

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

Numer raportu: BIA-KP-S-D-001-1



Nr projektu: R_078
Data: marzec 2020

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

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

Autorzy opracowania

Autor	Stanowisko	Podpis
mgr inż. Michał Oktawiec	Specjalista ds. Modelowania	
mgr inż. Paulina Kurczaba	Asystent ds. Modelowania	
mgr inż. Tomasz Glixelli	Projektant Specjalność instalacyjna w zakresie sieci, instalacji i urządzeń cieplnych, wentylacyjnych, gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych. Nr uprawnień MAP/0226/POOS/05	

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

Spis treści

1	Podstawa opracowania	4
2	Przedmiot i cel opracowania	4
3	Lokalizacja inwestycji.....	4
4	Charakterystyka obszaru opracowania – stan istniejący.....	5
4.1	Topografia	5
4.2	Geologia.....	5
5	Analiza prognozowanego stanu obszaru opracowania	5
6	Określenie występowania zastoin wodnych	7
7	Obliczenia hydrologiczne.....	7
7.1	Ustalenie opadów miarodajnych, efektywnych i modelowych dla kanalizacji	7
7.1.1	Prawdopodobieństwo wystąpienia opadu.....	7
7.1.2	Ustalenie czasu trwania opadu miarodajnego	9
7.1.3	Parametry opadów modelowych	9
7.2	Budowa szkieletu modelu hydrodynamicznego.....	11
7.2.1	Parametryzacja elementarnych zlewni spływu	11
7.3	Wyniki obliczeń dla stanu istniejącego.....	16
8	Proponowane rozwiązania koncepcji technicznej.....	24
8.1	Wariant 1	24
8.1.1	Opis rozwiązań	24
8.1.2	Obliczenia hydrauliczne – dobór limitów odprowadzenia wód z działek inwestycyjnych oraz dobór objętości zbiornika retencyjnego dla SSE.	25
8.1.3	Dobór parametrów zbiornika	30
8.2	Wariant 2.....	31
8.2.1	Dobór parametrów zbiornika	37
9	Szacunek kosztów inwestycyjnych	38
10	Rekomendacja preferowanego wariantu lokalizacji zbiornika retencyjnego	38
11	Podsumowanie	39

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

1 Podstawa opracowania

Koncepcja budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku, została opracowana przez firmę RETENCIAPL Sp. z o. o., z główną siedzibą przy ul. Marynarki Polskiej 163, 80-868 Gdańsk, Polska, na zlecenie na zlecenie Urzędu Miejskiego w Białymstoku, w ramach umowy z dnia 14.01.2020r.

