

**Koncepcja dokumentacji projektowej przebudowy drogi gminnej w
zakresie usprawnienia odpływu wód opadowych z terenów w
rejonie działki 110/24 w Zakrzowie**

Opracował:

mgr inż. Michał Malik

Kwalifikacje do wykonywania
dokumentacji hydrologicznych
Świadectwo nr 42/2004

mgr inż. Mikołaj Olbrych

Kwalifikacje do wykonywania
dokumentacji hydrologicznych
Świadectwo nr 41/2004

mgr inż. Dagmara Buniowska

mgr inż. Dominika Turska

Kraków, maj 2020

Spis treści

1.	Dane ogólne.....	5
1.1	Dane wyjściowe.....	5
1.2	Zakres opracowania.....	5
2.	Warunki hydromorficzne.....	5
3.	Obliczenia hydrauliczne.....	7
3.1.	Dane wejściowe i warunki brzegowe	8
3.2.	Wyniki obliczeń.....	17
3.3.	Ilości wód odprowadzane projektowanymi wylotami 1 i 2.....	46
4.	Rozwiązania koncepcyjne.....	47
5.	Wnioski.....	48

Spis rysunków

1. Plan orientacyjny, skala 1:5000
2. Plan sytuacyjny, skala 1:500
3. Profil podłużny drogi, skala 1:100/500
4. Przekroje poprzeczne, arkusz I – III, skala 1:100
5. Profil podłużny projektowanej kanalizacji deszczowej, skala 1:100/500

1. DANE OGÓLNE

1.1 Dane wyjściowe

- mapa topograficzna 1:10000,
- mapa hydrograficzna 1:50000,
- Mapa Podziału Hydrograficznego Polski 1:10000,
- Numeryczny model terenu, CODGiK,
- Metody obliczeń przepływów maksymalnych w małych zlewniach rzecznych – A.Ciepielowski, S. L. Dąbrowski,
- Opinia w sprawie ustalenia warunków hydrologicznych w rejonie działek 110/73 i 110/76 w Zakrzowie *Postępowanie administracyjne w sprawie zmiany stanu wody na nieruchomości gruntowej położonej w miejscowości Zakrzów w Gminie Niepołomice. Oznaczonej ewidencyjnie jako działka Nr 110/73,*
- *Mapa do celów projektowych, Biuro Usług Geodezyjnych ELEV.*

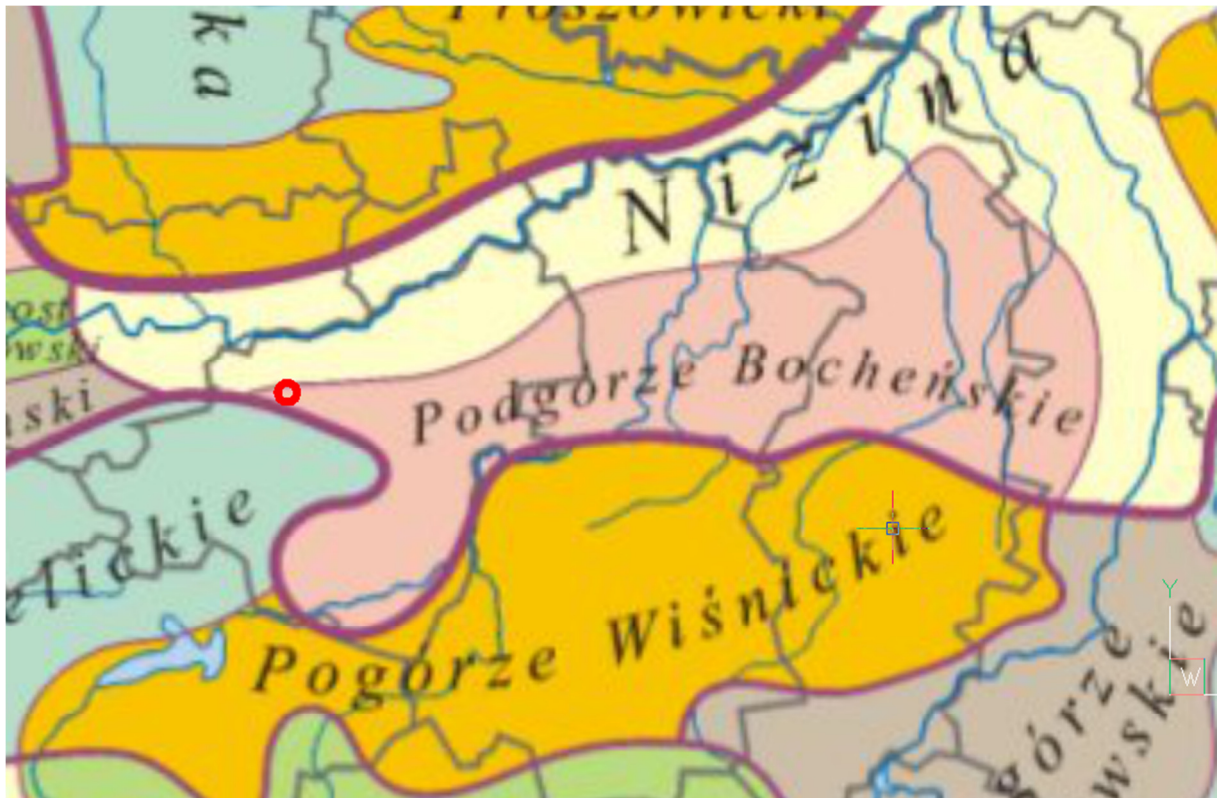
1.2 Zakres opracowania.

Opracowanie obejmuje:

- Pozyskanie niezbędnych danych geodezyjnych i inwentaryzacyjnych, umożliwiających ocenę spływu powierzchniowego w analizowanym rejonie
- Określenie wysokości opadu dla kilku scenariuszy opadowych (krótkie opady ulewne i opady rozlewne)
- Stworzenie komputerowego modelu hydrologiczno-hydraulicznego, umożliwiającego symulację spływu powierzchniowego wody opadowej dla zadanego scenariusza opadowego.
- Koncepcję układu drogowego z uwzględnieniem urządzeń służących odprowadzaniu wody z jezdni oraz przyległego terenu.
- Analizę możliwych odbiorników
- Wnioski.

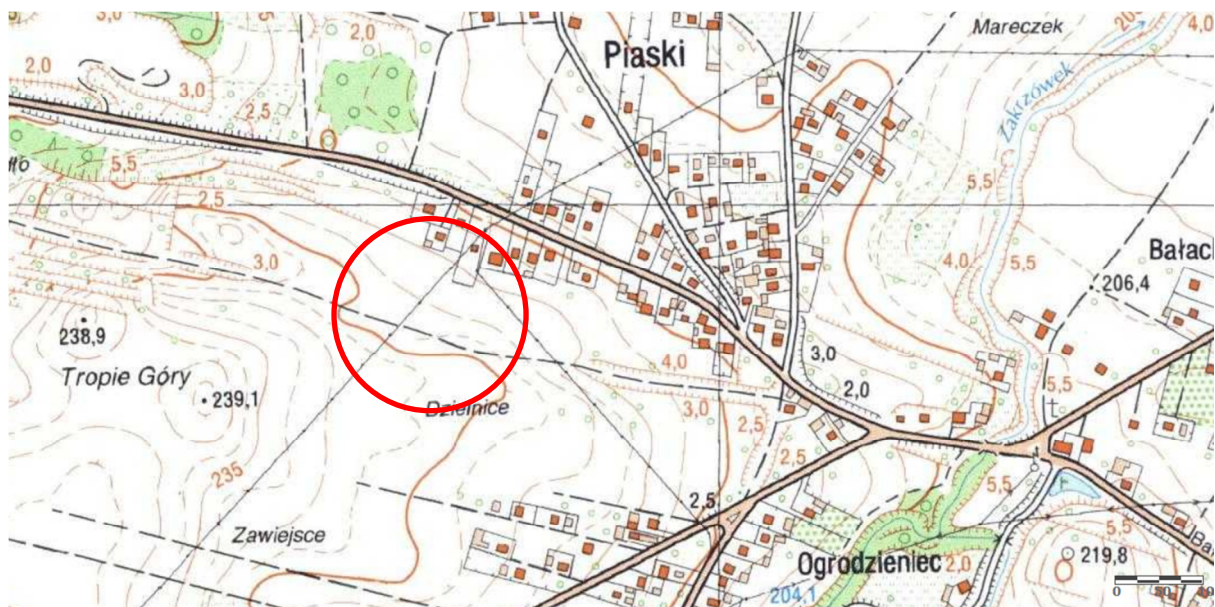
2. WARUNKI HYDROMORFICZNE

Analizowany teren znajduje się w obszarze Podgórza Bocheńskiego. Stanowi północno-wschodnie zbocza wzgórz (Tropie Góry) w zlewni potoku Zakrzówka, będącego lewobrzeżnym dopływem Podłężanki w zlewni Wisły.



Rysunek 1. Mapa

Granice zlewni terenowych określono precyzyjnie przy pomocy narzędzi GIS na podstawie numerycznego modelu terenu.



Rysunek 2. Mapa topograficzna z lokalizacją inwestycji



Rysunek 3. Zlewnie terenowe ciągnące do drogi

Zlewnie stanowią w większości tereny zielone. W części jej obszar zajmuje rozproszona zabudowa jednorodzinna. Grunty mają średnią przepuszczalność (gleby wytworzone z lessów).

3. OBLICZENIA HYDRAULICZNE

Do określenia kierunków i wielkości spływu powierzchniowego w analizowanym obszarze wykorzystano specjalistyczne oprogramowanie, służącego do analiz hydraulicznych (model dwuwymiarowym HEC-RAS v. 5.0.7.).

Program HEC-RAS opiera się na najnowszych rozwiązaniach obliczeń numerycznych.

Przepływ wody jest regulowany przez podstawowe prawa zachowania masy i pędu przy założeniu tzw. „płytkiej wody”. Oznacza to, że proces wyrównywania średniej głębokości wiąże się z założeniem rozkładu pionowego ciśnienia hydrostatycznego. Wyrażenie ma postać zbioru hiperbolicznych równań nieliniowych, które w dwu wymiarach, wiążą głębokość wody, jak również dwie składowe prędkości,

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \nabla \cdot E = \frac{\partial U}{\partial t} + \frac{\partial F}{\partial x}(U) + \frac{\partial G}{\partial y}(U) = S(x, y, U)$$

$$\mathbf{U} = (h, q_x, q_y)^T \quad \mathbf{F} = \left(q_x, \frac{q_x^2}{h} + \frac{gh^2}{2}, \frac{q_x q_y}{h} \right)^T \quad \mathbf{G} = \left(q_y, \frac{q_x q_y}{h}, \frac{q_y^2}{h} + \frac{gh^2}{2} \right)^T$$

gdzie:

$q_x=uh$, $q_y=vh$ – przepływy jednostkowe, jako składowe kartezjańskie kierunków

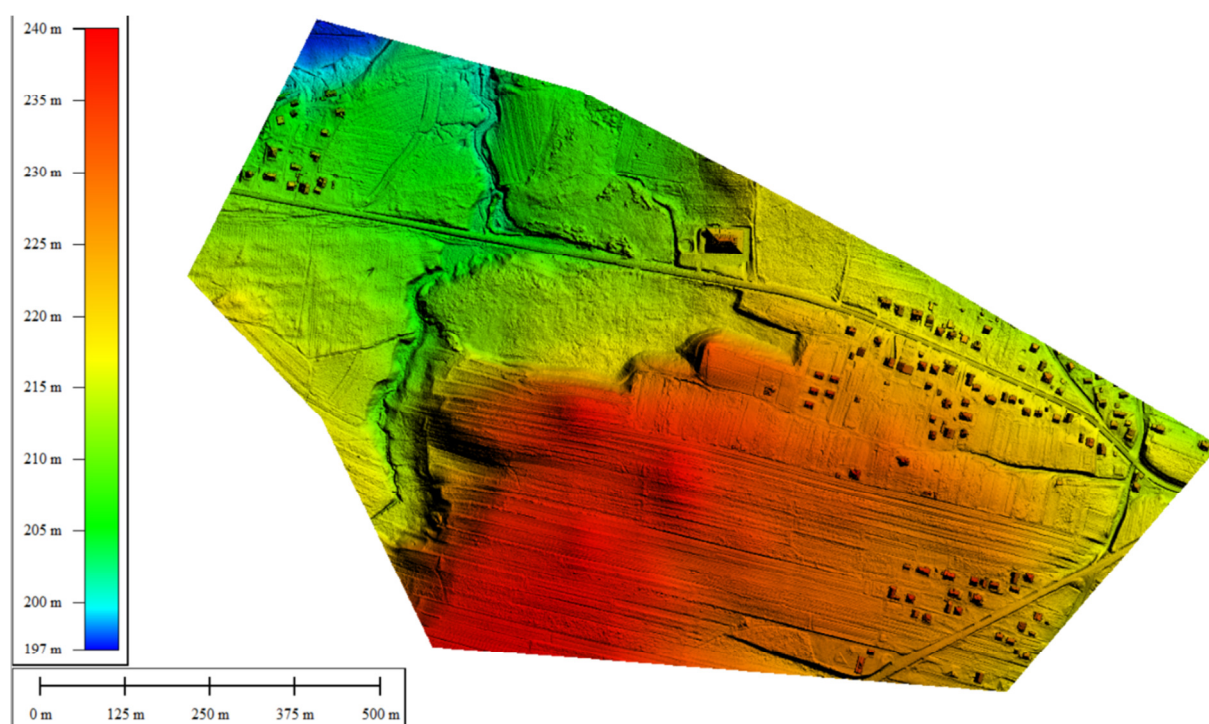
h – głębokość wody ,

g – przyspieszenie ziemskie,

(u,v) – średnie składowe wartości prędkości (wektora \mathbf{U}).

3.1. Dane wejściowe i warunki brzegowe

Przy modelowaniu przepływu wody oparto się na numerycznym modelu terenu (NMT) dostępnym w Centralnym Ośrodku Geodezji i Kartografii (model ten powstał w ramach programu ISOK i cechuje go bardzo wysoka dokładność – został wykonany techniką LIDAR skaningu laserowego (4 punkty pomiarowe na 1 m²).



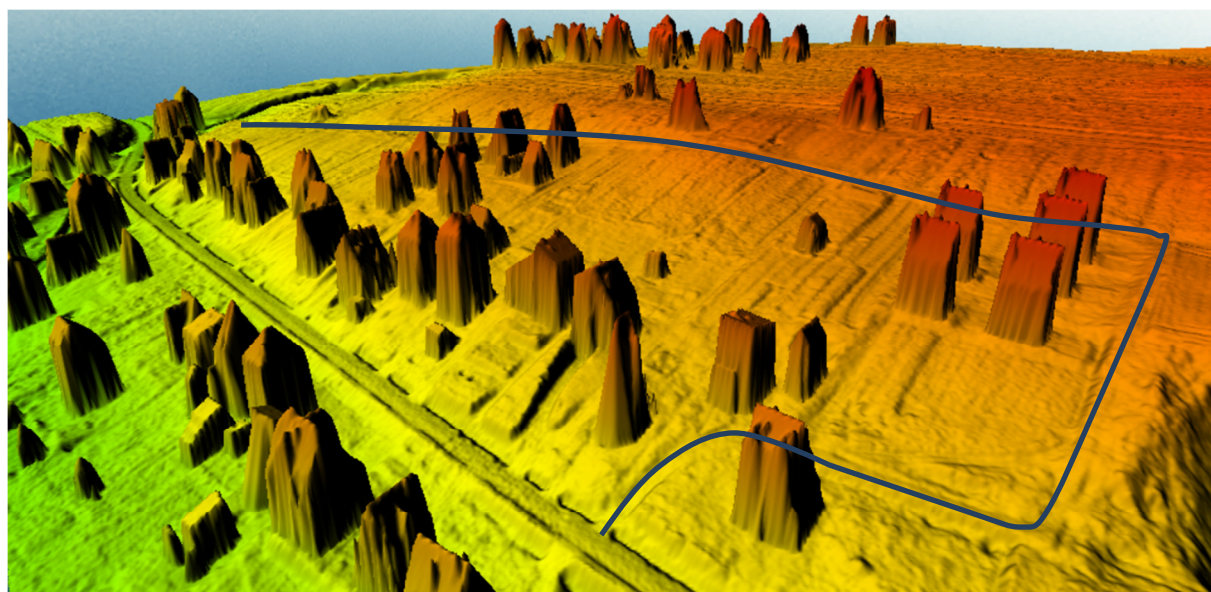
Rysunek 4. Numeryczny Model Terenu

Obszar symulacji w celach obliczeniowych został zdyskretyzowany w siatce „grid” – prostokątnej siatce numerycznej (Rys. 5), obejmującej zarówno zlewnie ciążące do planowanej drogi jak i koryta potencjalnych odbiorników – istniejących rowów drogowych.



Rysunek 5. Obszar symulacji wraz z siatką obliczeniową

Na rysunku poniżej przedstawiono wizualizację 3D terenu, wykonaną na podstawie pomiarów skaningu laserowego.



Rysunek 6. Wizualizacja 3D analizowanego terenu z zaznaczonym przebiegiem planowanej drogi

Obliczenia prowadzone były dla różnych wariantów opadu o prawdopodobieństwie p100% (prawdopodobieństwo miarodajne dla wymiarowania urządzeń służących odwodnieniu planowanej drogi) i p1% (dla oceny zagrożenia w przypadku wystąpienia ekstremalnych zjawisk pogodowych).

Model transformacji opadu

Opadem efektywnym nazywamy tę część średniego opadu całkowitego, która poprzez spływ powierzchniowy kształtuje hydrogram odpływu powierzchniowego. Wysokość opadu efektywnego obliczono modelem o parametrach rozłożonych, odejmując od opadu całkowitego wysokość intercepcji, infiltracji i lokalną retencję powierzchniową.

W metodzie SCS opad efektywny H_t uzależniony jest od średniego opadu całkowitego P_t oraz rodzaju gleb, sposobu użytkowania terenu zlewni i wilgotności gleby w okresie poprzedzającym opad. Wszystkie te czynniki ujmuje bezwymiarowy parametr CN (CurveNumber), związany z maksymalną retencją zlewni S , o wartościach zmieniających się w zakresie od 0 do 100:

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Opad efektywny H_t po czasie $t = i \Delta t$ (gdzie Δt jest przyjętym przedziałem czasowym, a i jest liczbą przedziałów) obliczamy ze wzoru:

$$\begin{cases} H_t = \sum_{j=1}^i \Delta H_j = 0 & \text{gdyn} \quad (P_t - 0.2S) \leq 0 \\ H_t = \sum_{j=1}^i \Delta H_j = \frac{(P_t - 0.2S)^2}{P_t + 0.8S} & \text{gdyn} \quad (P_t - 0.2S) > 0 \end{cases}$$

gdzie: H_t - wysokość średniego w zlewni opadu efektywnego w przedziale czasu $(0, t)$ w mm,

P_t - wysokość opadu średniego w zlewni w przedziale czasu $(0, t)$ w mm,

ΔH_j - wysokość opadu efektywnego w przedziale Δt w mm,

Z podanych zależności obliczono opad efektywny, przyjmując wartość parametru CN zależną od rodzaju gleb i użytkowania powierzchni z tablic opracowanych przez SCS.

Wartość retencji S obliczono dla wartości parametru CN zależnej od rodzaju pokrycia i sposobu użytkowania powierzchni zlewni oraz rodzaju gleb.

Zgodnie z przyjętą klasyfikacją, gleby podzielono na cztery grupy:

A - Gleby charakteryzujące się dobrą przepuszczalnością i dużymi współczynnikami filtracji; do których zaliczamy głębokie piaski, piaski z niewielką domieszką gliny, żwiry, głębokie lessy.

B - Gleby o przepuszczalności powyżej średniej i średnim współczynniku filtracji. Należą do nich gleby piaszczyste średnio głębokie, płytkie lessy oraz ły piaszczyste

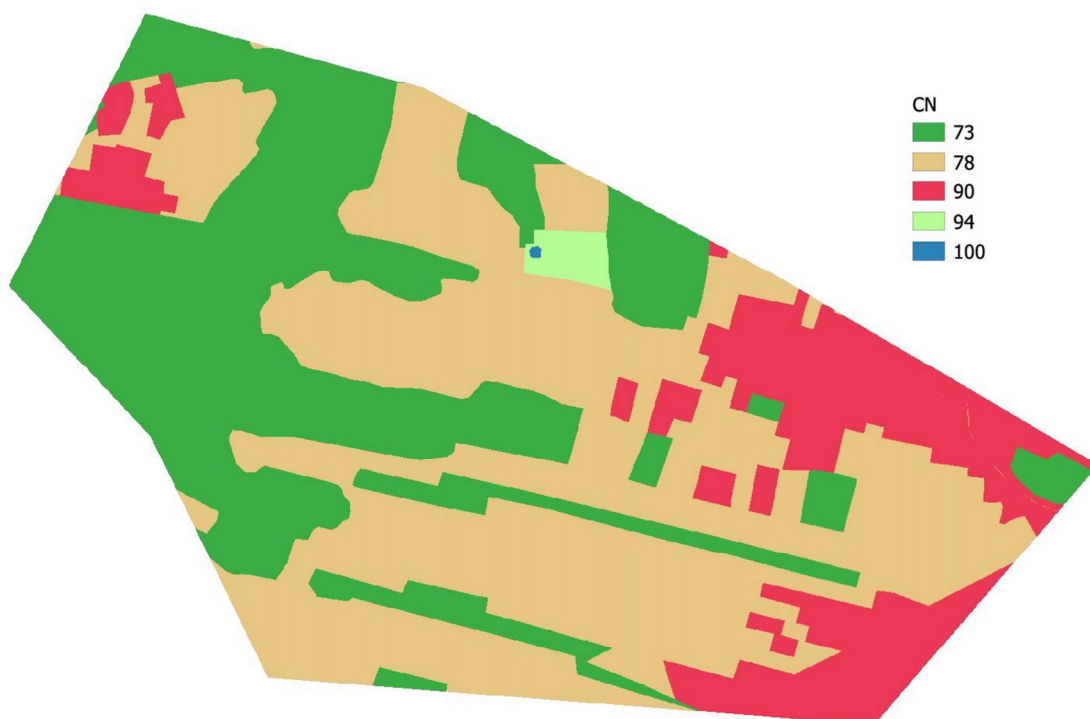
C - Gleby o przepuszczalności poniżej średniej jak gleby uwarstwione z wkładkami słabo przepuszczalnymi, ły gliniaste, płytkie ły piaszczyste, gleby o niskiej zawartości części organicznych, gliny o dużej zawartości części ilastych

D - Gleby o bardzo niskiej przepuszczalności i małym współczynniku filtracji. Są to gleby gliniaste, gliny pylaste, gliny zasolone, gliny uwarstwione z wkładkami nieprzepuszczalnymi.

W przypadku analizowanej zlewni przyjęto kategorie gleb według mapy hydrograficznej Polski, jako C, a sposób zagospodarowania według ortofotomapy.

