN 2000 pojedynczy (Wariant 2) rozpoczyna swój bieg od ulicy Zduńskiej i prowadzony jest w kierunku wylotu kanalizacyjnego łącząc się przed nim z kanałem retencyjnym Szczawińska – wylot.

Kanał Retencyjny Murarska pełni funkcję transportową dla ścieków odprowadzanych w rejonu ulic Zduńska, Krawiecka i Sukiennicza, ale przede wszystkim jest odpowiedzialny za retencjonowanie ścieków doprowadzanych do niego przez kanał retencyjny biegnący od ulicy Szczawińskiej. Kanał retencyjny Murarska posiada przepływ dwukierunkowy, tzn. napełniany jest i opróżniany

w kierunku Kanału Retencyjnego Inżynierska. Pojemność przepływowa i retencyjna kanału wynosi 1518 m³.

Kanał Retencyjny Inżynierska posiada przegrody piętrzące o ściśle określonej charakterystyce i konfiguracji zastosowane w celu wywołania określonego przebiegu procesów hydraulicznych w tym kanale oraz w Kanale Retencyjnym Murarska

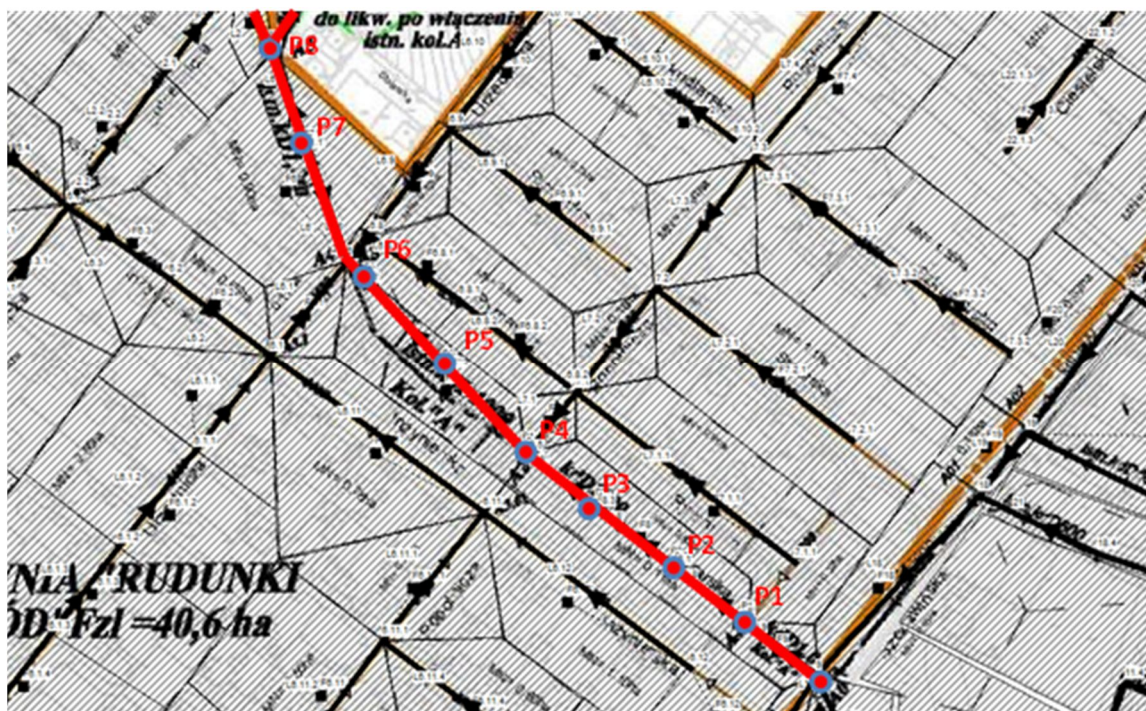
W przegrodach piętrzących przewidziano do realizacji otwory dolne (przepływowe) zlokalizowane przy dnie i otwory górne (otwory awaryjne). Schemat przegród wraz z otworami przedstawiono na rysunku 51. Parametry geometryczne otworów w przegrodach piętrzących zestawiono w tabeli 2, a ich lokalizację pokazano na rysunku 52. Korzystnym jest lokalizować przegrody piętrzące w bezpośredniej bliskości kominów inspekcyjnych.