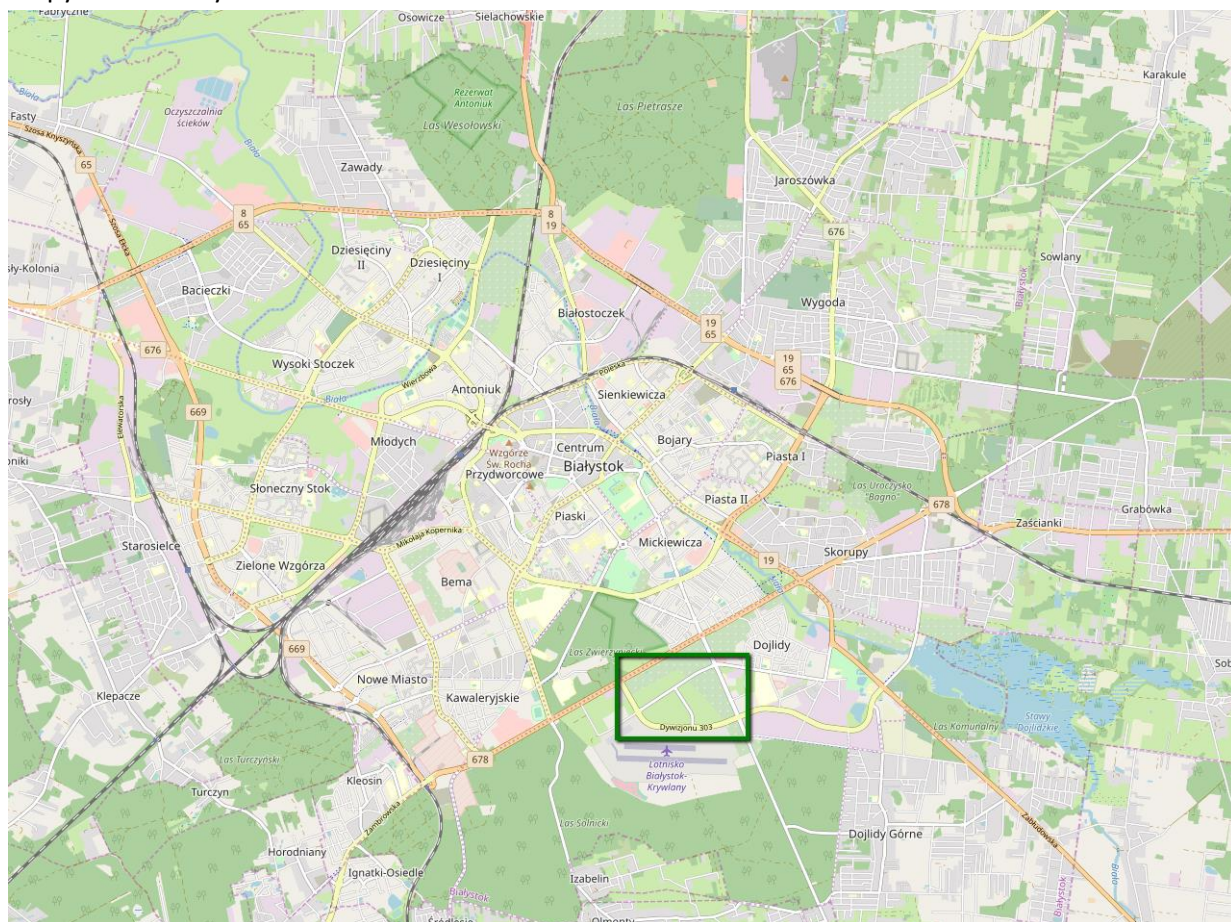
2 Przedmiot i cel opracowania

Przedmiotowe opracowanie polega na wykonaniu wariantowej koncepcji lokalizacji zbiorników oraz określeniu maksymalnego odpływu z terenów inwestycyjnych.

Celem koncepcji jest dobór rozwiązań retencji systemu odwodnienia na terenie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej w Białymstoku.

3 Lokalizacja inwestycji

Obszar opracowania zlokalizowany jest na terenie Miasta Białystok w województwie podlaskim. Analizowana inwestycja znajduje się w południowo-zachodniej części miasta, w dzielnicy Krywłany. Na poniższej ilustracji przedstawiono zielonym prostokątem lokalizację analizowanej inwestycji na tle mapy miasta Białystok.



Rysunek 1. Lokalizacja terenu objętego opracowaniem

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

Analizowany obszar ma powierzchnię 51 ha, i jest zlokalizowana w zlewni rowu R1, do którego wody opadowe trafiają poprzez sieć kanalizacji deszczowej. Odpływ z rowu R1 jest do rzeki Białej.

4 Charakterystyka obszaru opracowania – stan istniejący

4.1 Topografia

Teren rozpatrywanej inwestycji jest terenem posiadającym zbudowaną kanalizację deszczową w ulicy Wiewiórczej oraz Dywizjonu 303. Drogi te okalają działki przeznaczone pod inwestycję. Zgodnie z naturalnymi spadkami terenu zlewni wody opadowe i roztopowe spływają powierzchniowo w kierunku rowu R1, tworząc okresowo miejscowe rozlewiska i zastoiska wody.

Inwestycja jest zlokalizowana w zlewni rowu R1, do którego wody opadowe trafiają poprzez sieć KD z dzielnicy Krywalty.

4.2 Geologia

Pod względem morfologicznym opracowywany teren znajduje się w rejonie zaliczonym do północno-wschodniej części Niziny Mazowieckiej, a ściślej do tzw. Wysoczyzny Białostockiej. Teren inwestycji jest nachylony od południa na północ, a rzędne osiągają wartości około 130 - 160 m n.p.m. Zalegają tu głównie utwory typowo łąkowe, charakteryzujące się utworami madowozastoiskowymi.

5 Analiza prognozowanego stanu obszaru opracowania


Teren opracowania pokryty jest Miejscowym Planem Zagospodarowania Przestrzennego (MPZP). Obowiązujące MPZP opisane są w Uchwale Rady Miasta Białystok nr XLVIII/541/13 z dnia 25 czerwca 2013 r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego części Krywlan w Białymstoku (rejon ulic K. Ciołkowskiego i A. Mickiewicza).

Na poniższym rysunku przedstawione zostały granice obowiązującego MPZP wraz z jego zagospodarowaniem na tle obszaru opracowania.


Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku




Legenda

 granice obowiązującego MPZP

funkcja

 tereny dróg publicznych

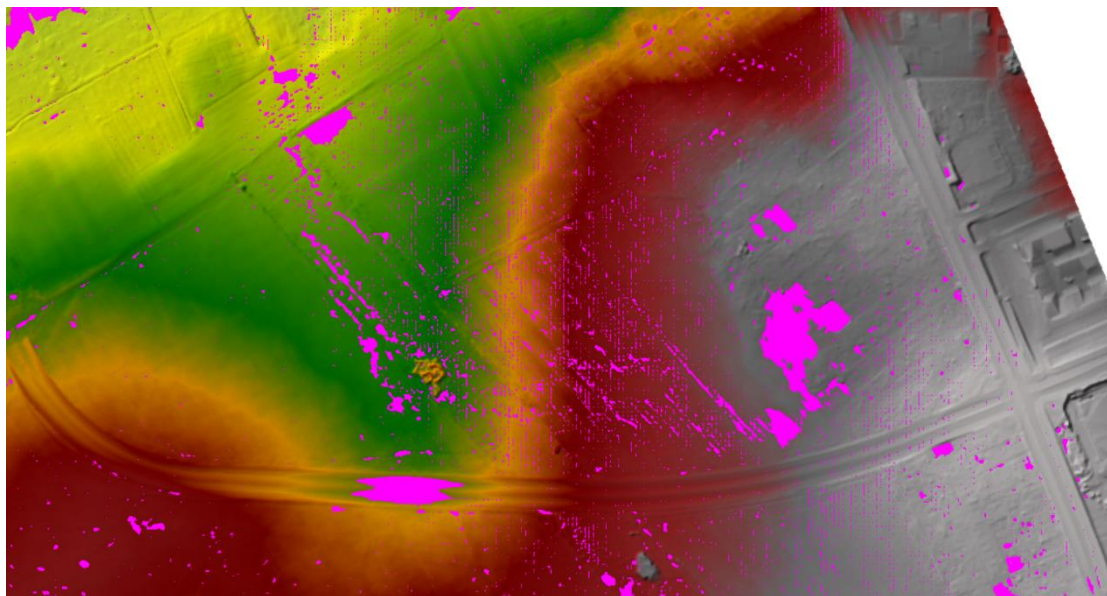
 tereny zabudowy produkcyjnej, usługowej oraz rozmieszczenia obiektów handlowych o powierzchni sprzedaży powyżej 2000 m²

Rysunek 2. Prognozowane zagospodarowanie obszaru opracowania wg MPZP

W celu właściwej charakterystyki prognozowanego zagospodarowania, m.in. na potrzeby modelowania, z obowiązującego MPZP zestawiono informacje o dopuszczalnym stopniu zabudowy i minimalnej powierzchni biologicznie czynnej. Na terenach o przeznaczeniu zabudowy produkcyjnej, usługowej oraz rozmieszczenia obiektów handlowych o powierzchni sprzedaży powyżej 2000 m² przewiduje się maksymalnie 90% powierzchni zabudowy oraz minimalnie 10% jako teren biologicznie czynny.

6 Określenie występowania zastoin wodnych

W celu określenie zastoin wodnych posłużono się ogólnodostępnym programem HEC-RAS. W aplikacji podczytano numeryczny model terenu analizowanego obszaru. Następnie wykonano symulację opadu na Suwalską Strefę Ekonomiczną. Na poniższej rysunku kolorem różowym zaznaczono miejsca bezodpływowe.



Rysunek 3. Określenie zastoin wodnych. Kolorem różowym zaznaczono miejsca bezodpływowe