Przy zróżnicowanym rodzaju gleb i pokryciu zlewni, parametr CN zwykle oblicza się jako wartość średnią z wagą określoną jako stosunek powierzchni jednorodnych do całkowitej powierzchni zlewni. W wykorzystanym modelu komputerowym nie ma konieczności używania średniej ważonej – poszczególne węzły obliczeniowe mają przypisaną unikalną wartość parametru CN.

Poniżej przedstawiono rozkład wartości CN na analizowanym obszarze.



Rysunek 7. Rozkład wartości CN na analizowanym obszarze

Natężenia opadów obliczono wg metody opracowanej przez Stachy'ego i przedstawiono w tabeli poniżej. Dla zobrazowania sytuacji hydrologicznej, jako odpowiednie wybrano prawdopodobieństwo opadu, wynoszące $p=1\%$, co odpowiada częstotliwości wystąpienia opadu maksymalnego średnio raz na sto lat (a więc bardzo małe prawdopodobieństwo dające duże natężenia opadu) oraz $p100\%$ co odpowiada częstotliwości wystąpienia opadu co rok.

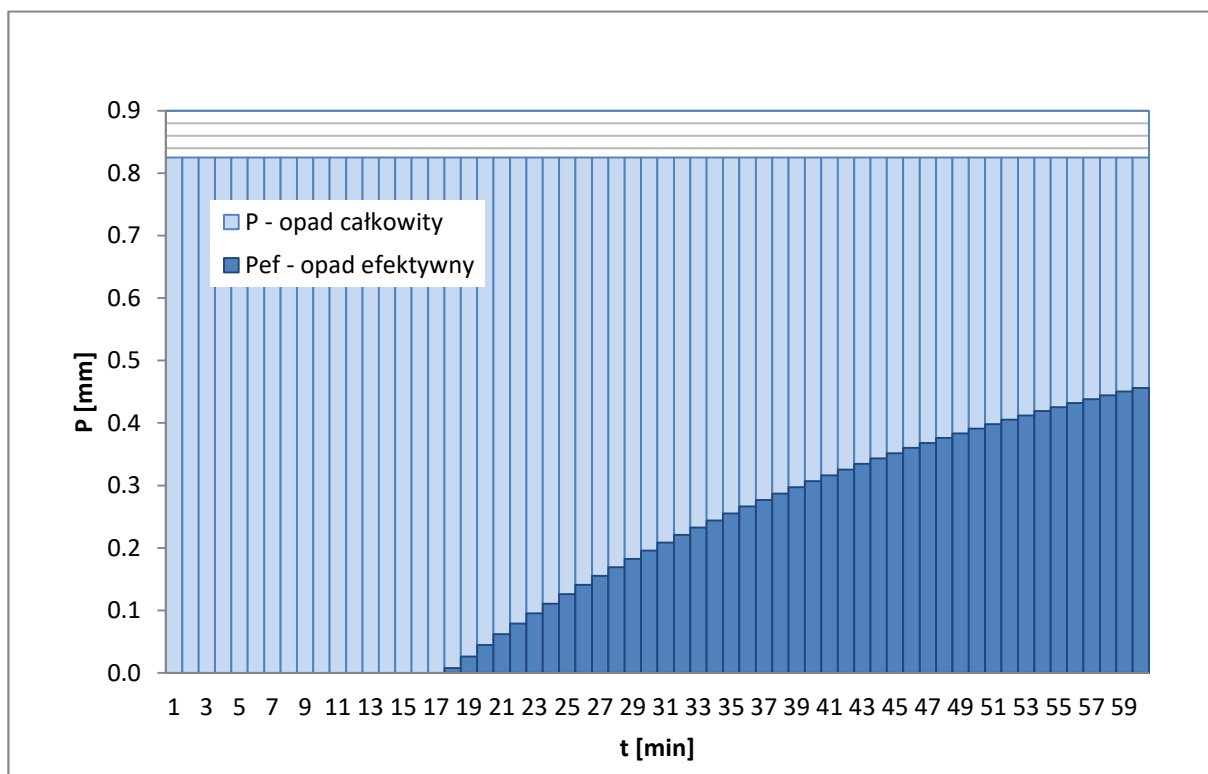
Czas trwania opadu	Wysokość opadu H1%, mm	Wysokość opadu H100%, mm
1 h	49.5	5.48
3 h	99.69	7.88
6 h	112.968	9.9
12 h	142.296	12.45

Tabela 1 Natężenia wybranych deszczów obliczeniowych

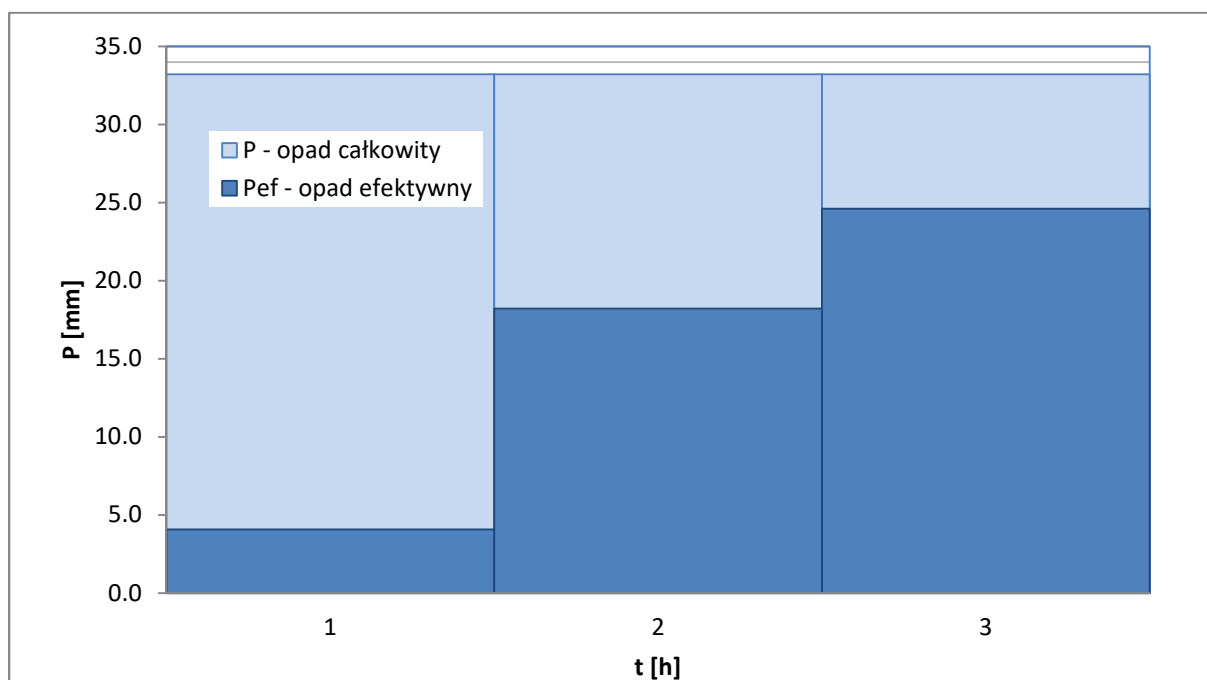
Wejściem do obliczeń hydrologicznych w przypadku modelu HEC-RAS były to hietogramy opadu efektywnego.

Obliczenia przeprowadzono dla 4 scenariuszy opadowych, tj. dla czasu trwania opadu 60 min, 3h, 6, i 12h o prawdopodobieństwie p1%.

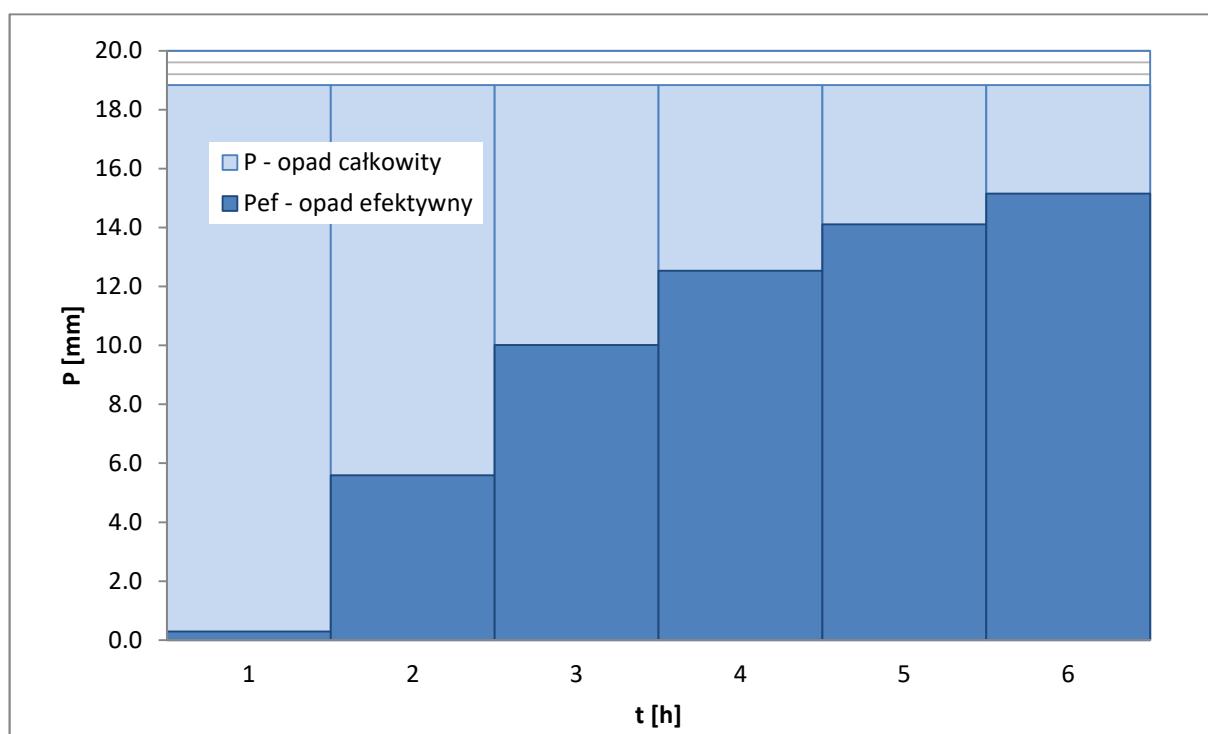
Poniżej na wykresach przedstawiono te hietogramy.



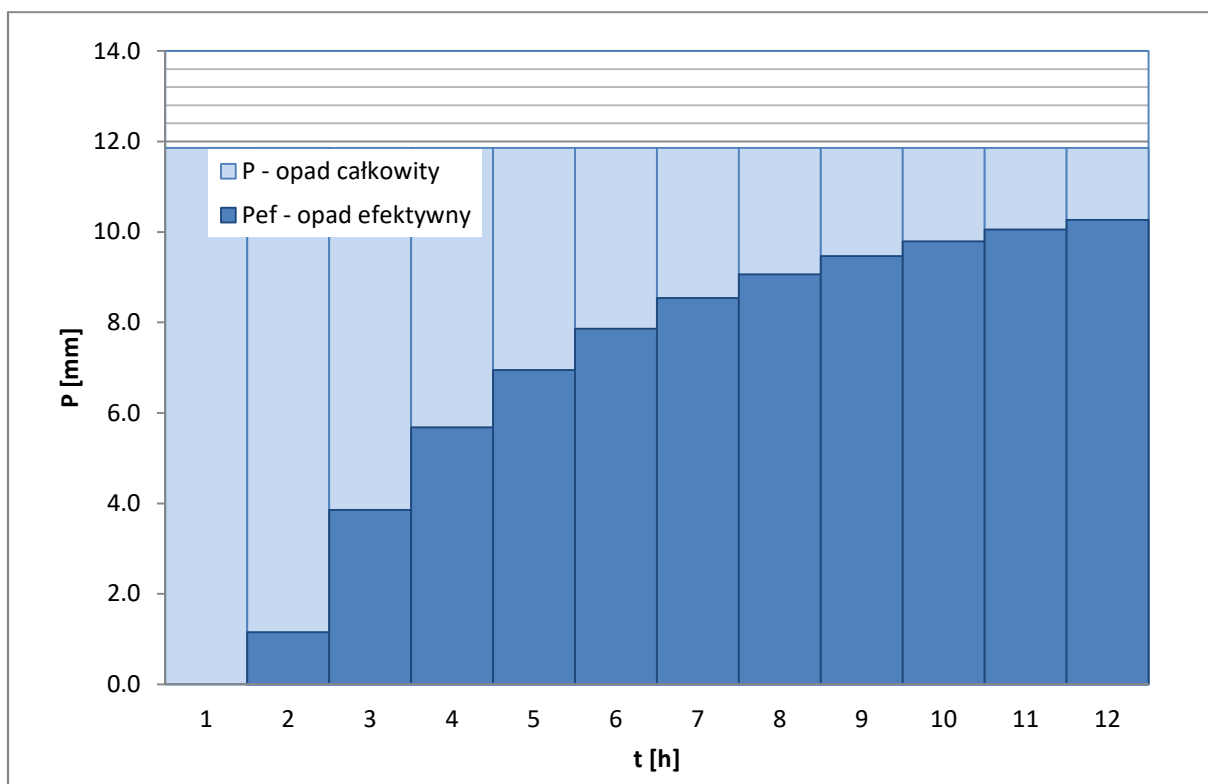
Rysunek 8 Hietogram opadu t=60 min



Rysunek 9 Hietogram opadu $t=3\text{ h}$



Rysunek 10 Hietogram opadu $t=6\text{ h}$



Rysunek 11 Hietogram opadu $t=12\text{ h}$

W wyniku przeprowadzonych symulacji obliczeniowych otrzymano bardzo szczegółowe dane. Dla każdej komórki obliczeniowej otrzymano wartości poziomów (rzędnych zw. wody), głębokości i prędkości wody w zdefiniowanych chwilach czasowych.

Wyniki obliczeń przedstawiono poniżej na przekrojach wraz z poziomem zwierciadła wody $Q_{\max 1\%}$ oraz w postaci map prędkości, głębokości i poziomów wody na tle ortofotomapy.

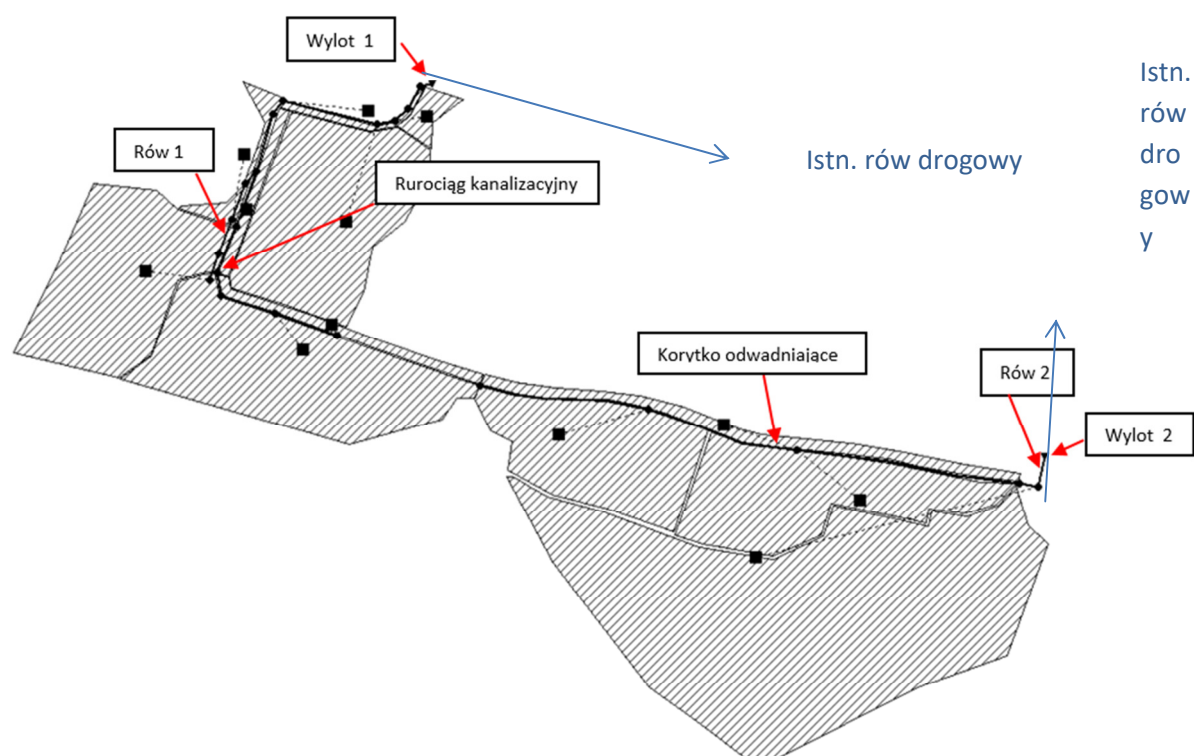


Rysunek 12 Rozkład prędkości wody spływu powierzchniowego (przykład)

Wykonane obliczenia zweryfikowano przy użyciu oprogramowania Storm Water Management System, służącego do symulacji hydraulicznych skomplikowanych układów odwodnienia. Za jego pomocą zamodelowane planowaną inwestycję i urządzenia służące odwodnieniu. Wejściem do modelu był analogiczny jak w przypadku modelu HEC-RAS opad (założono rozkład równomierny w danym czasie) nałożony na odpowiednie zlewnie, ciężące do poszczególnych odcinków drogowych. Model uwzględnia zmienność każdej z analizowanych zlewni cząstkowych oraz geometrię rowów drogowych i rurociągów kanalizacyjnych, zmienność spadków i głębokości. Model opiera się na metodzie fali dynamicznej i uwzględnia czasowy i przestrzenny rozkład opadów i dopływów z poszczególnych odcinków analizowanego układu.

W symulacji pracy układu odwodnienia założono scenariusze opadowe dla opadów nawalnych i dłuższych, o prawdopodobieństwie miarodajnym $p=1\%$ i $p=100\%$ (opad miarodajny dla odwodnienia drogi) i o różnym czasie trwania (od $t=15$ minut do $t=3$ h).

Schemat stworzonego modelu w programie SWMM pokazano na rysunku poniżej.



Rysunek 13 Schemat projektowanej sieci odwodnienia wraz ze zlewniami

Deszcz - czas trwania i prawdopodobieństwo wystąpienia deszczu		Opad	Natężenie	Natężenie godzinowe
czas	p%	P [mm]	q [l/sha]	I [mm/h]
15 min	100	3.47	39	13.8822
30 min		4.36	24	8.725
60 min		5.48	15	5.48
3 h		7.88	7	2.627
15 min	1	32.17	357	128.67
30 min		40.63	226	81.27
60 min		49.5	138	49.5
3 h		62.03	57	20.68

Tabela 2 Natężenia wybranych deszczów obliczeniowych

Takie podejście gwarantuje dla każdego podukładu odnalezienie przypadku najmniej korzystnego, tzn. takiego, dla którego układ jest najbardziej obciążony.

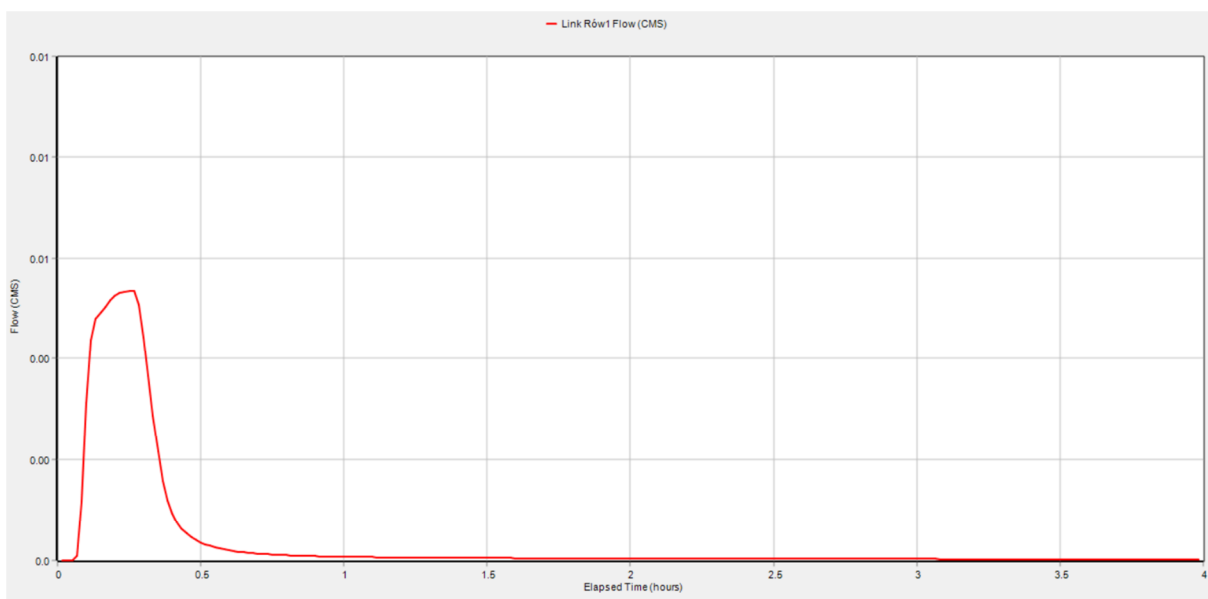
3.2. Wyniki obliczeń

Stworzony model pozwala na analizę wszystkich wielkości hydraulicznych (przepływ, napęnienie, prędkość) w każdym punkcie modelowanej sieci, w każdej chwili czasowej trwania symulacji. Poniżej zestawiono dopływy do poszczególnych odcinków systemu odwodnienia drogi oraz ich napęnienie w postaci graficznej dla analizowanych scenariuszy opadowych:

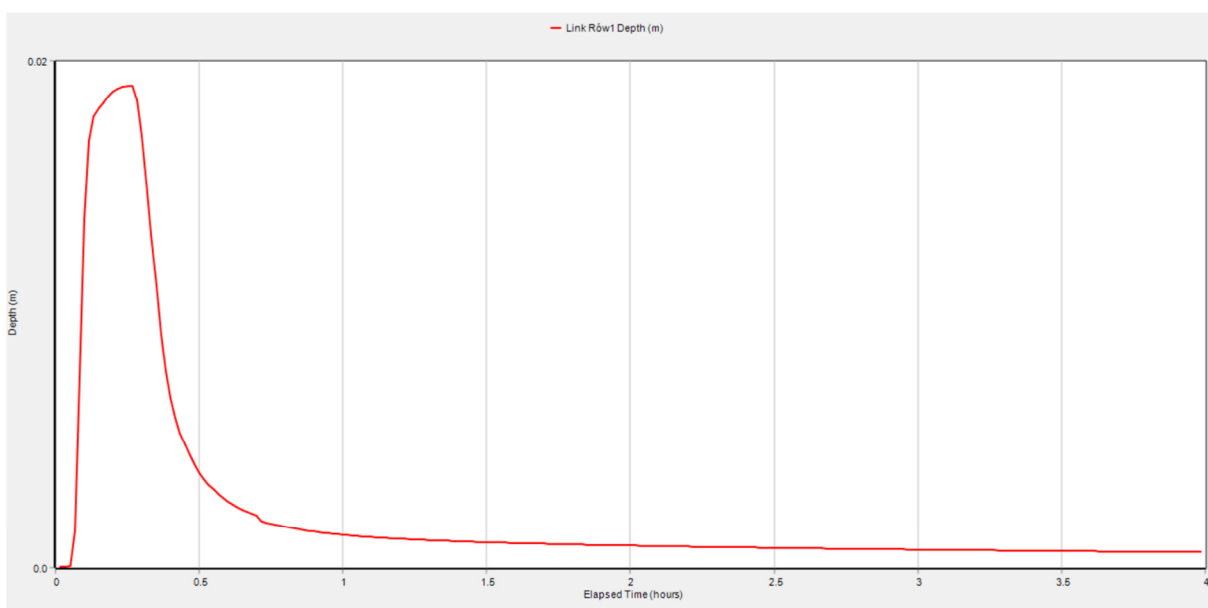
- opadu miarodajnego $p=100\%$ dla odwodnienia drogi ($p=100\%$) oraz

- opadu $p=1\%$ dla sprawdzenia działania układu odwodnienia poddanego opadom nawalnym o bardzo dużym natężeniu, w trakcie których strugi spływu koncentrują się w ok. km 0+160. Na tym odcinku zaprojektowano odcinek rowu otwartego, przechwytyującego całość napływających wód, obecnie kierujących się w stronę istniejących zabudowań.