Rys. 51. Schemat otworów w przegrodach piętrzących

Tab. 2. Geometria przegród piętrzących kanału retencyjnego

Oznaczenie przegrody piętrzącej	Wariant projektowy 2		Wariant projektowy 3	
	<i>df</i> , m	<i>hf</i> , m	<i>df</i> , m	<i>hf</i> , m
P1	1,00	2,70	1,00	2,70
P2	1,00	2,70	1,00	2,70
P3	0,90	2,70	0,90	2,70
P4	0,90	2,70	0,90	2,70
P5	1,00	2,70	1,00	2,70
P6	1,10	2,70	1,10	2,70
P7	1,25	2,70	1,25	2,70
P8	1,50	2,70	1,47	2,70



Rys. 52. Lokalizacja przegród piętrzących od P1 do P8

Parametry kanałów retencyjnych w Wariancie 2. i 3. zaproponowanych rozwiązań projektowych przedstawiono odpowiednio w tabelach 3 i 4.

Tab. 3. Parametry kanałów retencyjnych w Wariancie 2. rozwiązania projektowego

Przegroda piętrząca/komora		Odległość [m]	Rzędna dna [m.n.p.m]	Rzędna dna [m.n.p.m]	Średnica [m]	Pojemność komory [m ³]
P1	P2	44,20	194,35	194,3	3,0	312,43
P2	P3	45,19	193,13	193,08	3,0	319,43
P3	P4	47,00	191,86	191,81	3,0	332,22
P4	P5	47,00	190,59	190,54	3,0	332,22
P5	P6	66,87	188,95	188,88	3,0	398,31
P6	P7	56,35	186,91	186,85	3,0	472,67
P7	P8	55,00	186,51	186,46	2,0	172,79
5	4	82,42	186,72	186,63	2,0	258,93
4	3	77,18	186,63	186,55	2,0	242,47
3	2	37,59	186,55	186,51	2,0	118,09
2	1	44,38	186,51	186,46	2,0	139,42
V całkowita = 3099,00 m ³						

Tab. 4. Parametry kanałów retencyjnych w Wariantcie 3. rozwiązania projektowego

Przegroda piętrząca/komora		Odległość	Rzędna dna	Rzędna dna	Średnica	Pojemność komory
		[m]	[m.n.p.m]	[m.n.p.m]	[m]	[m ³]
P1	P2	44,20	194,35	194,3	3,0	312,43
P2	P3	45,19	193,13	193,08	3,0	319,43
P3	P4	47,00	191,86	191,81	3,0	332,22
P4	P5	47,00	190,59	190,54	3,0	332,22
P5	P6	66,87	188,95	188,88	3,0	398,31
P6	P7	56,35	186,91	186,85	3,0	472,67
P7	P8	55,00	186,51	186,46	2,0	172,79
5	4	82,42	186,72	186,63	2,0	258,93
4	3	77,18	186,63	186,55	2,0	242,47
3	2	37,59	186,55	186,51	2,0	118,09
2	1	44,38	186,51	186,46	2,0	139,42
1.8	1.6	82,42	186,82	186,63	2,0	258,93
1.6	1.4	77,18	186,63	186,55	2,0	242,47
1.4	1.2	37,59	186,55	186,51	2,0	118,09
1.2	1	44,38	186,51	186,46	2,0	139,42
V całkowita = 3857.92 m³						

Przewiduje się wykonanie kanałów retencyjnych w technologii polietylenowych rur strukturalnych o połączeniach spawanych, która umożliwia dowolne kształtowanie układu hydraulicznego kanałów retencyjnych, wytwarzanie przegród o zadanych charakterystykach, a co bardzo istotne, dzięki temu uzyskanie wysokiej szczelności i wytrzymałości mechanicznej, a także małej podatności na ścieranie tego typu przewodów.