7 Obliczenia hydrologiczne

7.1 Ustalenie opadów miarodajnych, efektywnych i modelowych dla kanalizacji

7.1.1 Prawdopodobieństwo wystąpienia opadu

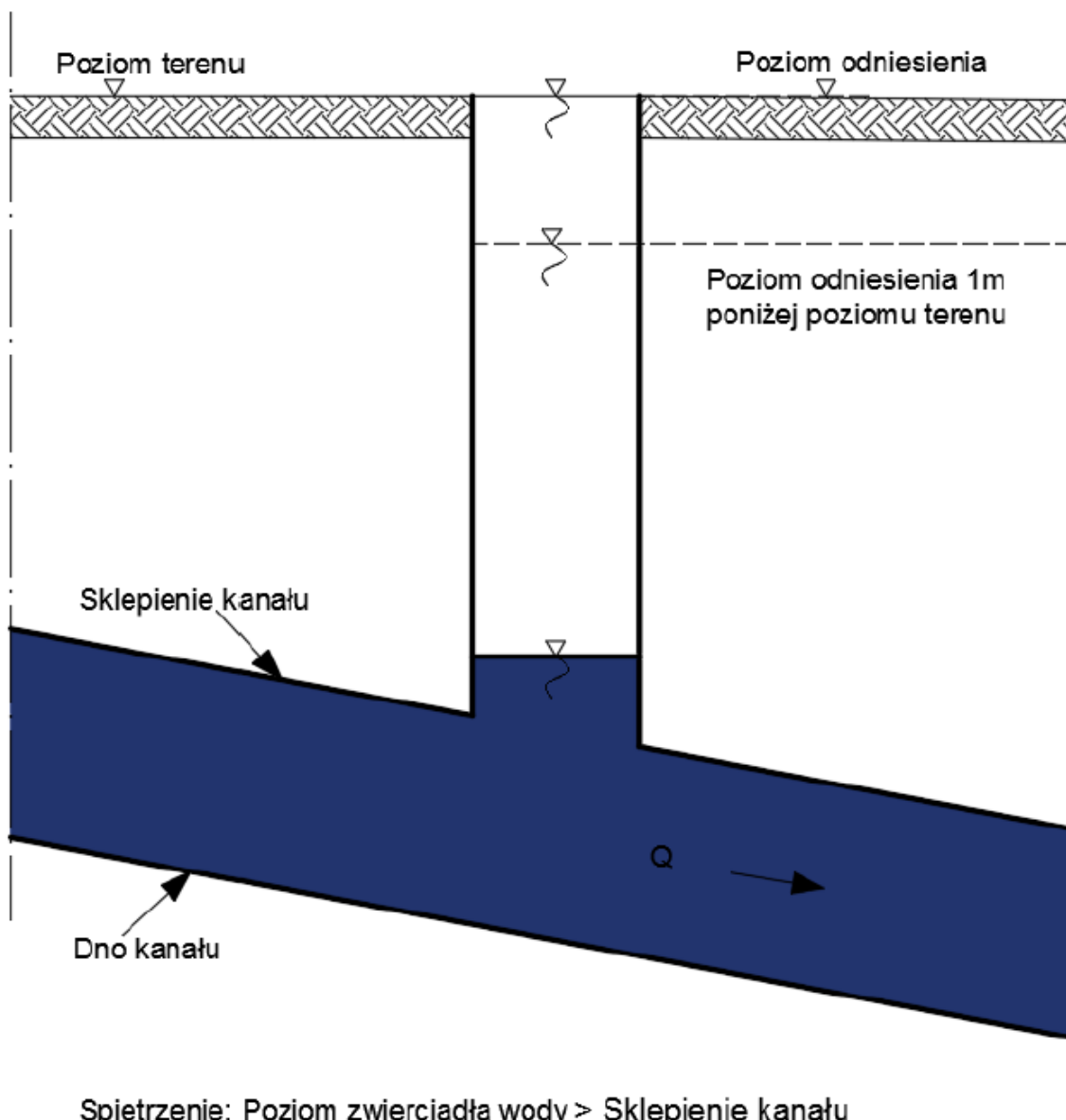
W ramach niniejszego opracowania posłużono się natężeniami opadu wynikającymi z umowy. Natężenie $130 \frac{l}{s \cdot ha}$ odpowiada opadowi o prawdopodobieństwie $p = 50\%$ oraz czasie trwania $t = 15$ min, natomiast $210 \frac{l}{s \cdot ha}$ odpowiada opadowi o prawdopodobieństwie $p = 20\%$ oraz czasie trwania $t = 15$ min według modelu Bogdanowicz-Stachy.

Zgodnie z wymaganiami, upewniono się również, że układ retencji działać będzie również w czasie deszczu nawalnego. Na podstawie normy EN 752:2017 przyjęto deszcz nawalny do projektowania zbiornika retencyjnego na poziomie opadu $p=10\%$ ($C=10$, czyli powracającego 1 raz na 10 lat).

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

Dla powyższych opadów nie powinny występować nadpiętrzenia na sieci. Na rysunku poniżej przedstawiono szkic definiujący ideę nadpiętrzenia. Nadpiętrzenie rozumiane jest jako wypływ wód opadowych nad poziom terenu.