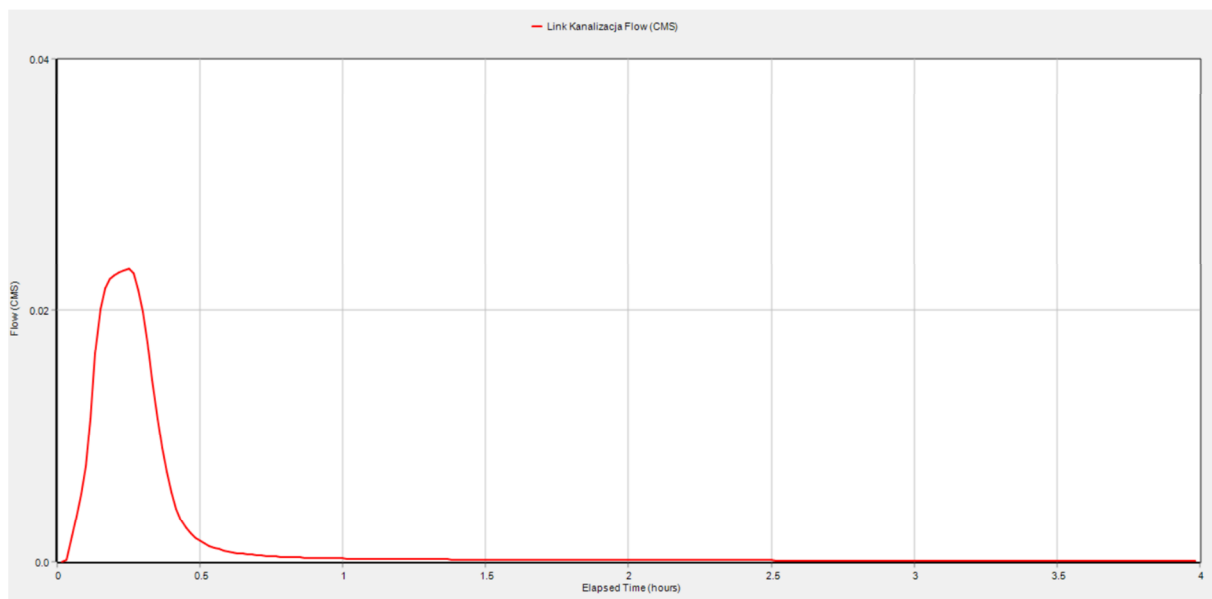
3.2.1. Deszcz o prawdopodobieństwie p100% i czasie trwania 15 min



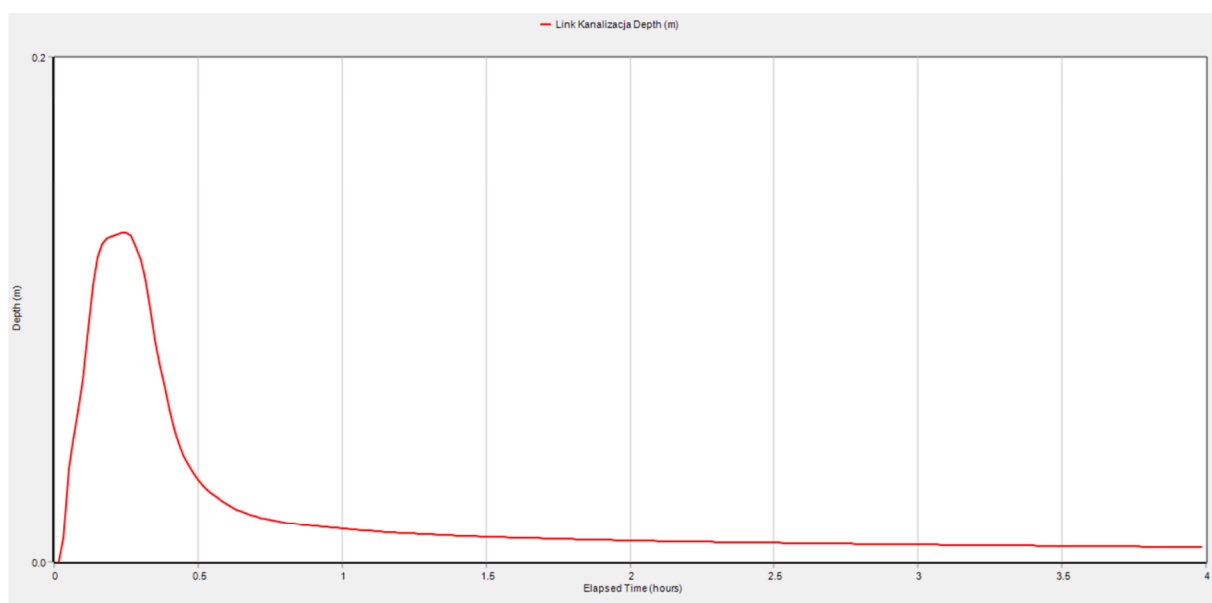
Rysunek 14 Przepływ w Rowie 1 dla deszczu p100% t15 min



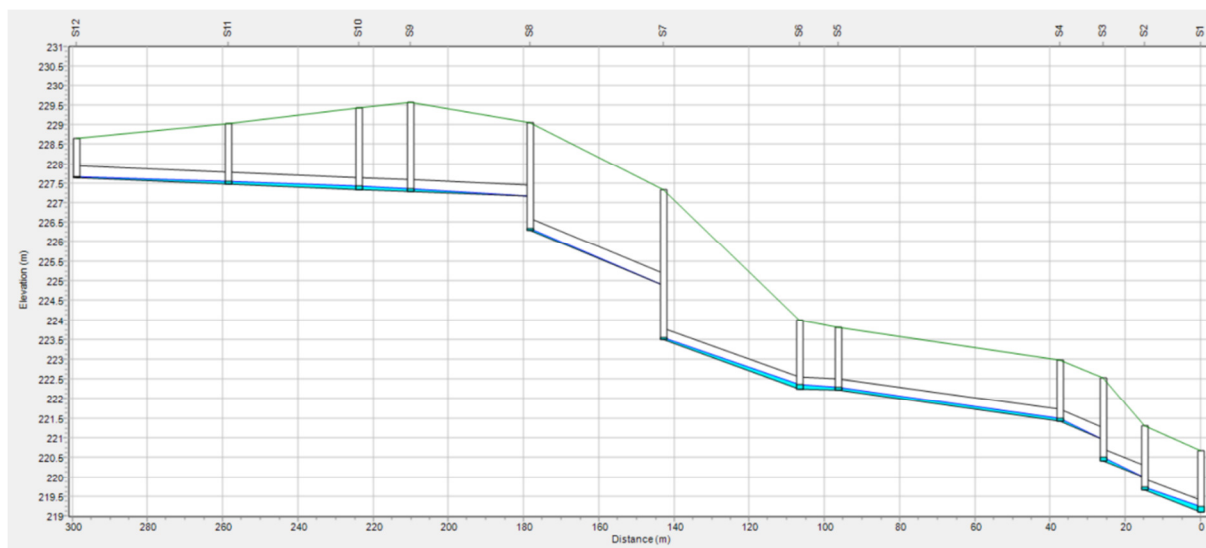
Rysunek 15 Napelnienie w Rowie 1 dla deszczu p100% t15 min



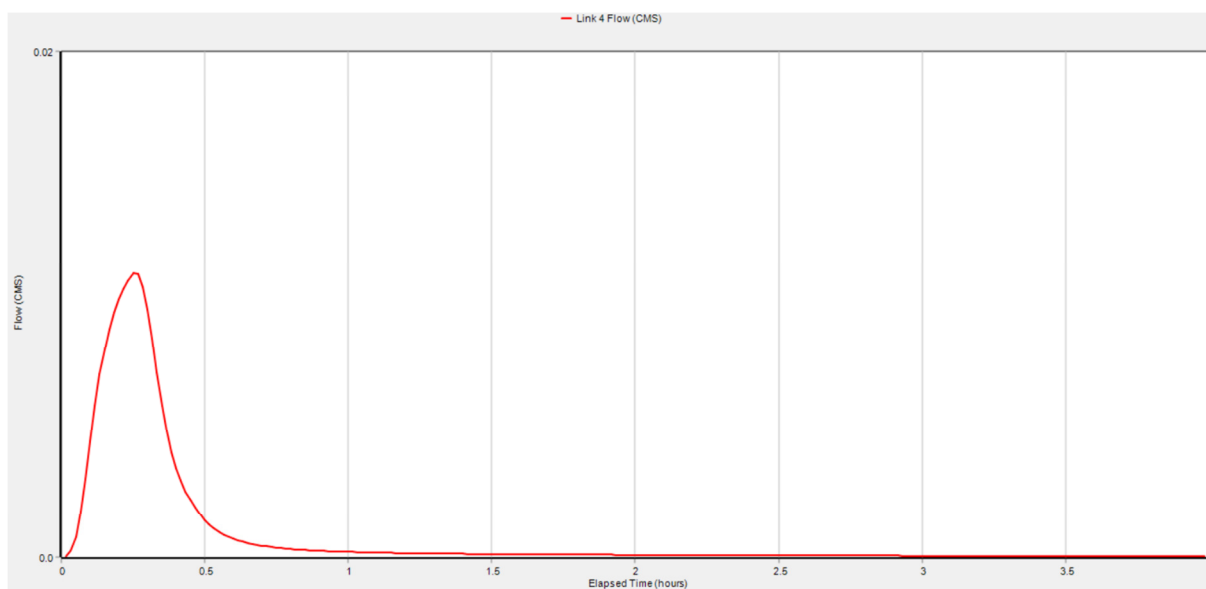
Rysunek 16 Przepływ w rurociągu kanalizacyjnym dla deszczu p100% t15 min



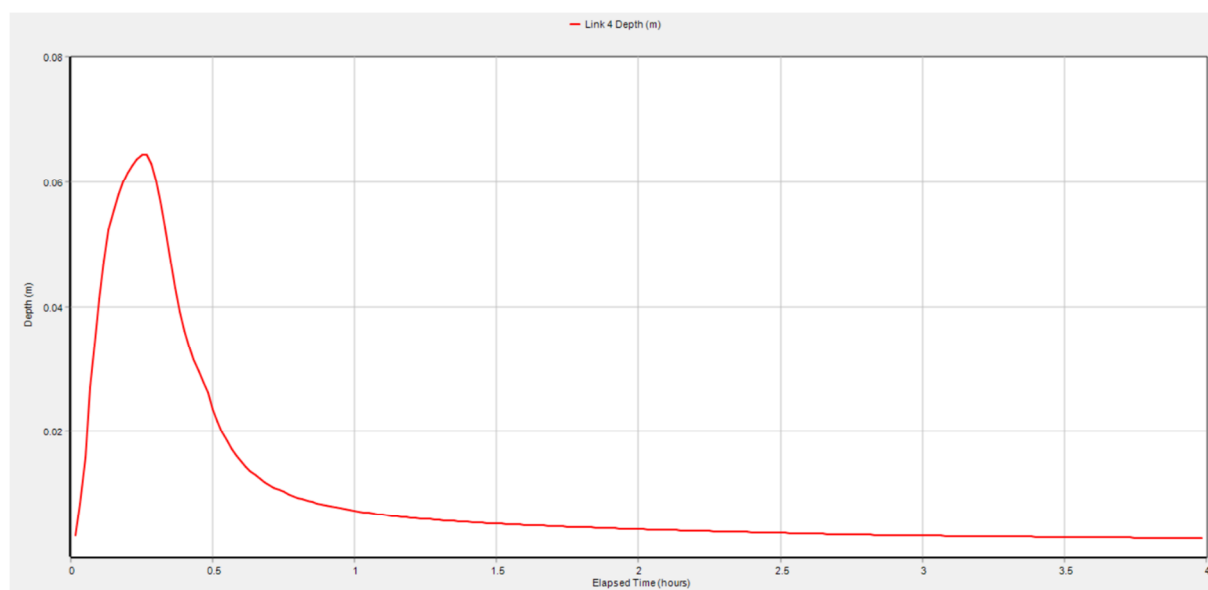
Rysunek 17 Napełnienie w rurociągu kanalizacyjnym dla deszczu p100% t15 min



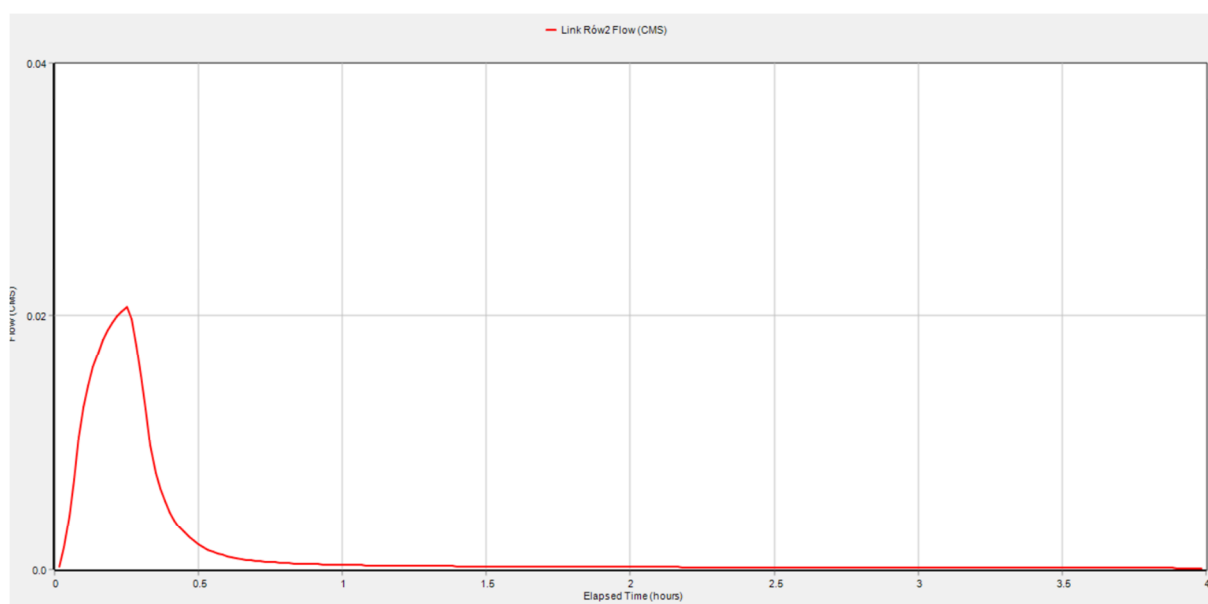
Rysunek 18 Profil kanalizacji wraz z maksymalnym napełnieniem dla deszczu p100% t15 min



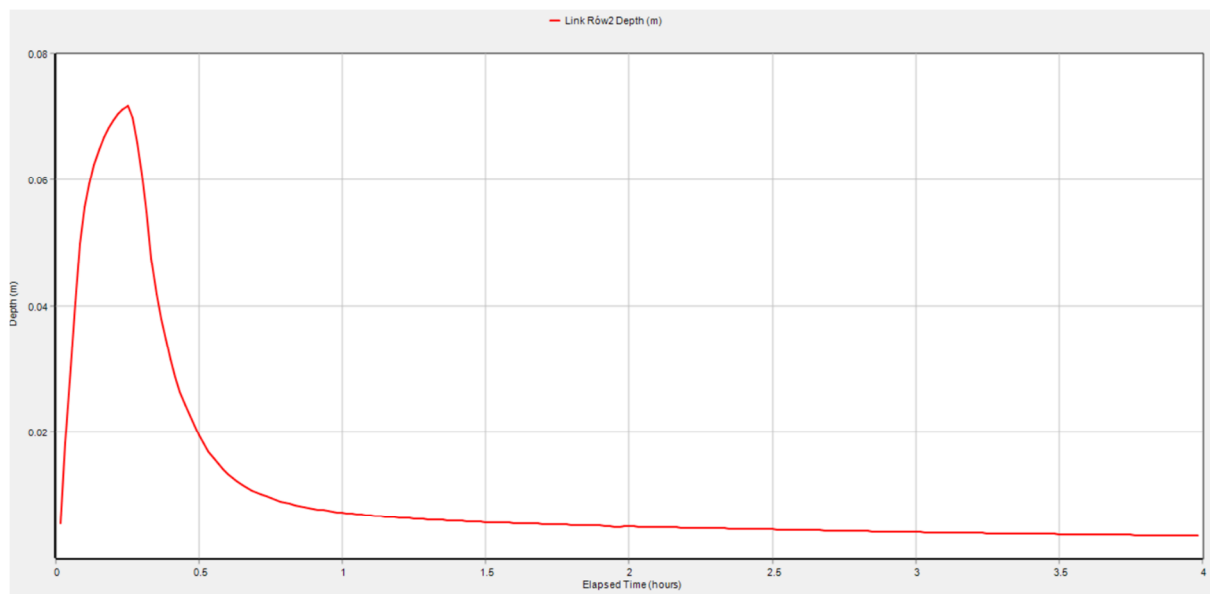
Rysunek 19 Przepływ w korytku odwadniającym dla deszczu p100% t15 min



Rysunek 20 Napełnienie w korytku odwadniającym dla deszczu p100% t15 min

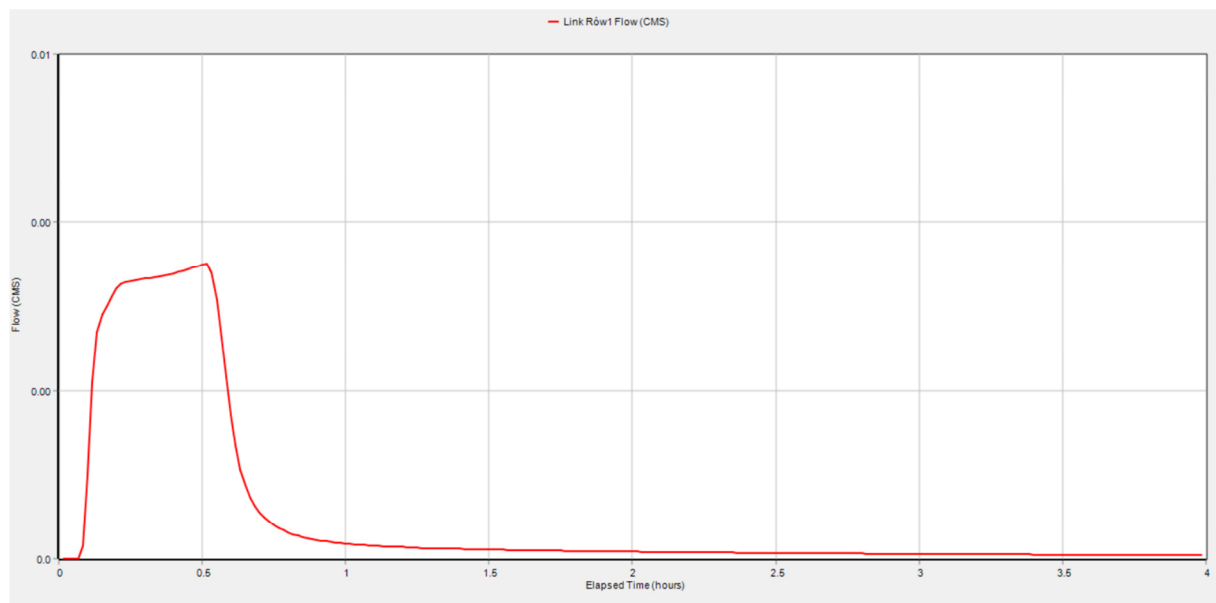


Rysunek 21 Przepływ w Rowie 2 dla deszczu p100% t15 min

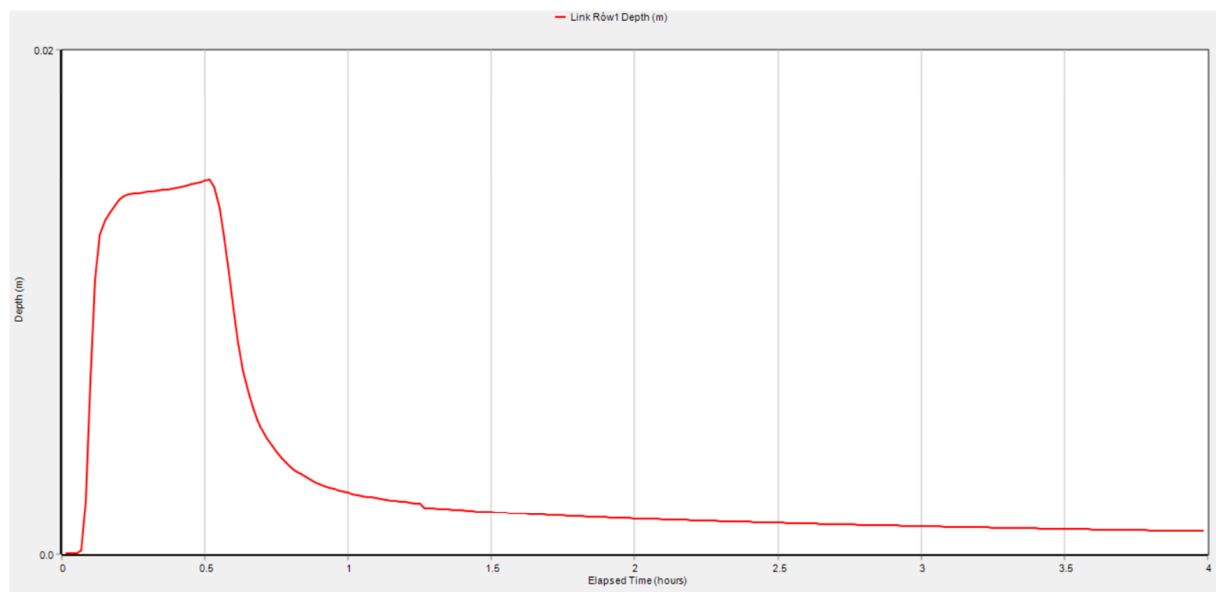


Rysunek 22 Napełnienie w Rowie 2 dla deszczu p100% t15 min

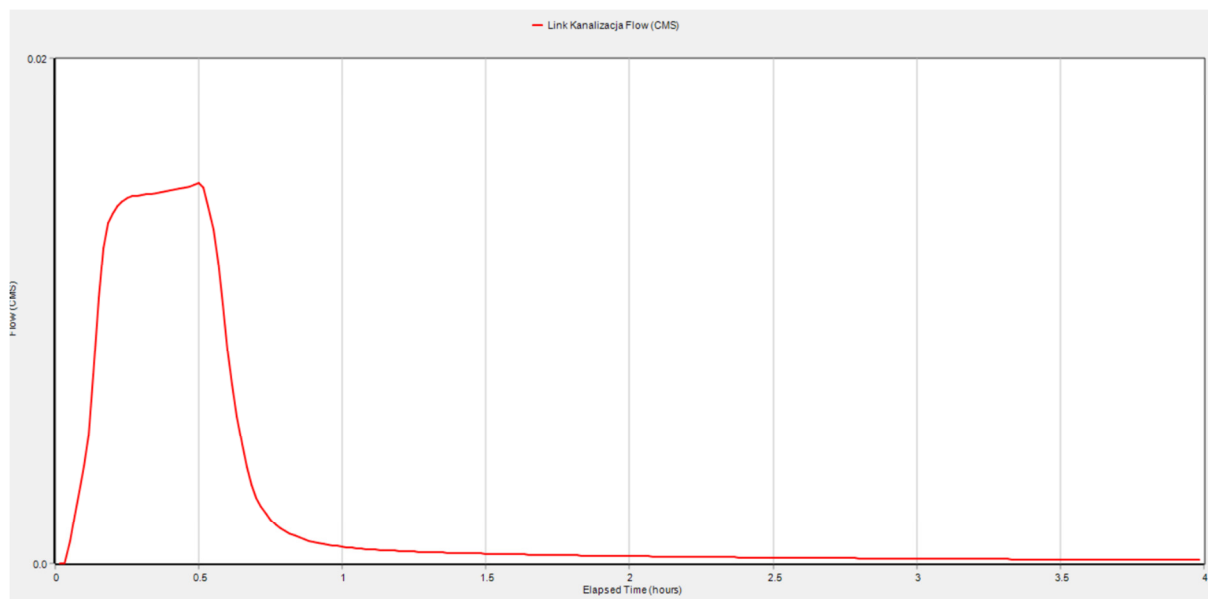
3.2.2. Deszcz o prawdopodobieństwie p100% i czasie trwania 30 min