10. Rekomendacja wyboru wariantu projektowego

Biorąc pod uwagę wyniki przeprowadzonych analiz numerycznych oraz wizji lokalnych, szczególnie w aspekcie działań zmierzających do uregulowania odpływów wód opadowych z terenu zlewni dotychczas nieskanalizowanej oraz efektywnej regulacji zrzutów opadowych ścieków do odbiornika, rekomenduje się wybór Wariantu 3. rozwiązania projektowego.

Sposób prowadzenia przewodów kanalizacyjnych, jaki przewidziano w Wariantcie 3. umożliwia poprzez wykonanie studni spadowych, ograniczenie występujących prędkości przepływu ścieków do wartości bezpiecznych, tj. poniżej 3,0 m/s. Jest to szczególnie istotne z punktu widzenia dynamiki procesów ścierania przewodów kanalizacyjnych, co w efekcie gwarantuje ich trwałość i niezawodność działania.

Zastosowane rozwiązania materiałowe z wykorzystaniem rur strukturalnych PEHD są szczególnie korzystne z punktu widzenia zachowania parametrów statyczno-wytrzymałościowych przewodów kanalizacyjnych oraz szczelności układu, co ma niebagatelne znaczenie w przeciwdziałaniu zjawiskom erozji gruntu w obrębie przewodów kanalizacyjnych oraz daje największe możliwości wykonania obiektów jednostkowych, dokładnie dopasowanych do lokalnych uwarunkowań i stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych.

Zastosowanie najbardziej efektywnego systemu retencji w postaci kanałów retencyjnych umożliwia bardzo znaczącą redukcję kulminacyjnych zrzutów ścieków do odbiornika, wydłużenie okresów spływu wód, a w efekcie ograniczenie zjawisk erozji brzegowej i dennej cieku oraz w dłuższej perspektywie czasowej znaczące zmniejszenie nakładów finansowych związanych z utrzymaniem właściwego stanu technicznego odbiornika.

11. Etapowanie inwestycji i szacunkowe nakłady inwestycyjne

Ze względu na zakres prac przewidzianych do realizacji oraz wysokość nakładów finansowych, a także biorąc pod uwagę niezbędne następstwo prac realizacyjnych, dokonano podziału zadania inwestycyjnego na etapy i zadania cząstkowe, które wraz z szacunkowymi nakładami inwestycyjnymi zestawiono w tabeli 5.

Tab. 5. Szacunkowe nakłady inwestycyjne dla rekomendowanego Wariantu 3

Etap i zadanie	Przedmiot inwestycji	Specyfikacja zadania	Szacunkowe nakłady inwestycyjne
Etap 1 Zadanie 1	Budowa kanału retencyjnego na odcinku od ulicy Szczawińskiej do wylotu kanalizacji	Przekrój DN 3000 – 367 m Przekrój DN 2000 – 111 m	$367 \times 12.000 + 111 \times 5500 =$ 5.014.500 zł
Etap 1 Zadanie 2	Budowa kanału retencyjnego na odcinku od ulicy Zduńskiej do połączenia z kanałem retencyjnym Szczawińska – wylot	Przekrój 2 x DN 2000 – 2 x 241 m	$482 \times 5.500 =$ 2.651.000 zł
Etap 2 Zadanie 1	Budowa kanałów w ulicach: Zduńskiej, Krawieckiej, Sukienniczej	Przekrój DN 300 – 409 m	$409 \times 850 =$ 347.650 zł
Etap 2 Zadanie 2	Budowa kanałów w ulicach: Urzędnicza, Rymarska, Stolarska, Szkudlarska	Przekrój DN 400 – 83 m Przekrój DN 300 - 411 m	$83 \times 950 + 411 \times 850 =$ 428.200 zł