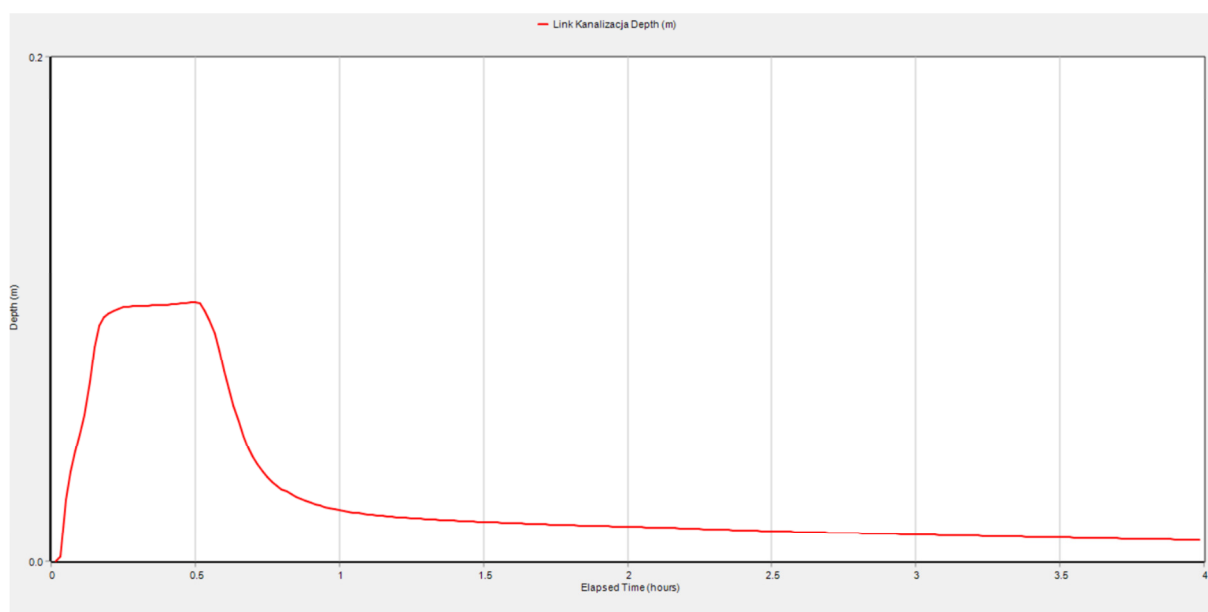
Rysunek 23 Przepływ w Rowie 1 dla deszczu p100% t30 min



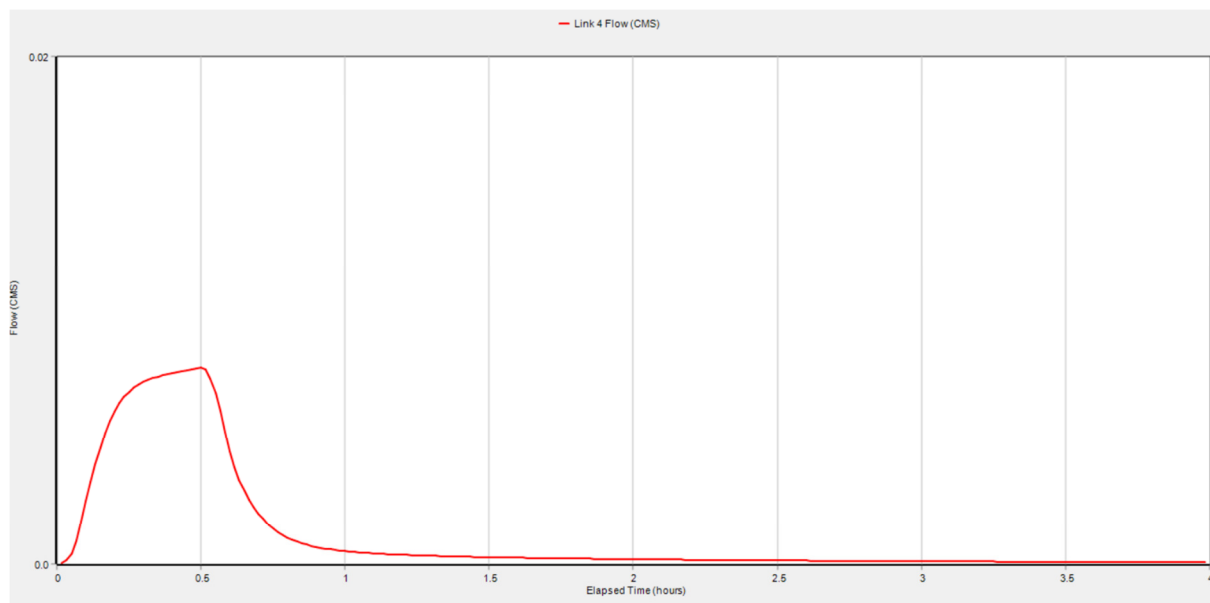
Rysunek 24 Napętnienie w Rowie 1 dla deszczu p100% t30 min



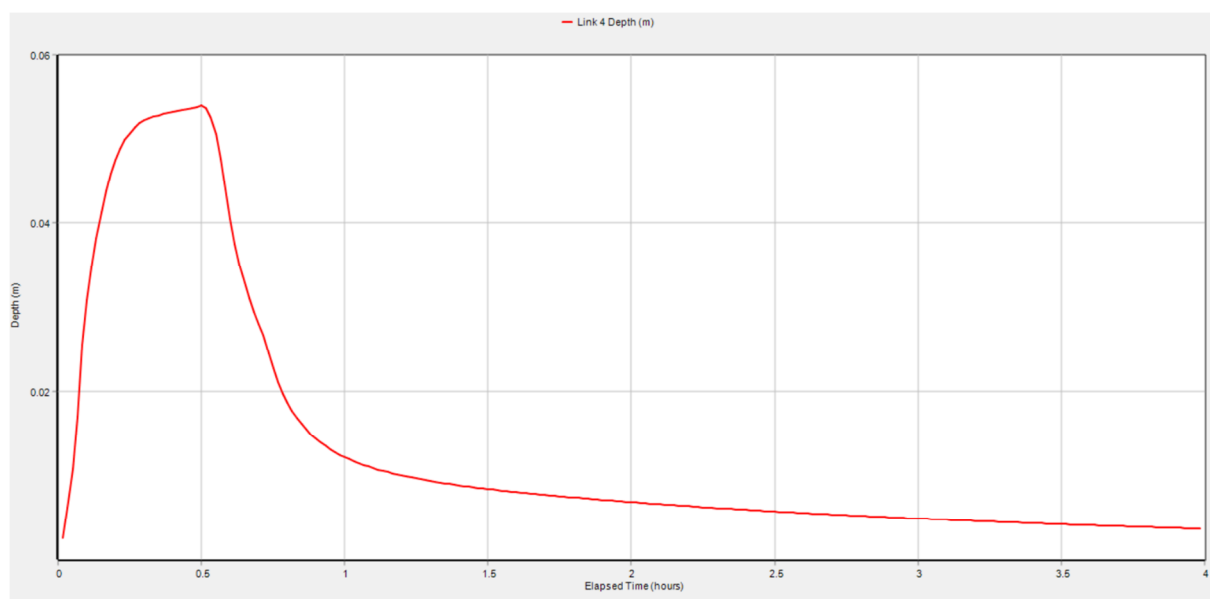
Rysunek 25 Przepływ w rurociągu kanalizacyjnym dla deszczu p100% t30 min



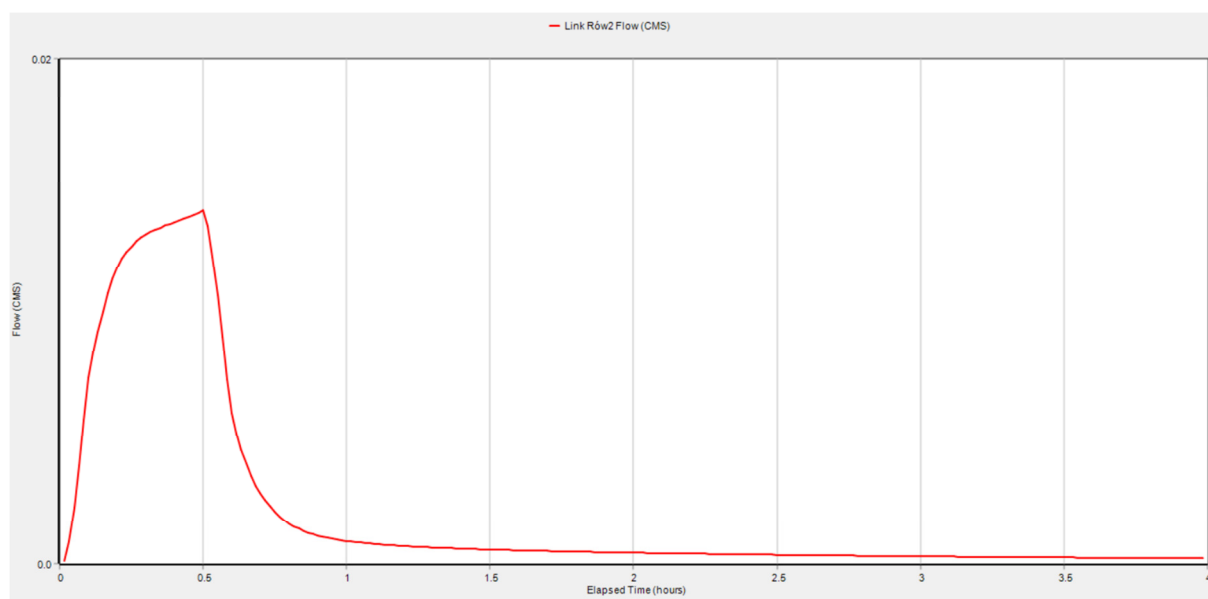
Rysunek 26 Napełnienie w rurociągu kanalizacyjnym dla deszczu p100% t30 min



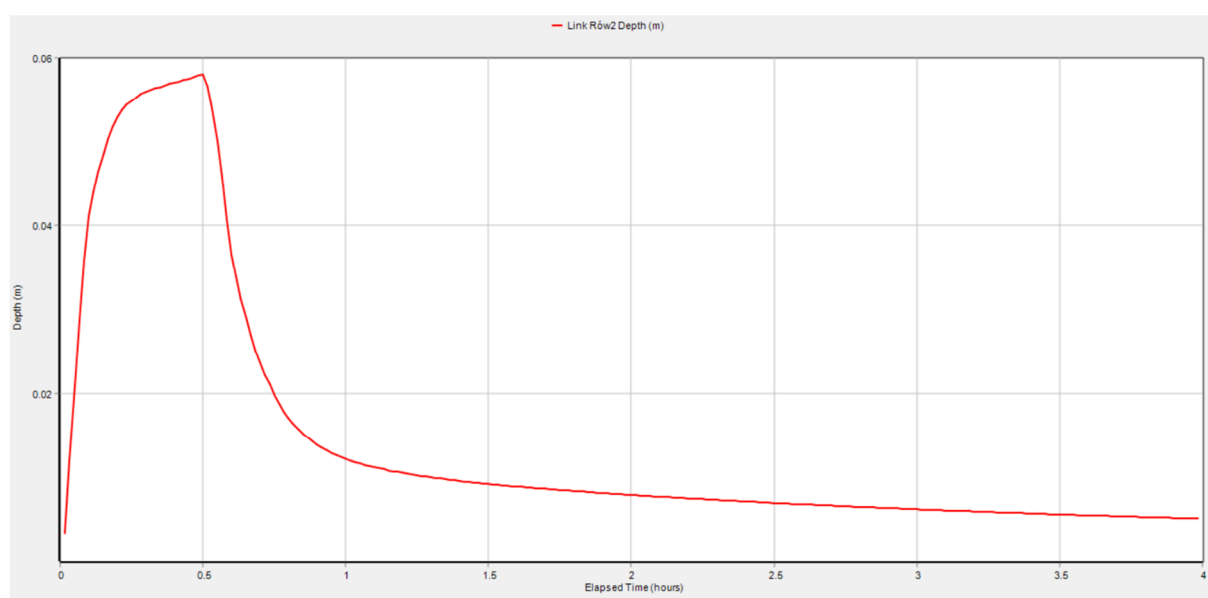
Rysunek 27 Przepływ w korytku odwadniającym dla deszczu p100% t30 min



Rysunek 28 Napętnienie w korytku odwadniającym dla deszczu p100% t30 min

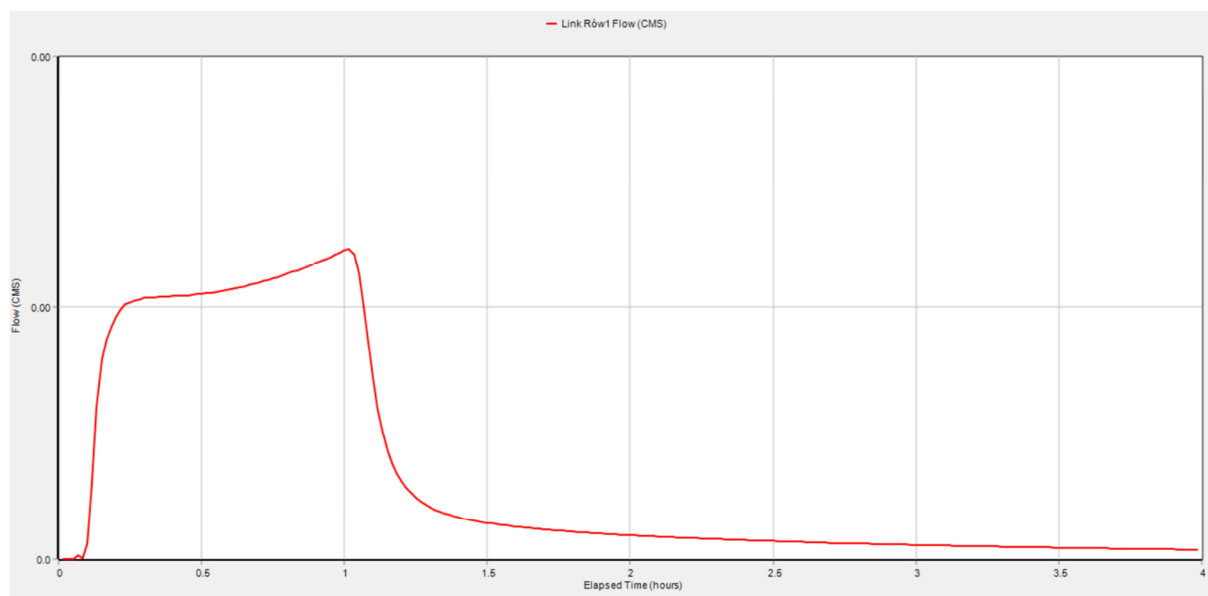


Rysunek 29 Przepływ w Rowie 2 dla deszczu p100% t30 min

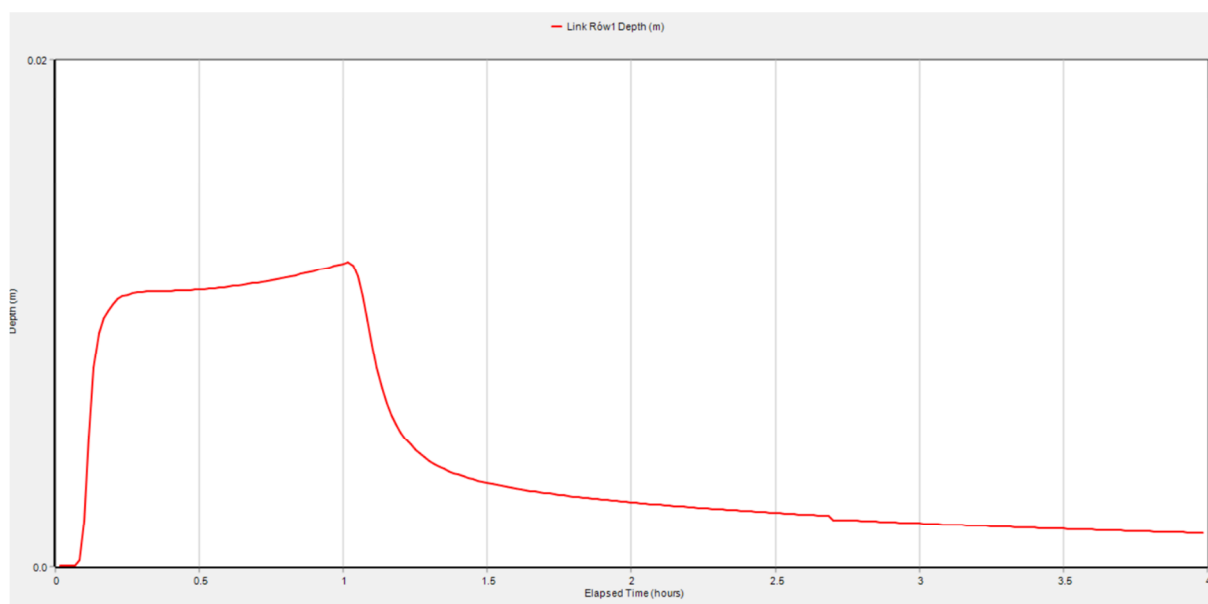


Rysunek 30 Napętnienie w Rowie 2 dla deszczu p100% t30 min

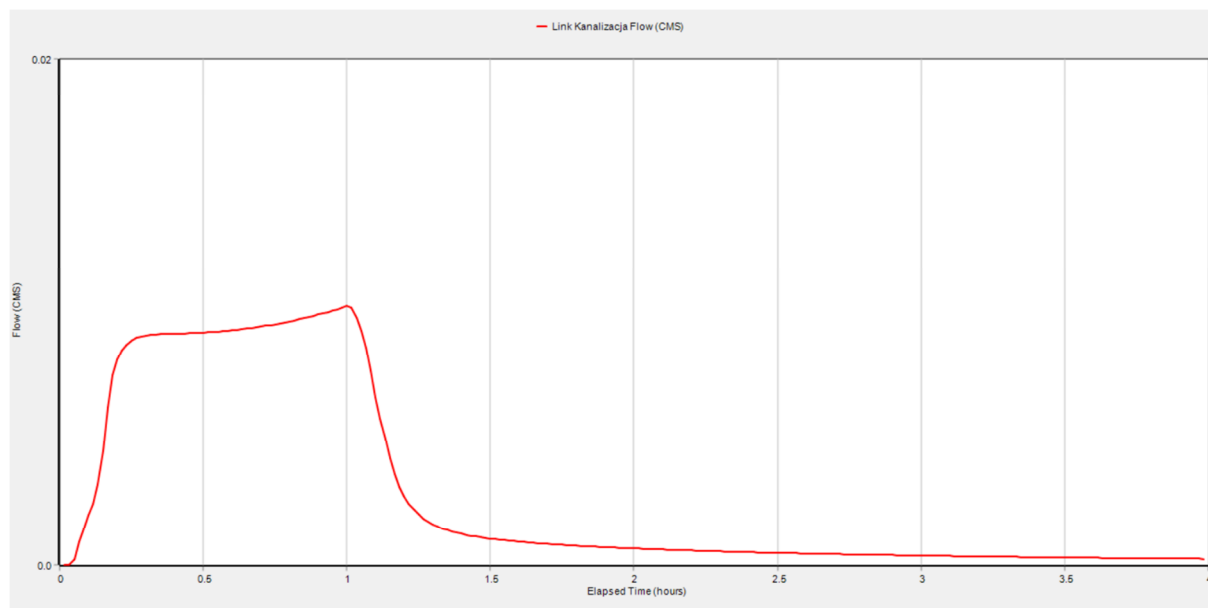
3.2.3. Deszcz o prawdopodobieństwie p100% i czasie trwania 60 min



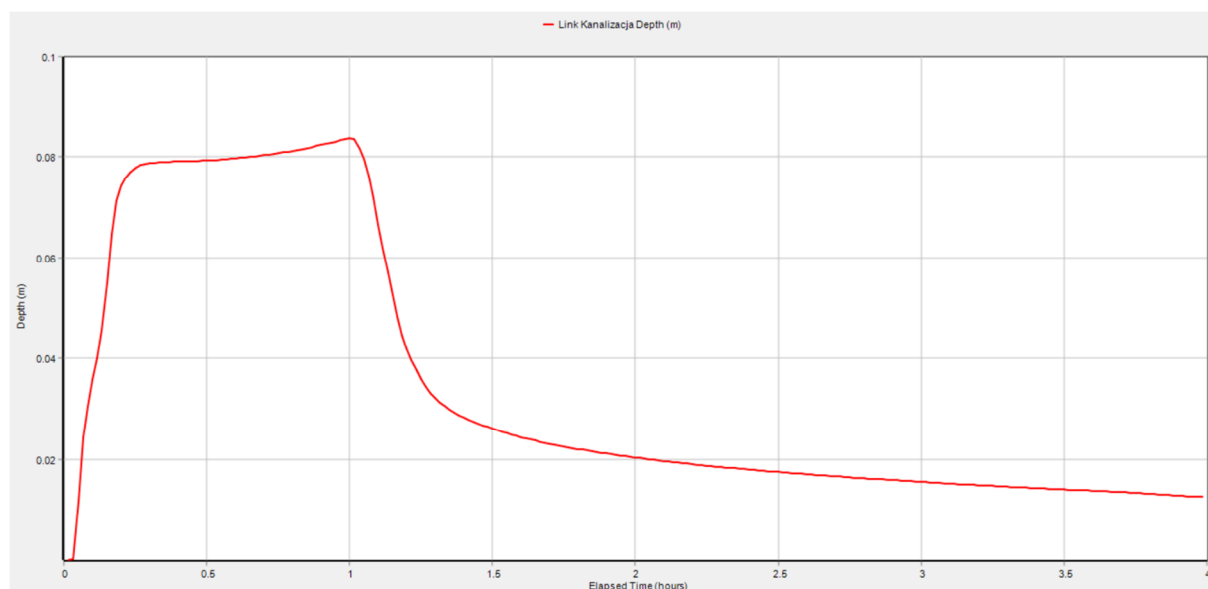
Rysunek 31 Przepływ w Rowie 1 dla deszczu p100% t60 min



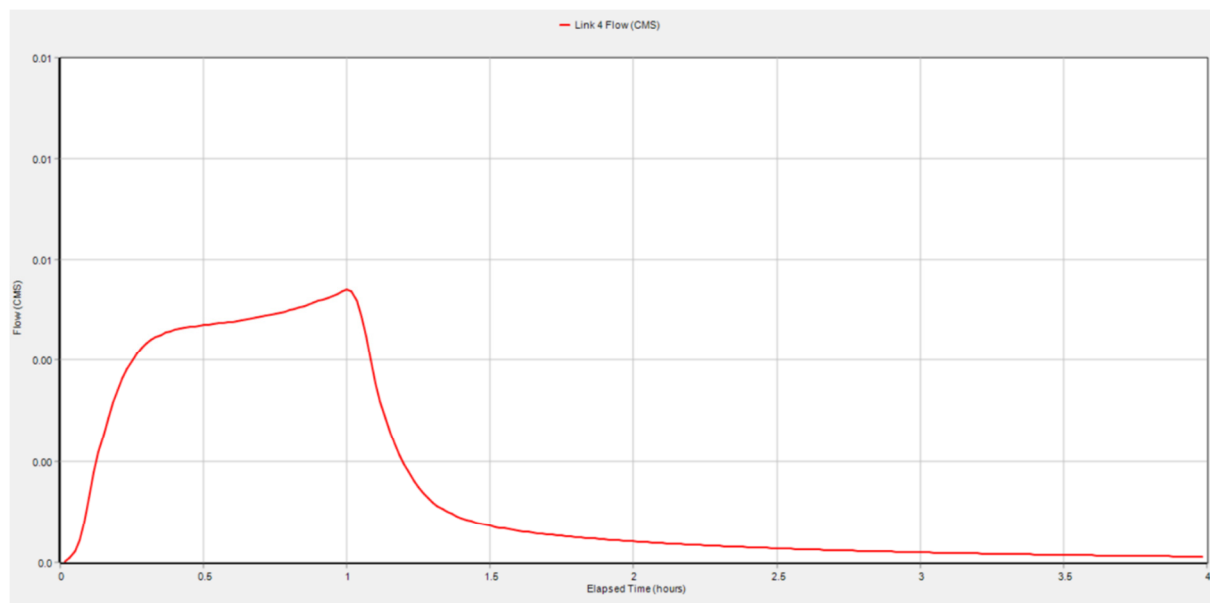
Rysunek 32 Napełnienie w Rowie 1 dla deszczu p100% t60 min



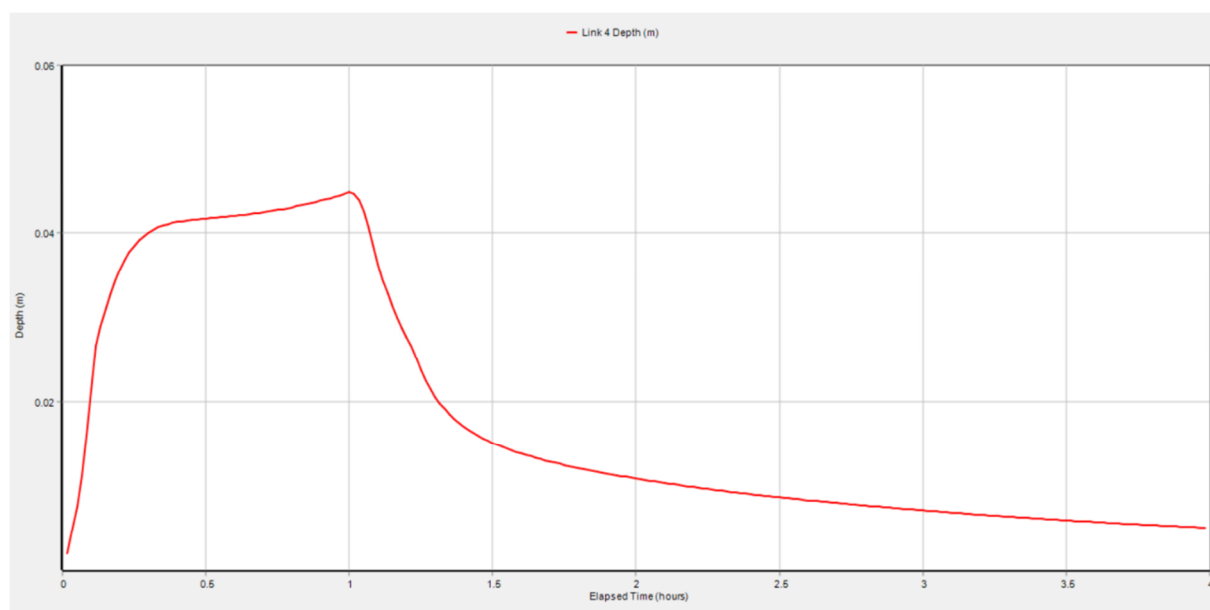
Rysunek 33 Przepływ w rurociągu kanalizacyjnym dla deszczu p100% t60 min



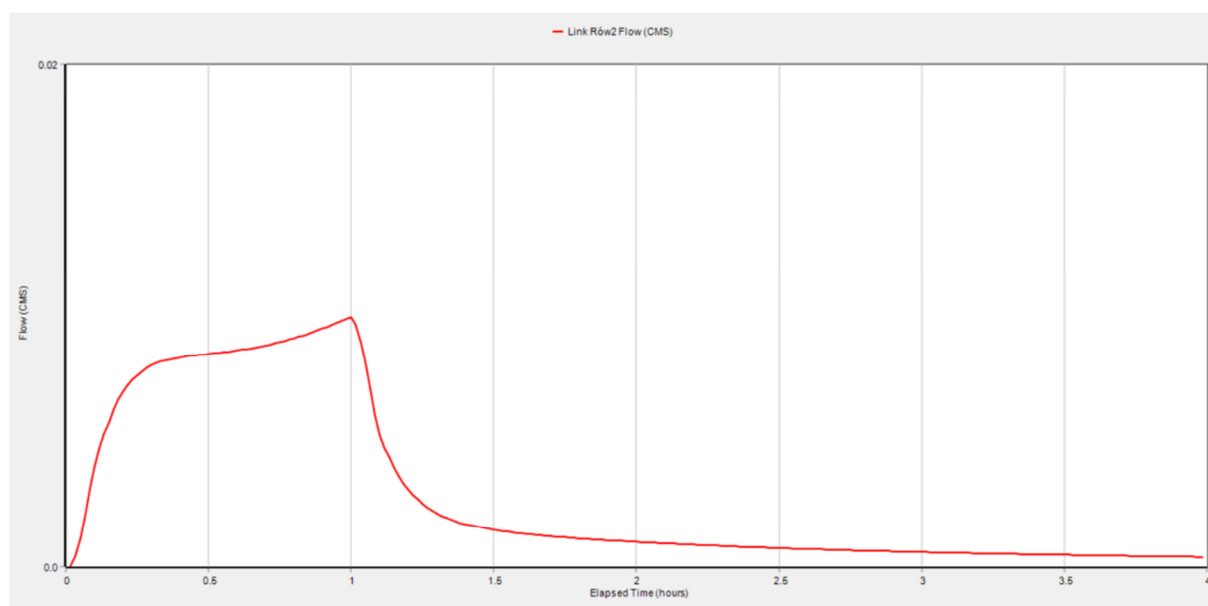
Rysunek 34 Napełnienie w rurociągu kanalizacyjnym dla deszczu p100% t60 min



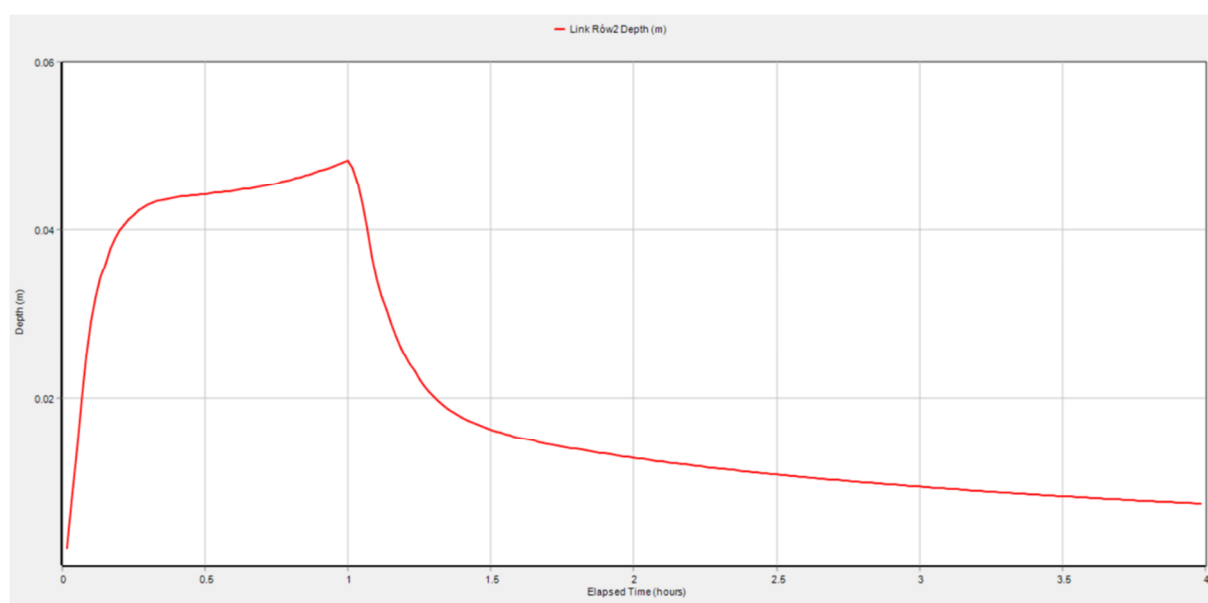
Rysunek 35 Przepływ w korytku odwadniającym dla deszczu p100% t60 min



Rysunek 36 Napętnienie w korytku odwadniającym dla deszczu p100% t60 min

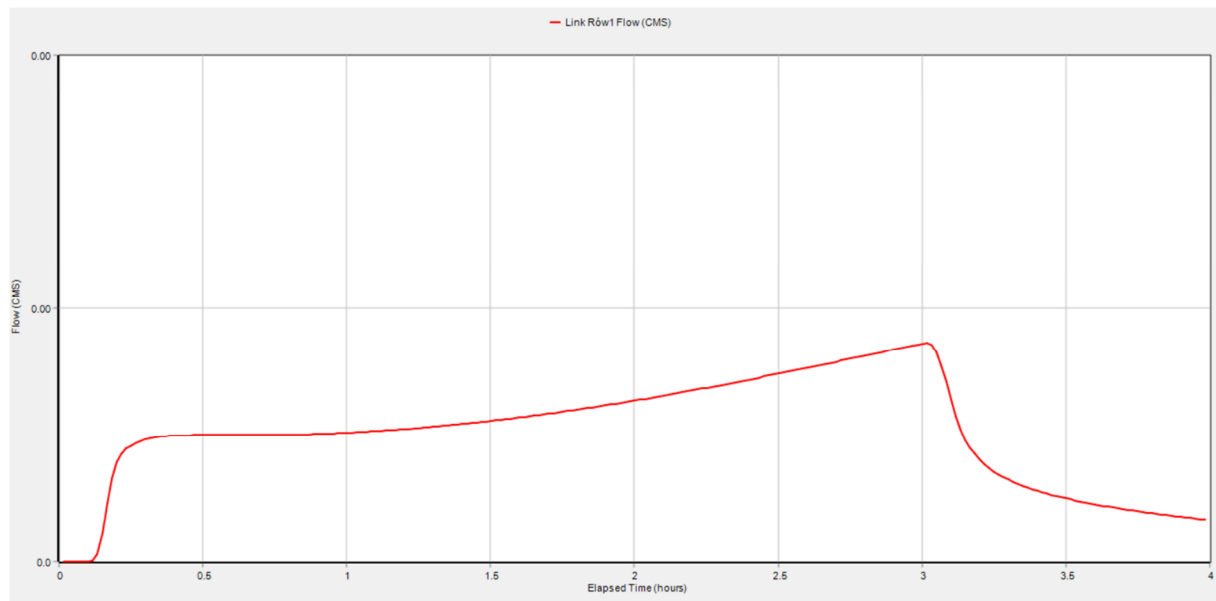


Rysunek 37 Przepływ w Rowie 2 dla deszczu p100% t60 min

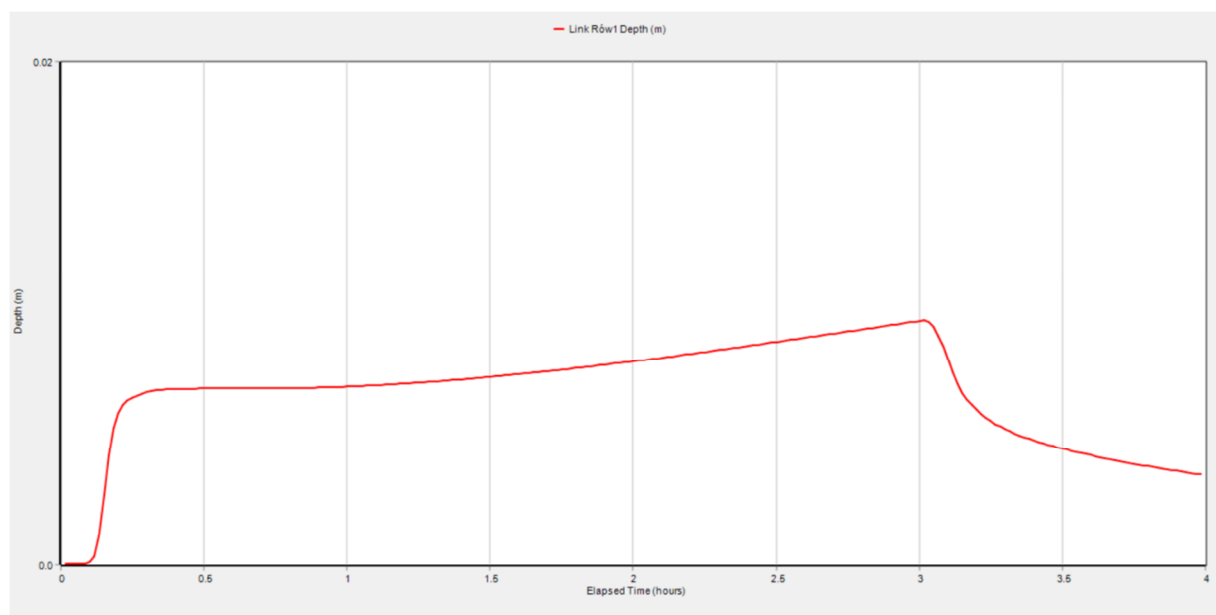


Rysunek 38 Napełnienie w Rowie 2 dla deszczu p100% t60 min

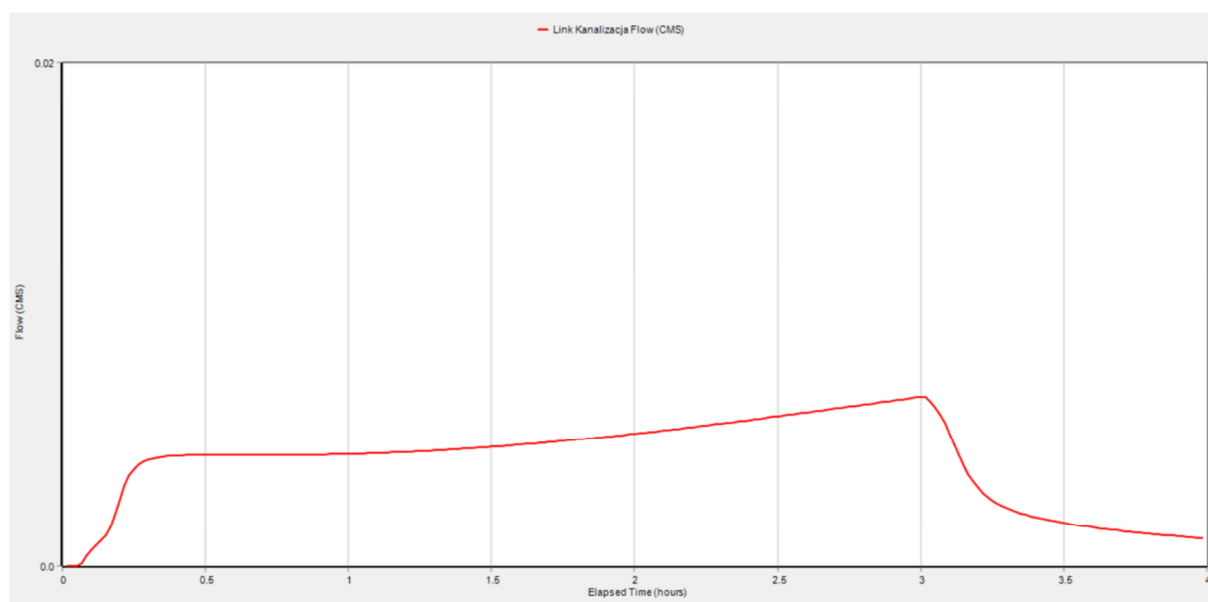
3.2.4. Deszcz o prawdopodobieństwie p100% i czasie trwania 3h



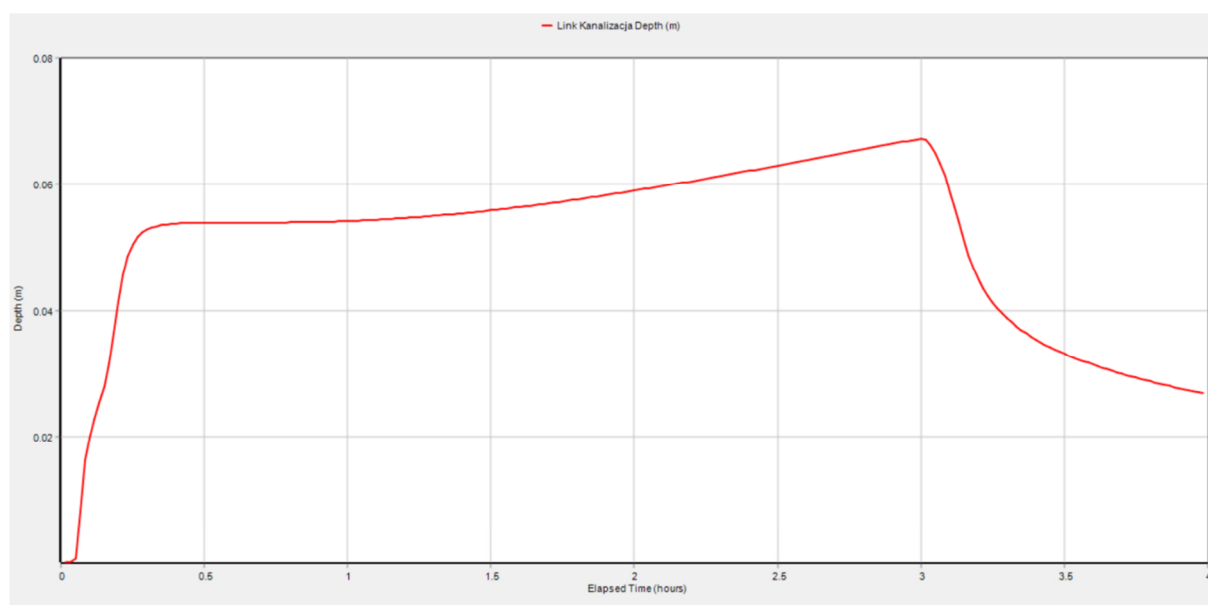
Rysunek 39 Przepływ w Rowie 1 dla deszczu p100% 3h



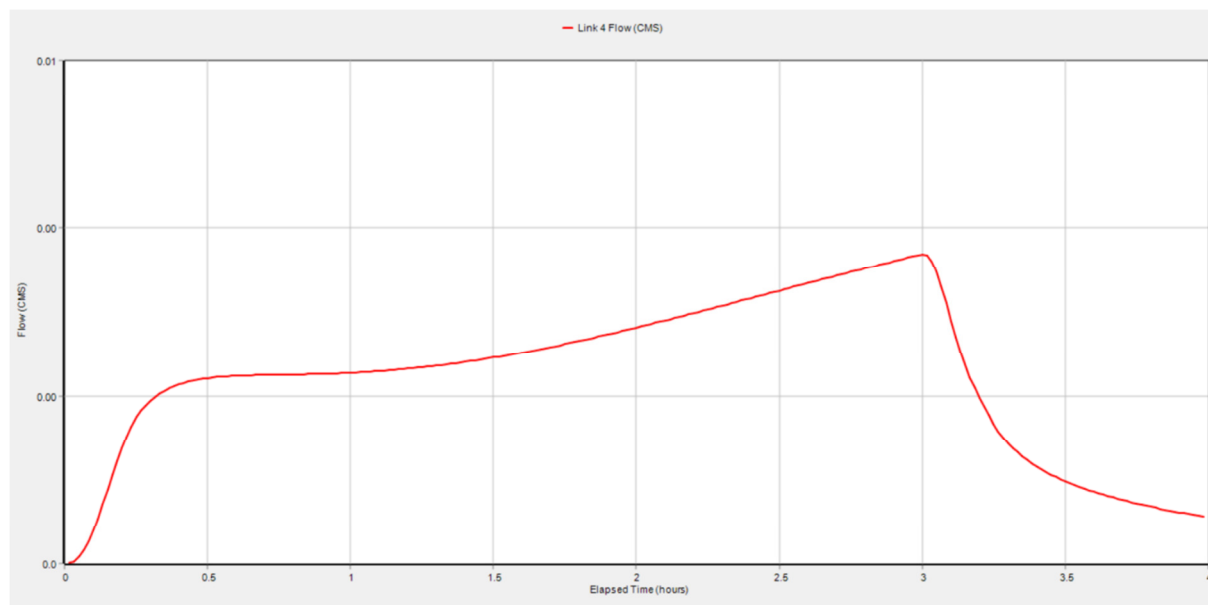
Rysunek 40 Napętnienie w Rowie 1 dla deszczu p100% 3h