Etap 2 Zadanie 3	Budowa kanałów w ulicach: Robotnicza, Rymarska, Stolarska, Szkudlarska,	Przekrój DN 600 – 186 m Przekrój DN 500 - 94 m Przekrój DN 300 - 101 m	186 x 1200 + 94 x 1000 + 101 x 850 = 403.050 zł
Etap 3 Zadanie 1	Budowa kanałów w ulicach: Urzędnicza, Inżynierska, Zduńska, Krawiecka, Sukiennicza,	Przekrój DN 1200 – 62 m Przekrój DN 600 – 238 m Przekrój DN 400 - 59 m Przekrój DN 350 - 147 m Przekrój DN 300 - 478 m	62 x 2500 + 238 x 1200 + 59 x 950 + 147 x 900 + 478 x 850 = 1.035.250 zł
Etap 3 Zadanie 2	Budowa kanałów w ulicach: Inżynierska, Robotnicza, Drukarska, Bednarska,	Przekrój DN 600 - 134 m Przekrój DN 500 - 81 m Przekrój DN 400 - 127 m Przekrój DN 350 - 96 m Przekrój DN 300 - 321 m	134 x 1200 + 81 x 1000 + 127 x 950 + 96 x 900 + 321 x 850 = 721.700 zł
Etap 4 Zadanie 1	Budowa kanałów w ulicach: Tkacka, Dzika, Odzieżowa, Farbiarska, Dziewiarska	Przekrój DN 600 - 85 m Przekrój DN 500 - 232 m Przekrój DN 400 - 195 m Przekrój DN 350 - 137 m Przekrój DN 300 - 422 m	85 x 1200 + 232 x 1000 + 195 x 950 + 137 x 900 + 422 x 850 = 1.001.250 zł
Etap 5 Zadanie 1	Budowa kanałów w ulicach: Dzika, Ludowa, Drukarska, Bednarska	Przekrój DN 600 - 78 m Przekrój DN 500 - 136 m Przekrój DN 350 - 71 m Przekrój DN 300 - 277 m	78 x 1200 + 136 x 1000 + 71 x 900 + 277 x 850 = 528.950 zł

Etap 6 Zadanie 1	Budowa kanałów w ulicach: Przemysłowa, Ludowa	Przekrój DN 600 - 121 m Przekrój DN 500 - 99 m Przekrój DN 400 - 183 m Przekrój DN 350 - 199 m Przekrój DN 300 - 96 m	121 x 1200 + 99 x 1000 + 183 x 950 + 199 x 900 + 96 x 850 = 678.750 zł
Etap 7 Zadanie 1	Budowa kanałów w ulicach: Szczawińska, Budowlana	Przekrój DN 600 - 72 m Przekrój DN 500 - 216 m Przekrój DN 350 – 85 m Przekrój DN 300 – 103 m	72 x 1200 + 216 x 1000 + 85 x 900 + 103 x 850 = 466.450 zł
Etap 8 Zadanie 1	Budowa kanałów w ulicach: Ciesielska, Robotnicza	Przekrój DN 600 – 93 m Przekrój DN 500 – 63 m Przekrój DN 350 – 92 m Przekrój DN 300 – 131 m	93 x 1200 + 63 x 1000 + 92 x 900 + 131 x 850 = 368.750 zł
<p style="text-align: right;">Razem: 13.645.500 zł</p> <p>Słownie: trzynaście milionów sześćset czterdzieści pięć tysięcy pięćset złotych</p>			

12. Spis załączników

Załącznik 1 - Profil kanalizacji deszczowej część I – Wariant 1

Załącznik 2 - Profil kanalizacji deszczowej część II – Wariant 1

Załącznik 3 - Profil kanalizacji deszczowej część I – Wariant 2

Załącznik 4 - Profil kanalizacji deszczowej część II – Wariant 2

Załącznik 5 - Profil kanalizacji deszczowej część I – Wariant 3

Załącznik 6 - Profil kanalizacji deszczowej część II – Wariant 3

Załącznik 7 - Wersja elektroniczna opracowania, oprogramowanie SWMM,
modele hydrodynamiczne w wariantach