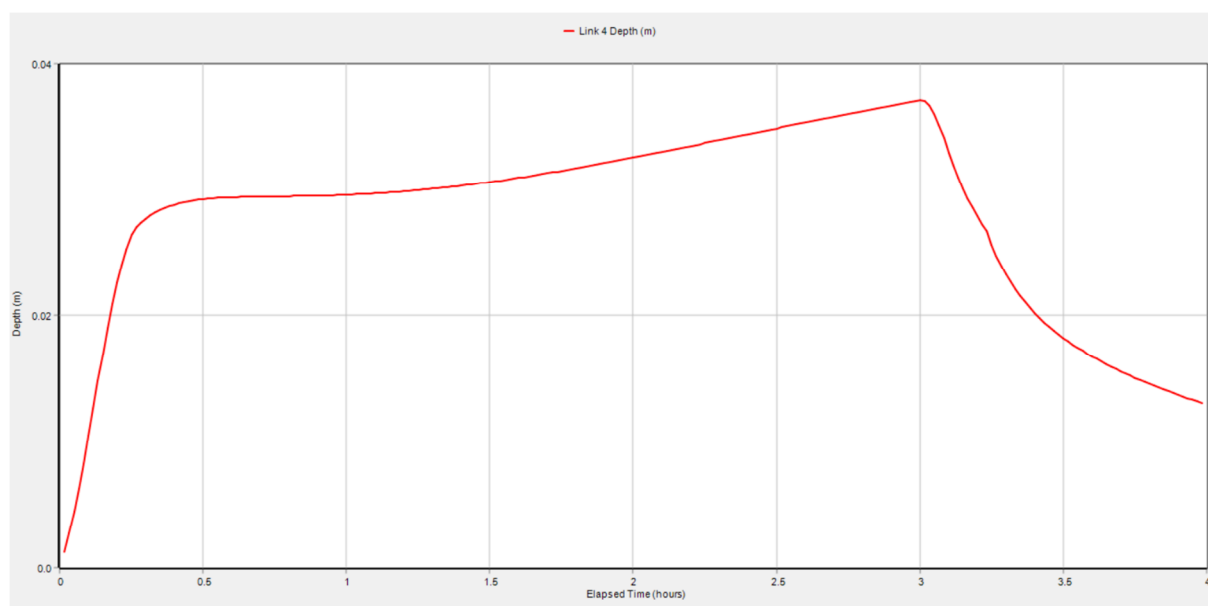
Rysunek 41 Przepływ w rurociągu kanalizacyjnym dla deszczu p100% 3h



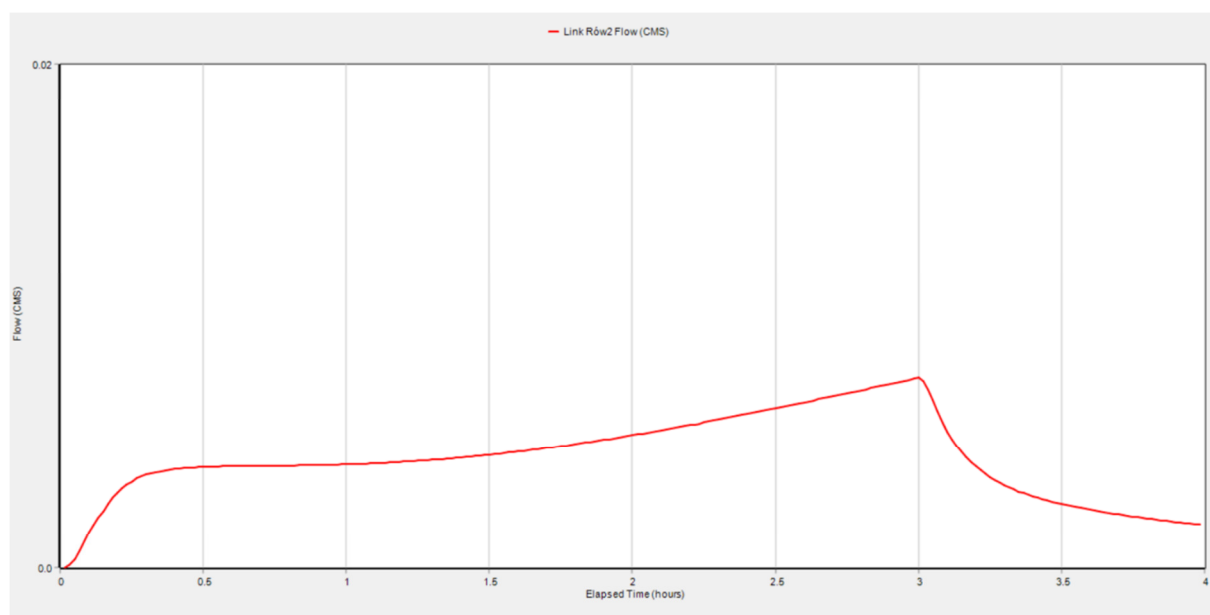
Rysunek 42 Napętnienie w rurociągu kanalizacyjnym dla deszczu p100% 3h



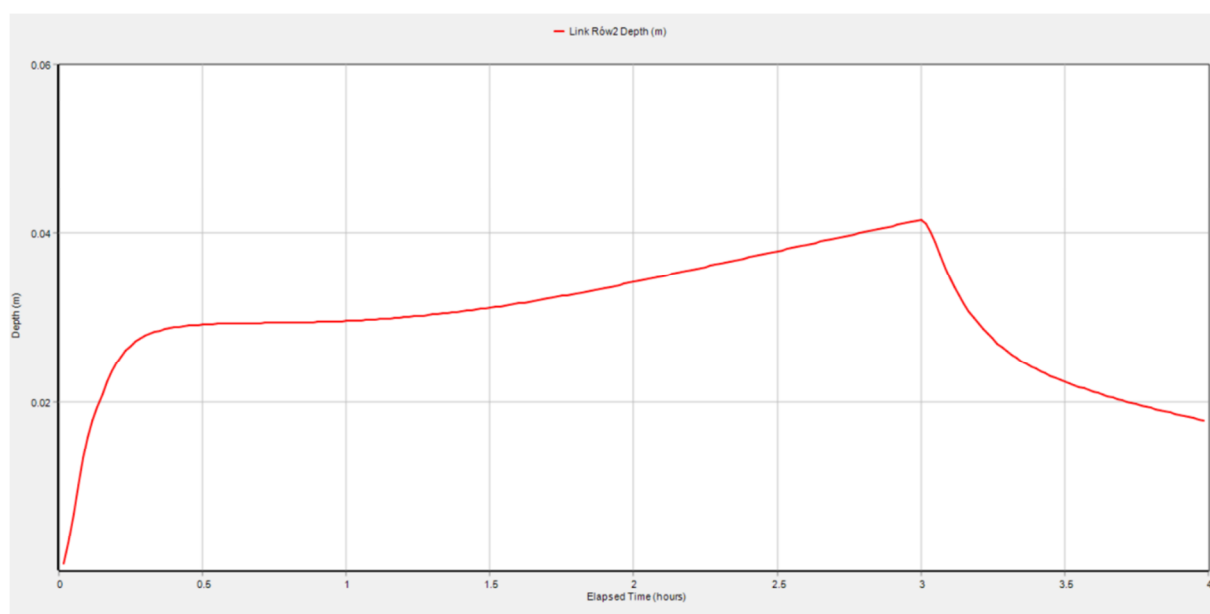
Rysunek 43 Przepływ w korytku odwadniającym dla deszczu p100% 3h



Rysunek 44 Napętnienie w korytku odwadniającym dla deszczu p100% 3h

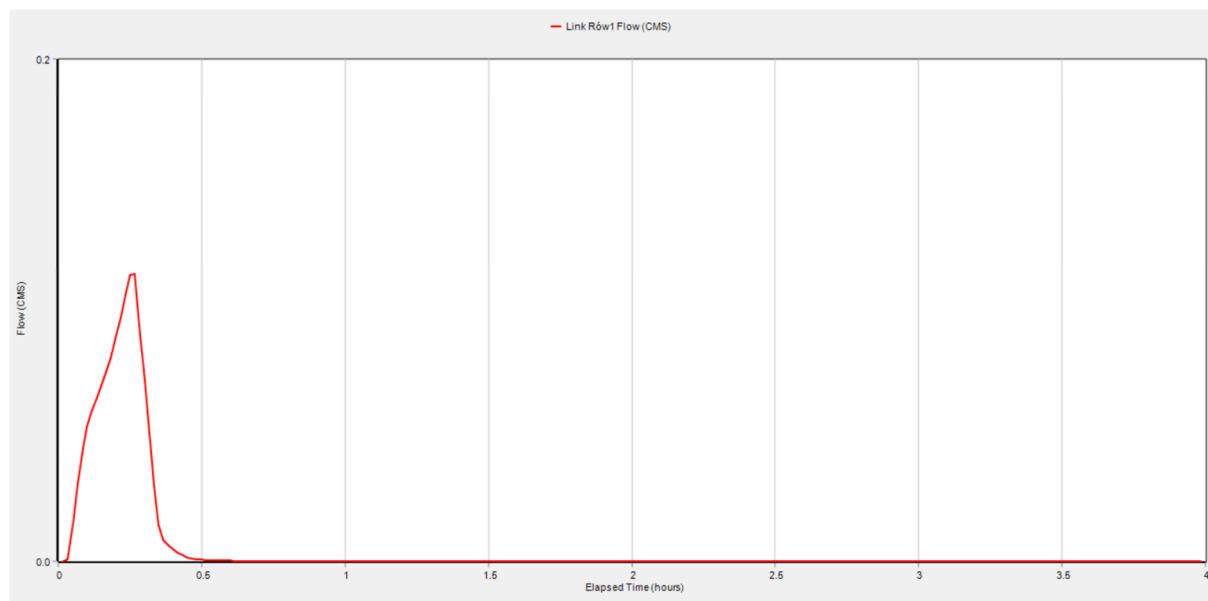


Rysunek 45 Przepływ w Rowie 2 dla deszczu p100% 3h

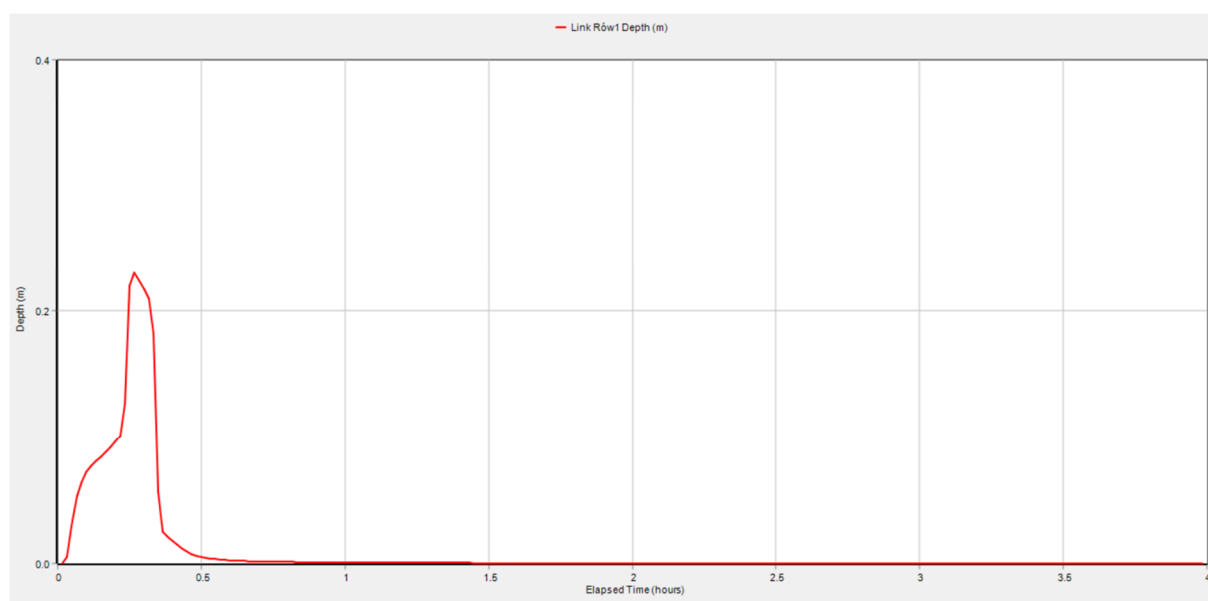


Rysunek 46 Napętnienie w Rowie 2 dla deszczu p100% 3h

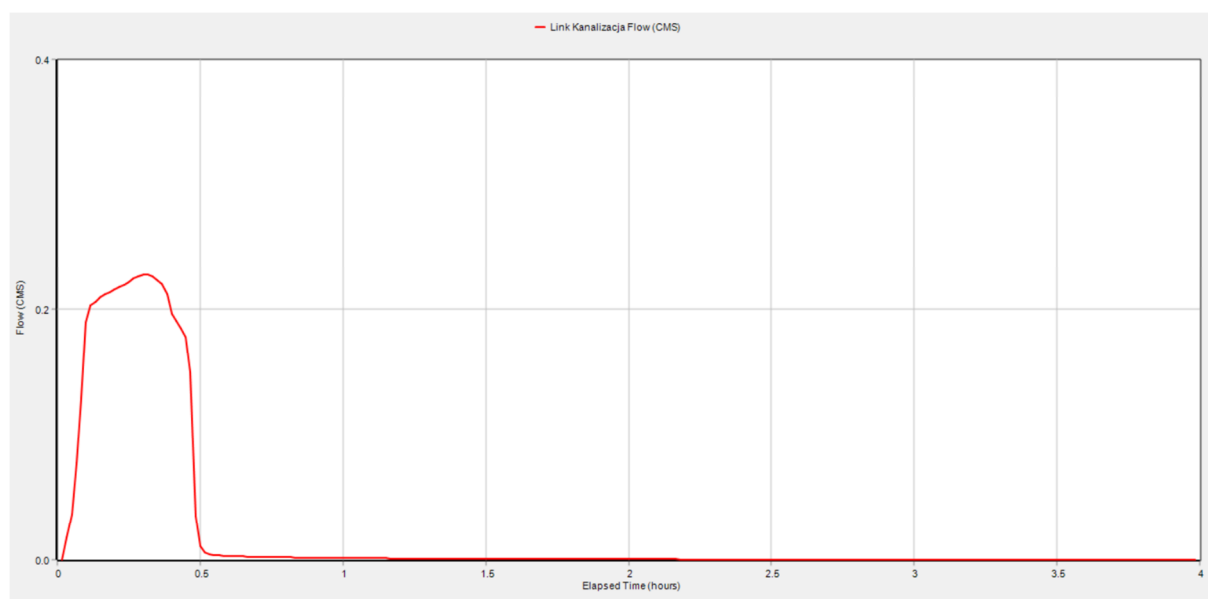
3.2.5. Deszcz o prawdopodobieństwie p1% i czasie trwania 15 min



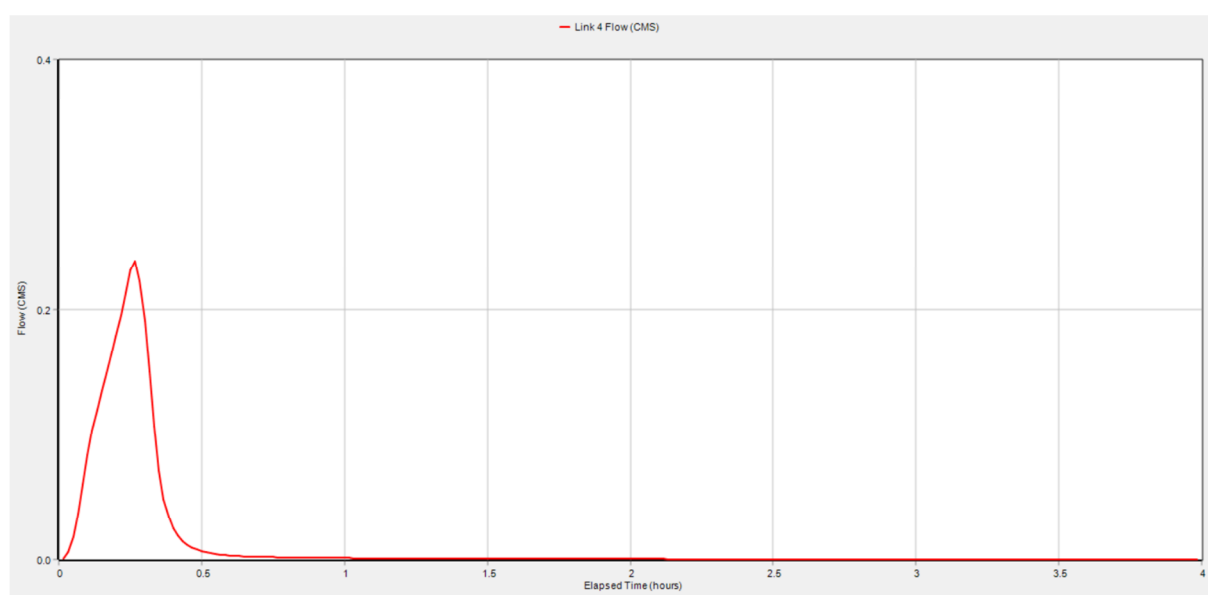
Rysunek 47 Przepływ w Rowie 1 dla deszczu p1% t15 min



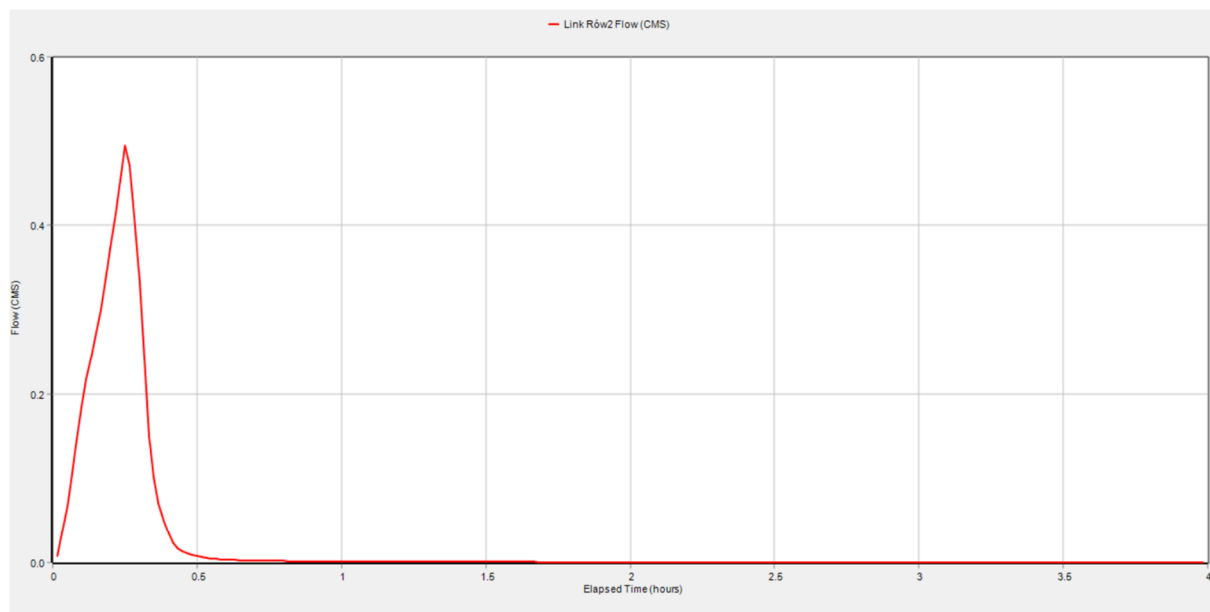
Rysunek 48 Napelnienie w Rowie 1 dla deszczu p1% t15 min



Rysunek 49 Przepływ w rurociągu kanalizacyjnym dla deszczu p1% t15 min

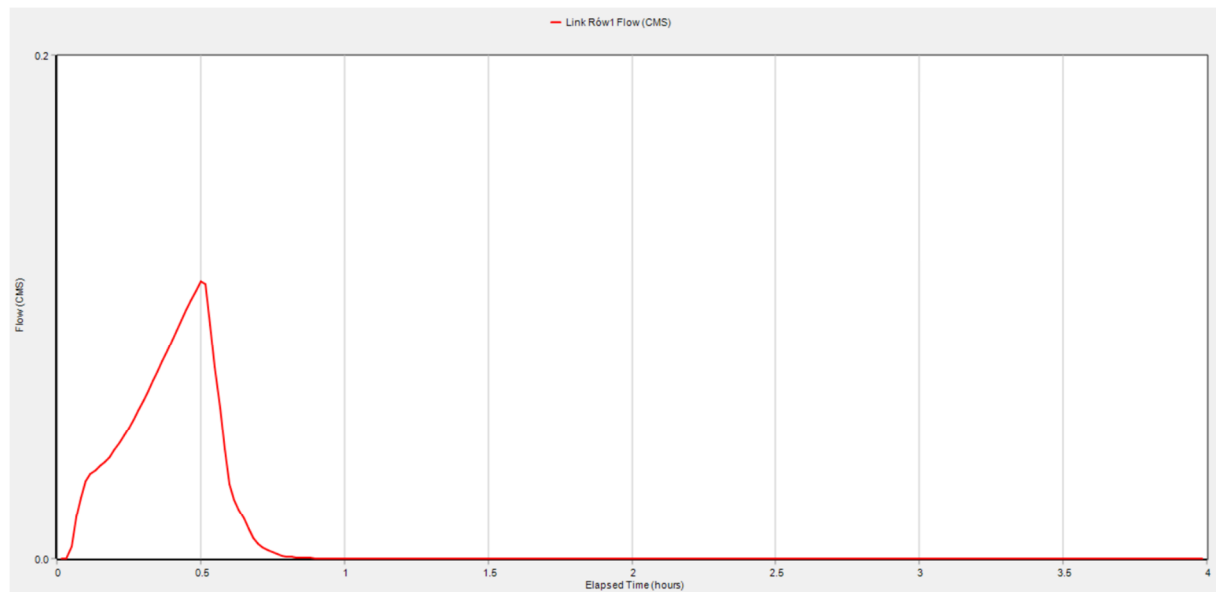


Rysunek 50 Przepływ w korytku odwadniającym dla deszczu p1% t15 min

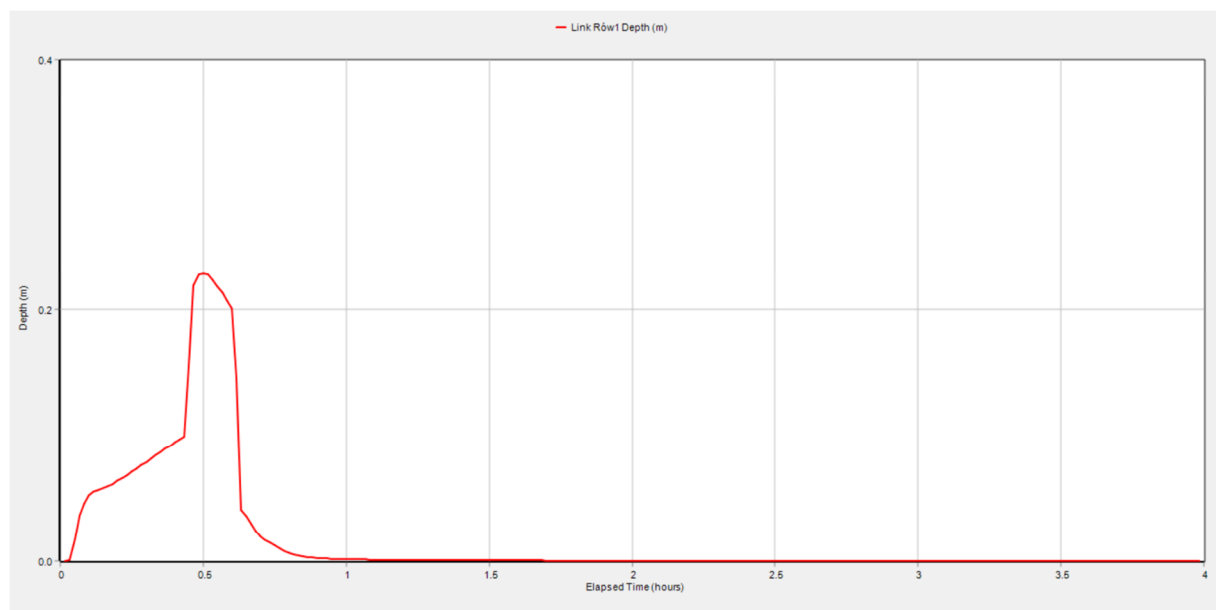


Rysunek 51 Przepływ w Rowie 2 dla deszczu p1% t15 min

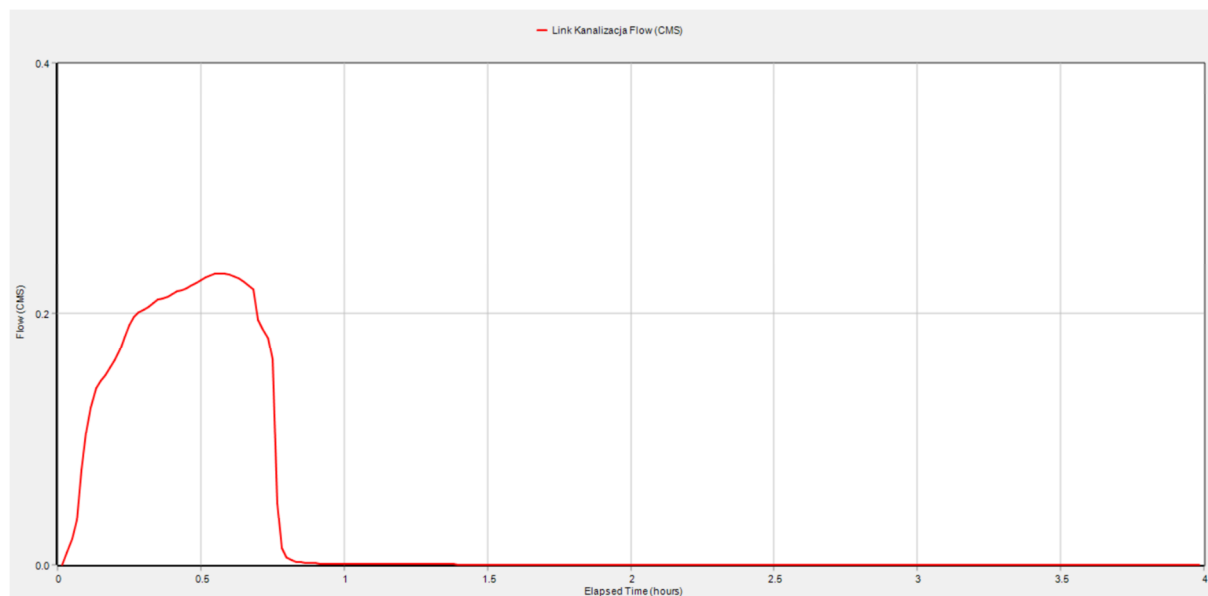
3.2.6. Deszcz o prawdopodobieństwie p1% i czasie trwania 30 min



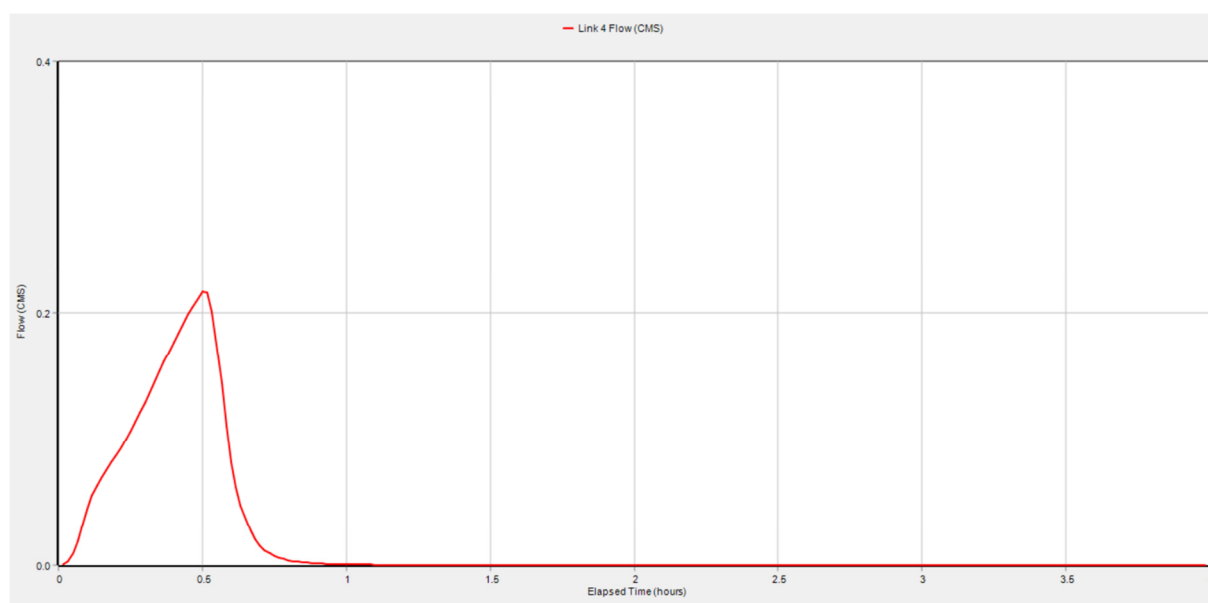
Rysunek 52 Przepływ w Rowie 1 dla deszczu p1% t30 min



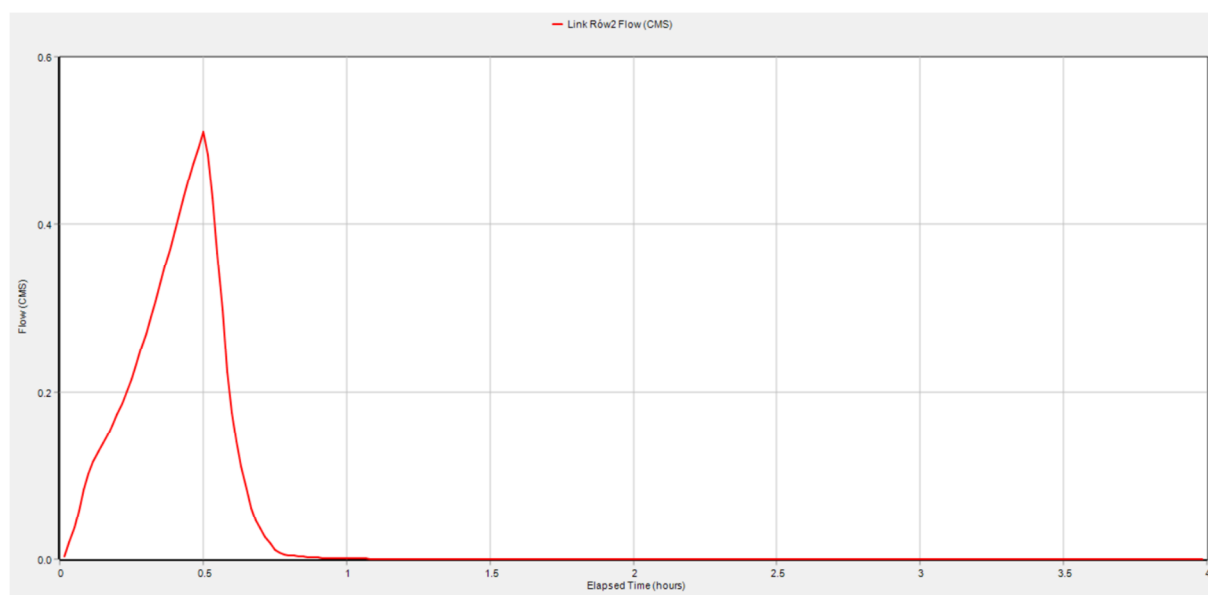
Rysunek 53 Napelnienie w Rowie 1 dla deszczu p1% t30 min



Rysunek 54 Przepływ w rurociągu kanalizacyjnym dla deszczu p1% t30 min

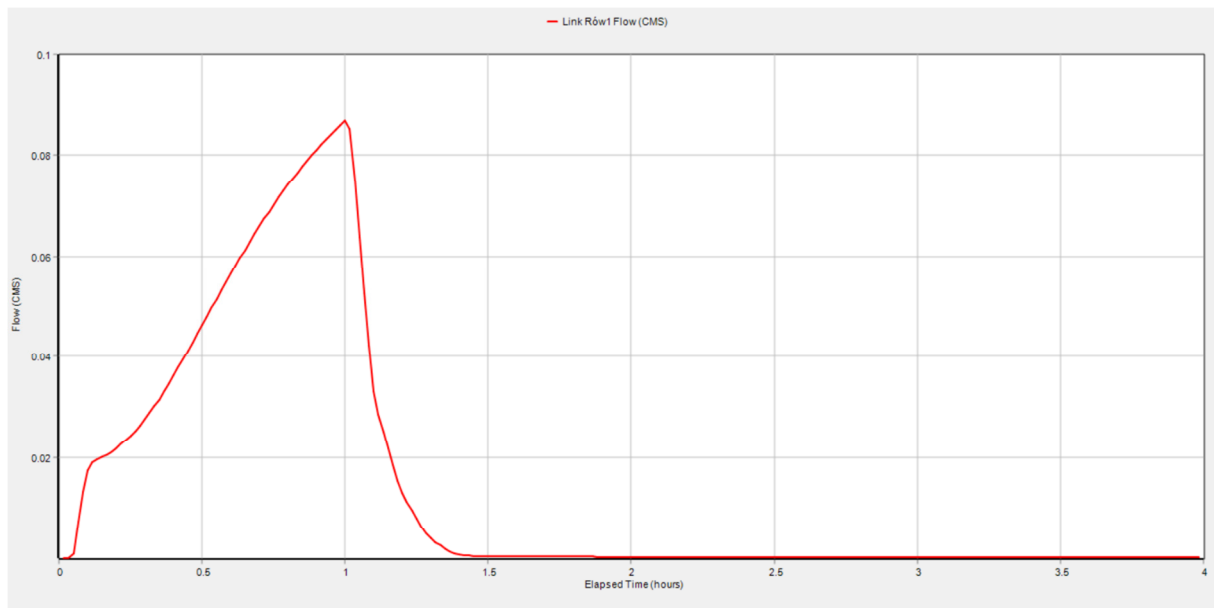


Rysunek 55 Przepływ w korytku odwadniającym dla deszczu p1% t30 min

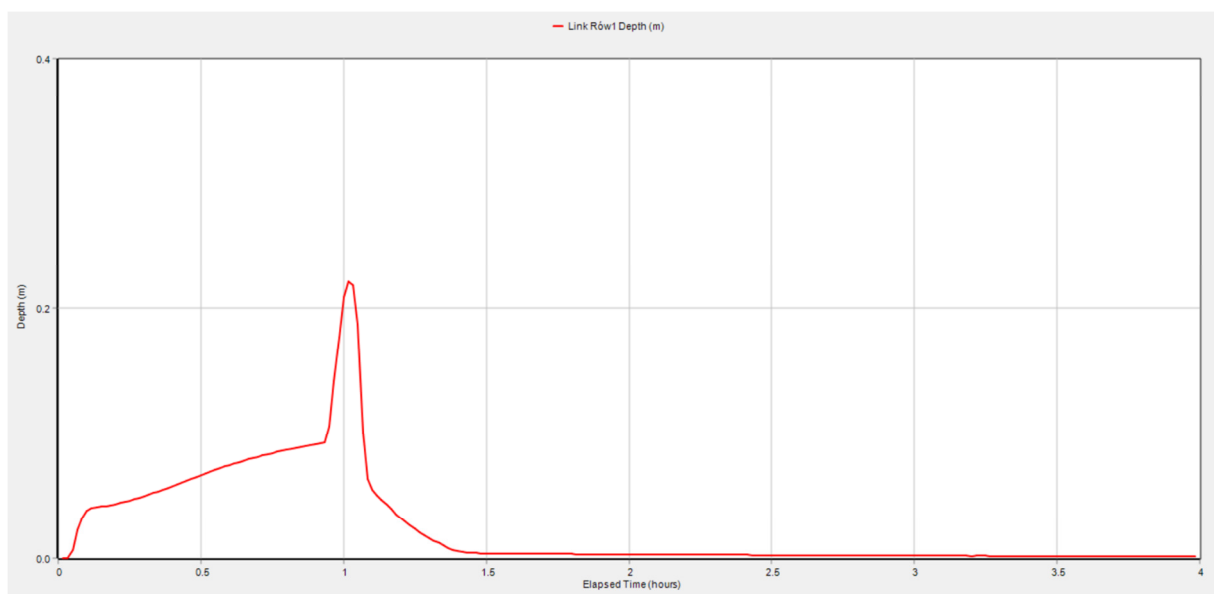


Rysunek 56 Przepływ w Rowie 2 dla deszczu p1% t30 min

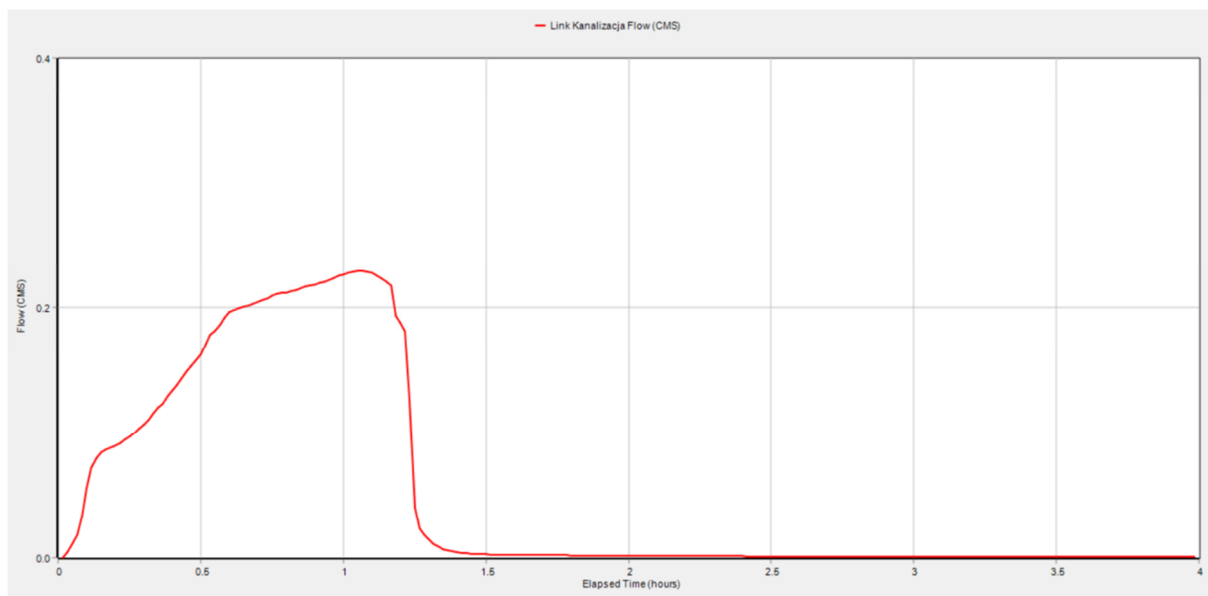
3.2.7. Deszcz o prawdopodobieństwie p1% i czasie trwania 60 min



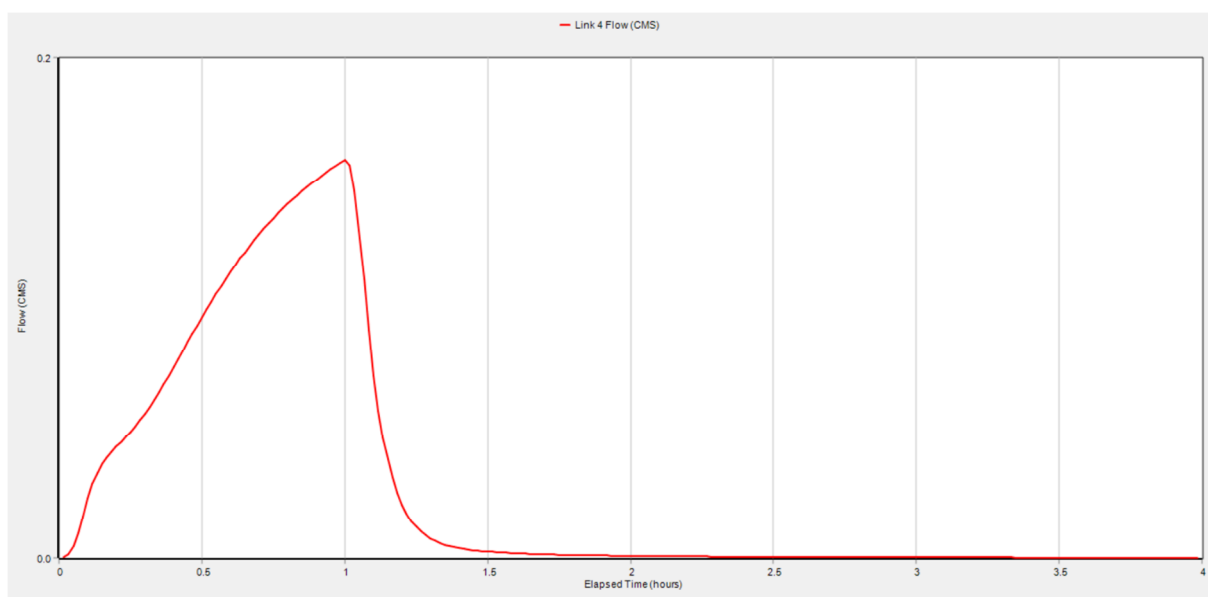
Rysunek 57 Przepływ w Rowie 1 dla deszczu p1% t60 min



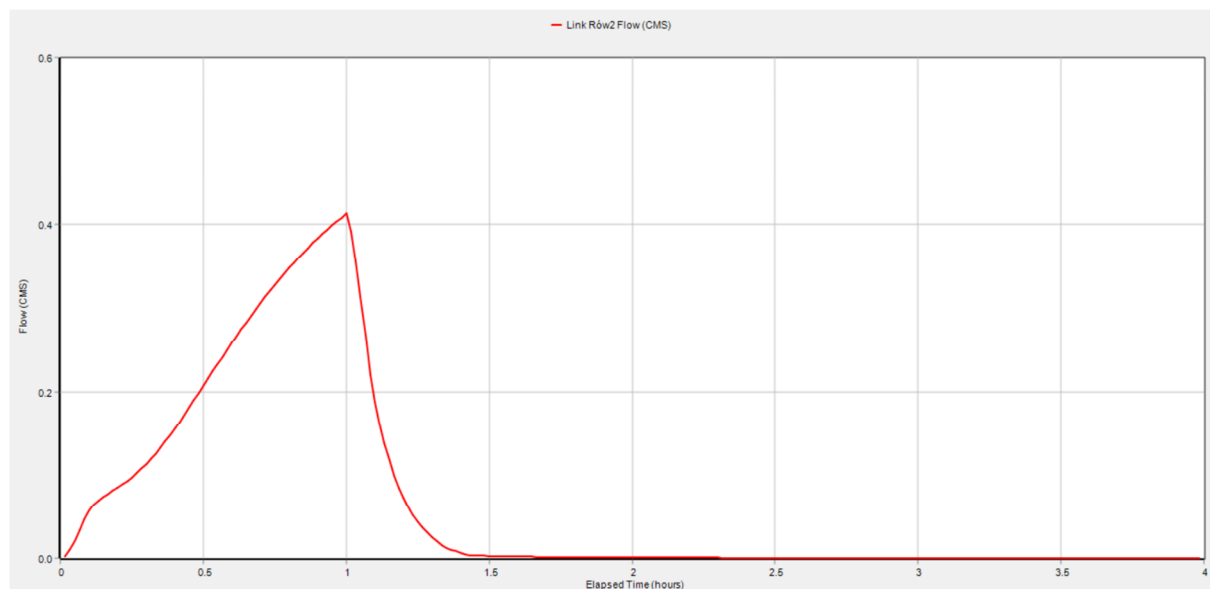
Rysunek 58 Napelnienie w Rowie 1 dla deszczu p1% t60 min



Rysunek 59 Przepływ w rurociągu kanalizacyjnym dla deszczu p1% t60 min

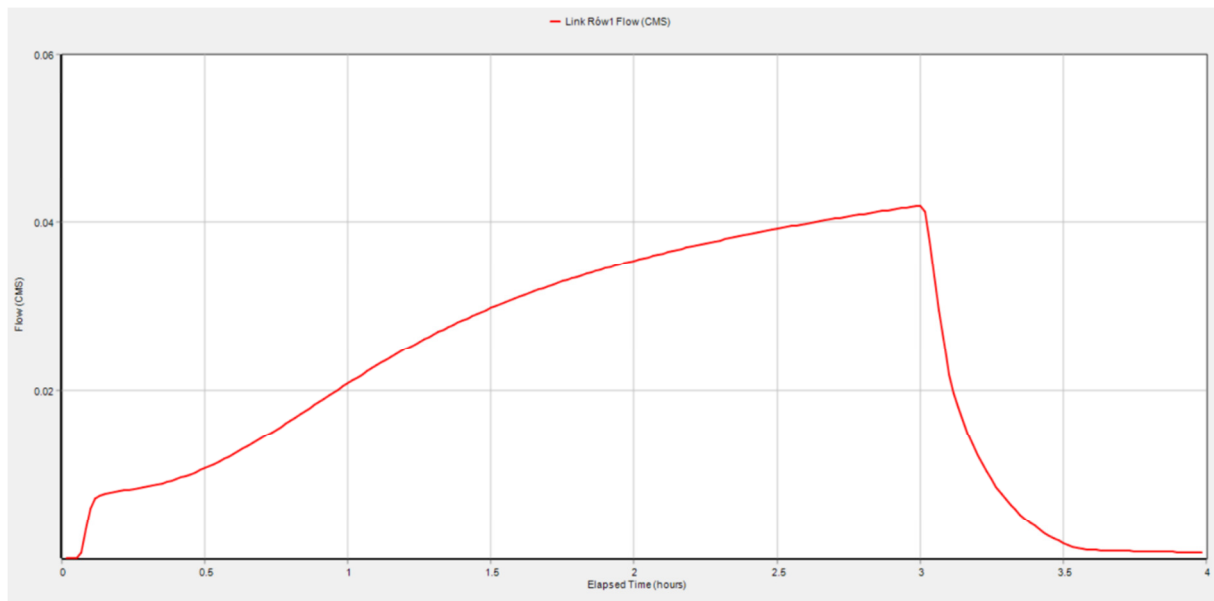


Rysunek 60 Przepływ w korytku odwadniającym dla deszczu p1% t60 min

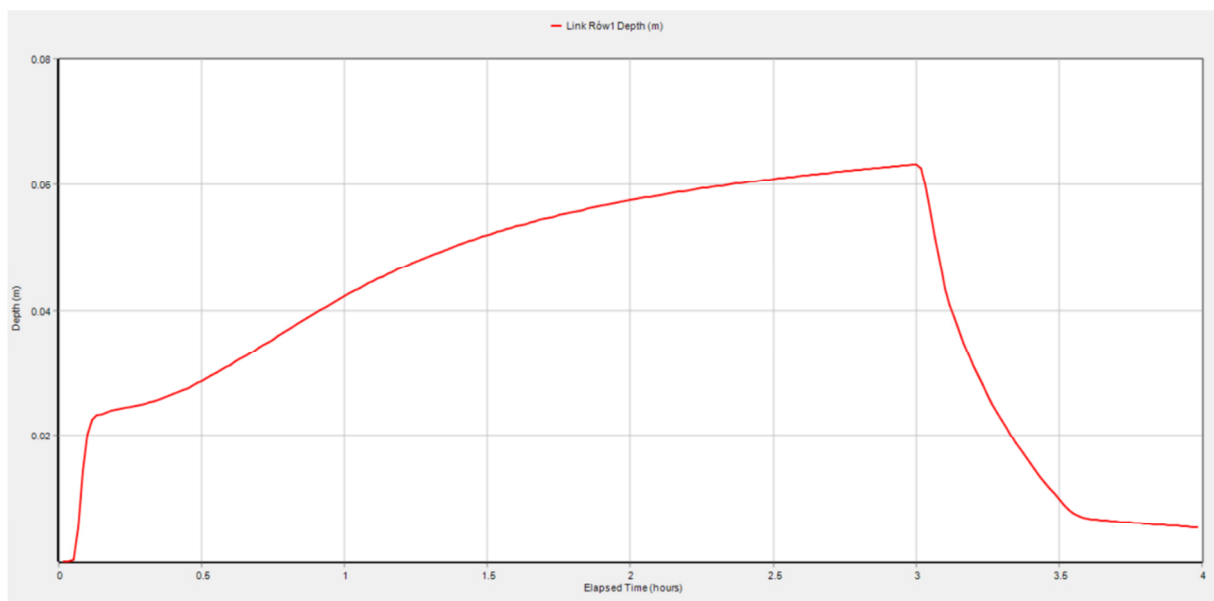


Rysunek 61 Przepływ w Rowie 2 dla deszczu p1% t60 min

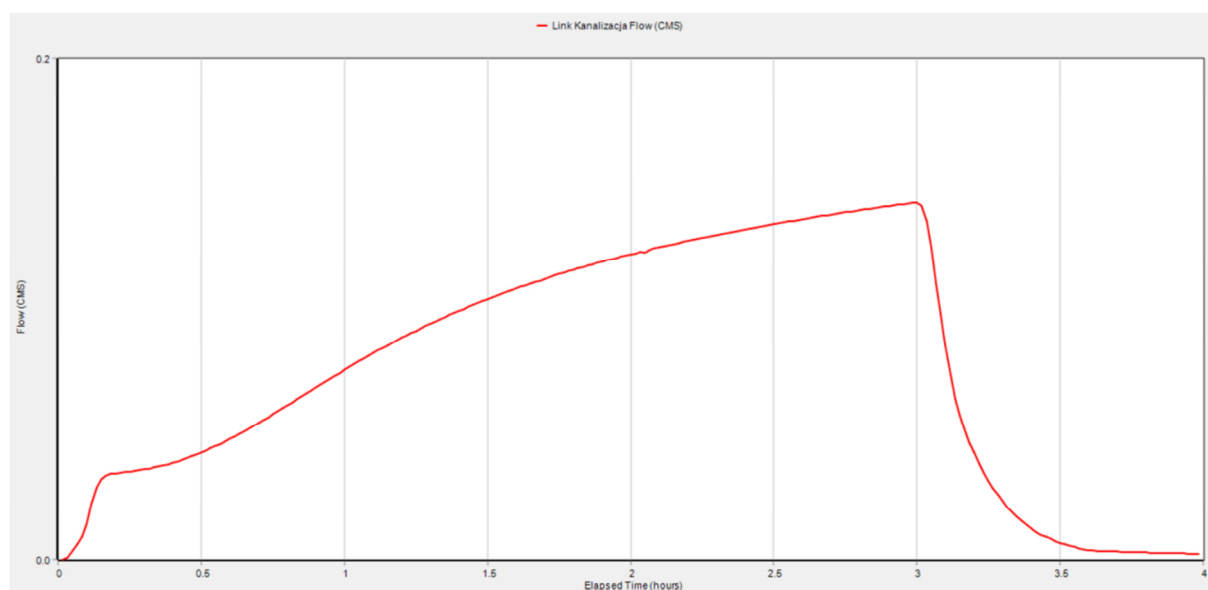
3.2.8. Deszcz o prawdopodobieństwie p1% i czasie trwania 3h



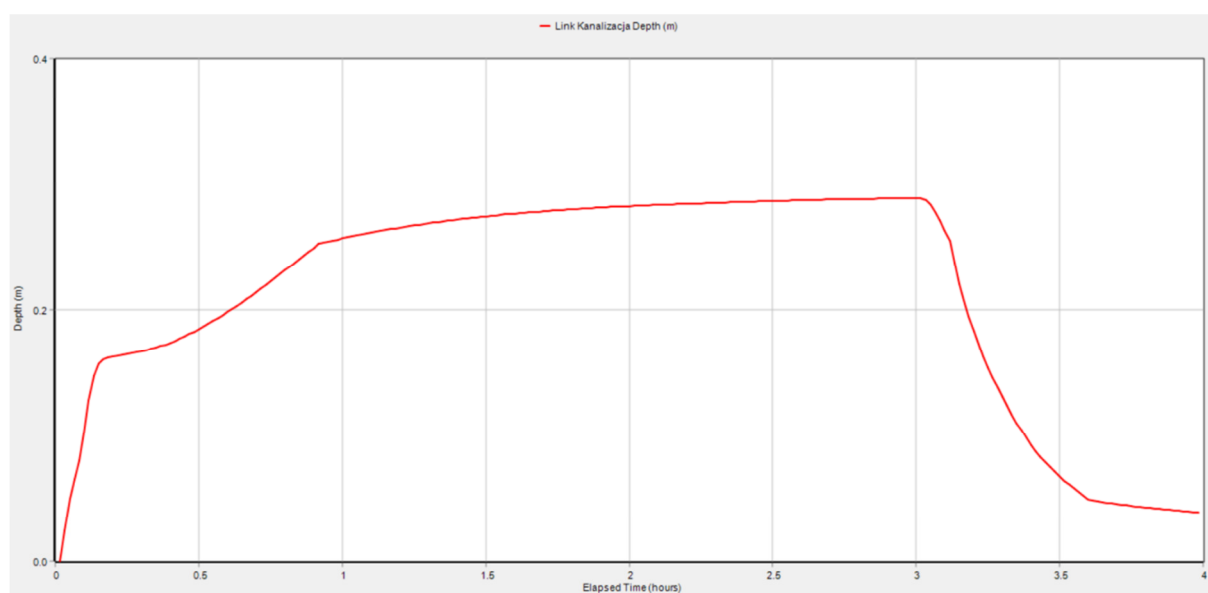
Rysunek 62 Przepływ w Rowie 1 dla deszczu p1% 3 h



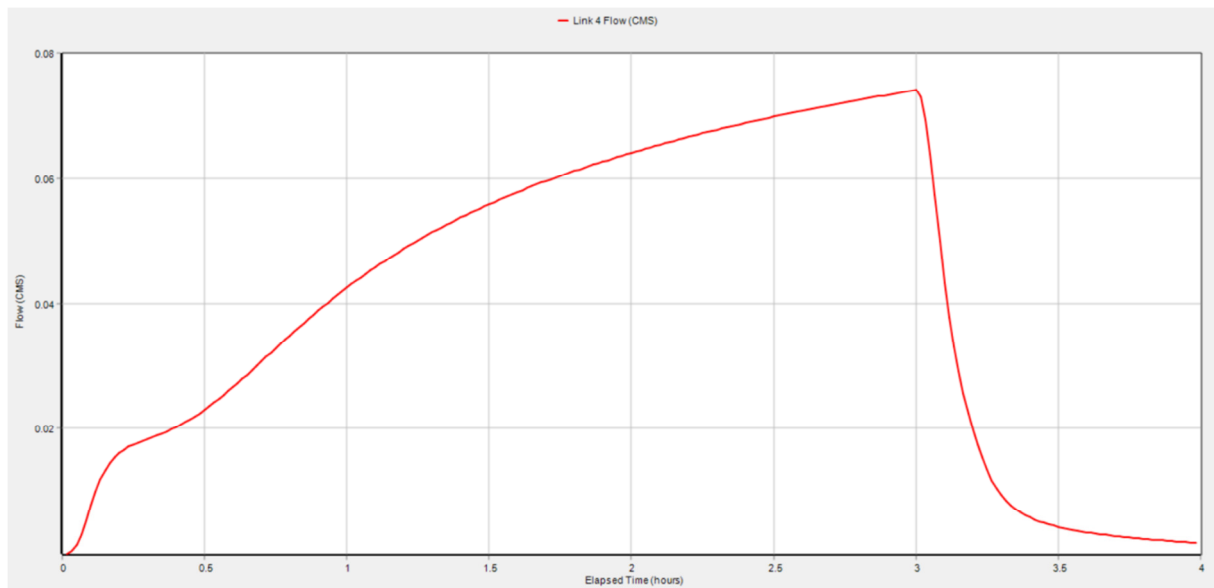
Rysunek 63 Napętnienie w Rowie 1 dla deszczu p1% 3 h



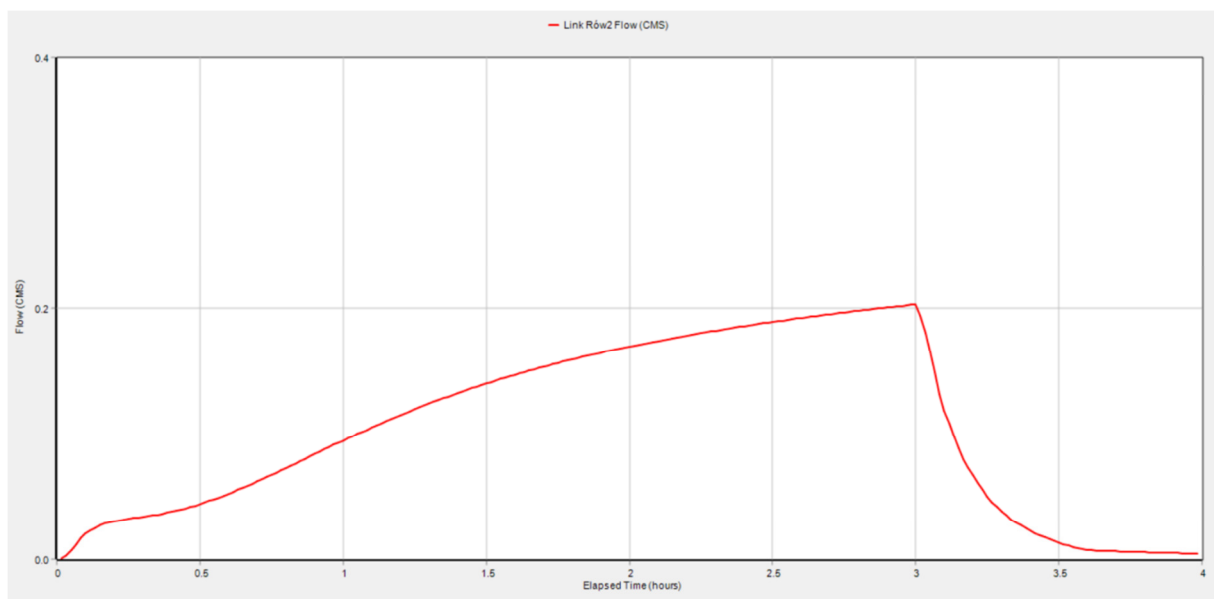
Rysunek 64 Przepływ w rurociągu kanalizacyjnym dla deszczu p1% 3 h



Rysunek 65 Napełnienie w rurociągu kanalizacyjnym dla deszczu p1% 3 h



Rysunek 66 Przepływ w korytku odwadniającym dla deszczu p1% 3 h



Rysunek 67 Przepływ w Rowie 2 dla deszczu p1% 3 h

3.3. Ilości wód odprowadzane projektowanymi wylotami 1 i 2

Średnia ilość wód opadowych, która będzie odprowadzana w ciągu roku poszczególnymi wylotami została wyliczona według wzoru:

$$Q_{deszczu} = H_0(m) \cdot F(ha) \cdot \psi \cdot 10000 \left[m^3 \right] \text{ gdzie}$$

$$H_0 = 800 \text{ mm} = 0.8 \text{ m}$$

F- zredukowana powierzchnia zlewni [ha]

Wylot	Powierzchnia do wylotu [ha]		Q_{\max} [l/s]	Średnia ilość wód opadowych i roztopowych w roku [m ³ /rok]
	szczelna	całkowita		
1	0.6009	3.211	22	7458.6
2	0.5525	4.711	20	8968.2

Tabela 3 Ilości wód odprowadzane projektowanymi wylotami

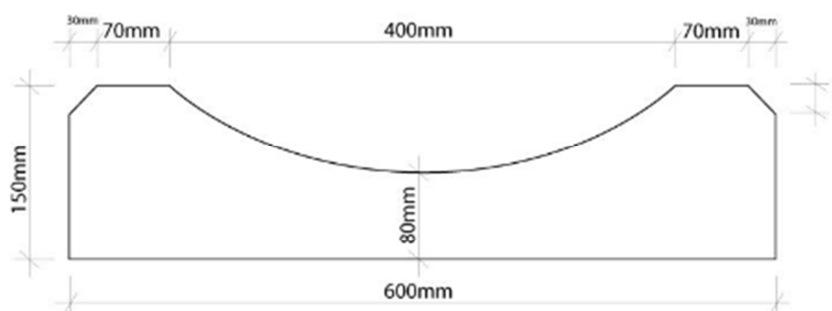
4. Rozwiązania koncepcyjne

Koncepcja odwodnienia drogi wraz z terenem przyległym zakłada wykonanie rowów otwartych, korytka odwadniającego (muldy) oraz kanalizacji opadowej. Zakres niniejszego opracowania nie obejmuje rozwiązań technicznych dotyczących drogi, jednak w celu poprawnego oszacowania możliwości odwodnienia na potrzeby wykonania niniejszej dokumentacji przyjęto uproszczoną koncepcję układu drogowego. Szacowana długość drogi do przebudowy wynosi 754 m.

Koncepcyjne rozwiązania techniczne przedstawiono w części rysunkowej. W koncepcji przyjęto w niej możliwą niweletę jezdni oraz możliwy sposób i kierunki odwodnienia. W związku z faktem, że z uwagi na ukształtowanie terenu droga posiada 2 punkty wysokie, dzielące obszar na podzlewnie zaproponowano dwa odbiorniki – istniejące rowy drogowe.

Przyjęto założenia:

- rurociąg kanalizacyjny – Ø300 mm
- Rów 1
 - szerokość w dnie – 0.5 m
 - nachylenie skarp – 1:2
 - głębokość rowu – 0.35 m
- Rów 2
 - szerokość w dnie – 0.5 m
 - nachylenie skarp – 1:2
 - głębokość rowu – 0.5 m
- Korytko odwadniające
 - głębokość – 0.07 m



Rysunek 68 Wymiary przyjętego korytka odwadniającego



Rysunek 69 Korytko odwadniające

5. WNIOSKI

- Przeprowadzone symulacje pozwoliły na otrzymanie bardzo szczegółowych danych w postaci kierunków i wartości prędkości przepływu, głębokości i poziomów wody dla każdego punktu analizowanego terenu dla różnych, analizowanych scenariuszy opadowych.
- W chwili obecnej, w czasie intensywnych opadów wody opadowe spływają w sposób niekontrolowany powodując liczne problemy – częściowo przelewają się przez drogę, koncentrując się w rejonie budynków lub spływają wprost drogą poprowadzoną w obniżeniu terenu.
- Nieruchomość, położona na działce 110/76 (km ok. 0+165) w sposób naturalny narażona jest na napływ wód z terenów położonych wyżej, przecinających drogę i kierujących się w

stronę zabudowań. Na tym odcinku konieczne jest przejście spływu powierzchniowego tak, aby nie dostawała się na jezdnię.

- Odcinek drogi położony pomiędzy km 0+450 a km 0+730 zlokalizowany jest w wąwozie, w naturalny sposób koncentrującym spływ powierzchniowy. Należy przechwycić wody spływające ze skarpy południowej (zlewna terenowa) tak, aby nie dostawały się na jezdnię.

- Analiza ilości przejmowanych wód do systemu odwodnienia drogi wskazuje, że dla opadu miarodajnego dla klasy planowanej drogi ($p=100\%$) ilości wód są niewielkie (22 l/s) i mogą zostać odprowadzone poprzez system kanalizacji opadowej.

- W związku z powyższym nie należy zmieniać istniejących kierunków spływu powierzchniowego. Należy przyjąć jako odbiorniki funkcjonujące obecnie rowy drogowe:

 - rów drogowy zlokalizowany wzdłuż drogi powiatowej DP 20009K (działka nr 109), prowadzący wody w kierunku wschodnim dla odcinka 0+000 – 0+365,

 - rów drogowy zlokalizowany wzdłuż drogi gminnej (działka nr 177), prowadzący wody w kierunku południowym dla odcinka 0+365 – 0+718.

- Jako odpowiedni rekomenduje się system odwodnienia, składający się zarówno z odcinka otwartego rowu, muldy i systemu kanalizacji zamkniętej, zgodnie z rysunkami szczegółowymi.

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA



Fot. 1. Aktualny stan drogi. Km ok. 0+010. Widok na północ.



Fot. 2. Aktualny stan drogi. Km ok. 0+060. Widok na zachód.



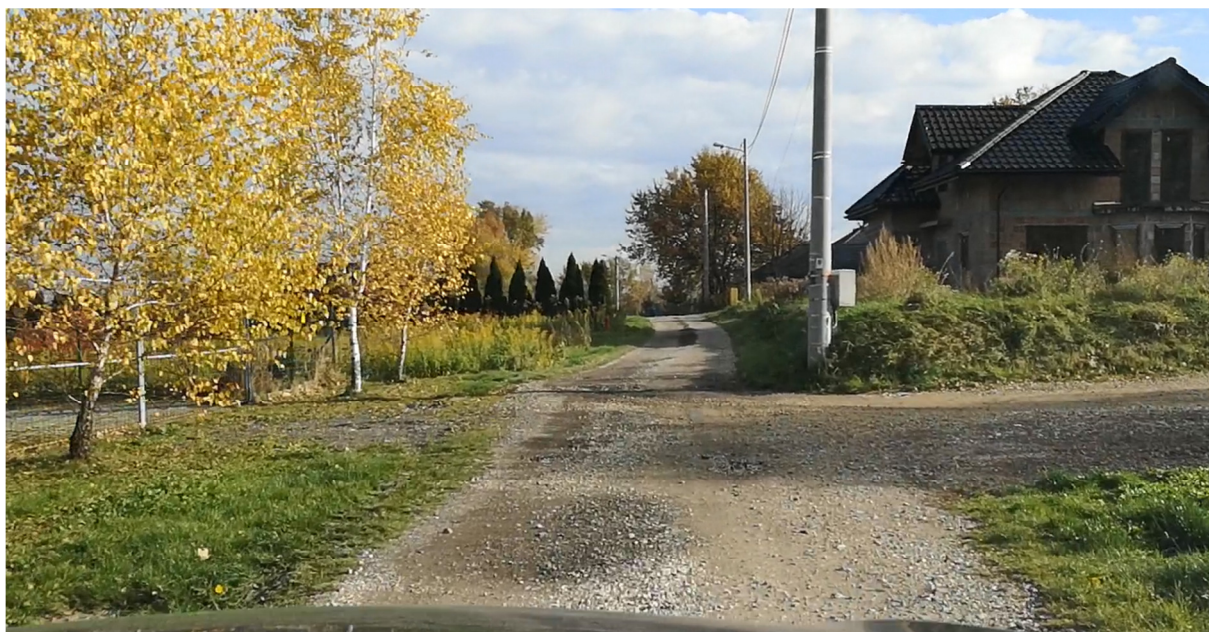
Fot. 3. Aktualny stan drogi. Km ok. 0+160. Widok na północ.



*Fot. 4. Aktualny stan zjazdu z drogi gminnej na drogę dojazdową do posesji. Km ok. 0+170.
Widok na południe.*



Fot. 5. Aktualny stan drogi. Km ok. 0+230. Widok na wschód.



Fot. 6. Aktualny stan drogi. Km ok. 0+300. Widok na wschód.



Fot. 7. Aktualny stan drogi. Km ok. 0+400. Widok na wschód.



Fot. 8. Aktualny stan drogi. Km ok. 0+500. Widok na wschód.



Fot. 9. Aktualny stan drogi. Km ok. 0+580. Widok na wschód.



Fot. 10. Aktualny stan drogi. Km ok. 0+680. Widok na wschód.



Fot. 10. Aktualny stan drogi. Km ok. 0+720. Widok na północ.