Nadpiętrzenie: Poziom zwierciadła wody \geq Poziom odniesienia



Spiętrzenie: Poziom zwierciadła wody \geq Sklepienie kanału

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

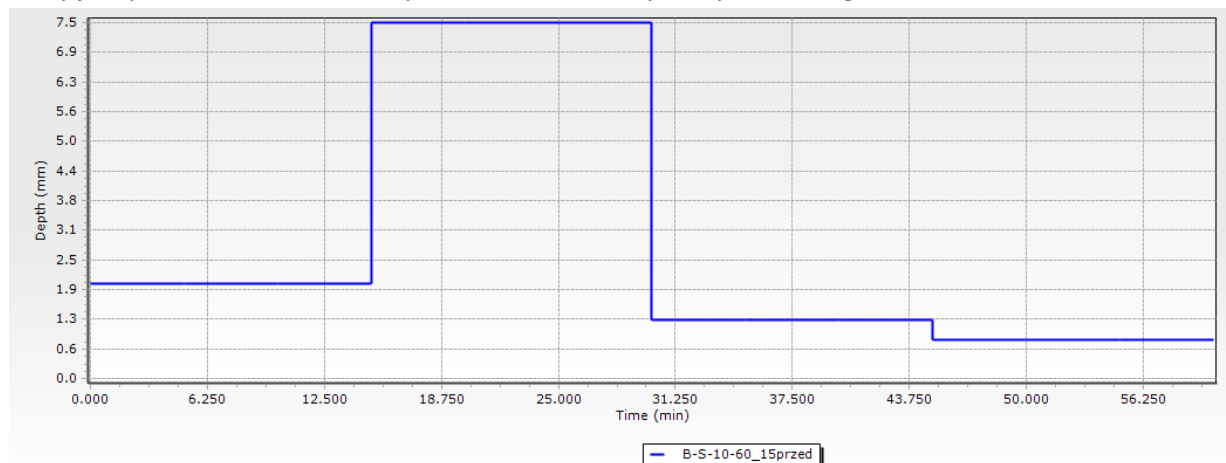
7.1.2 Ustalenie czasu trwania opadu miarodajnego

W przypadku bardziej zaawansowanych obliczeń i większych obszarów czas koncentracji spływu jest wyznaczany na podstawie długości drogi spływu oraz prędkości spływu powierzchniowego.

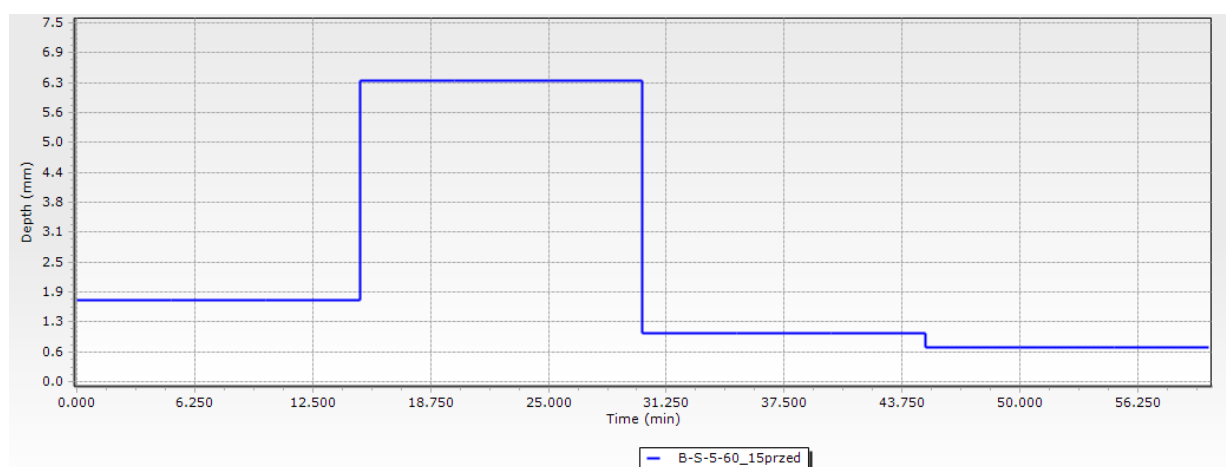
W analizowanym przypadku, ze względu na planowany sposób retencjonowania i odprowadzania wód deszczowych, przeanalizowano zarówno krótszy jak i dłuższy czas opadu. Analizowano opady o czasie trwania 60 i 120 minut, z których jako krytyczny dla wymiarowania zbiorników przyjęto deszcz o czasie trwania 120 minut.

7.1.3 Parametry opadów modelowych

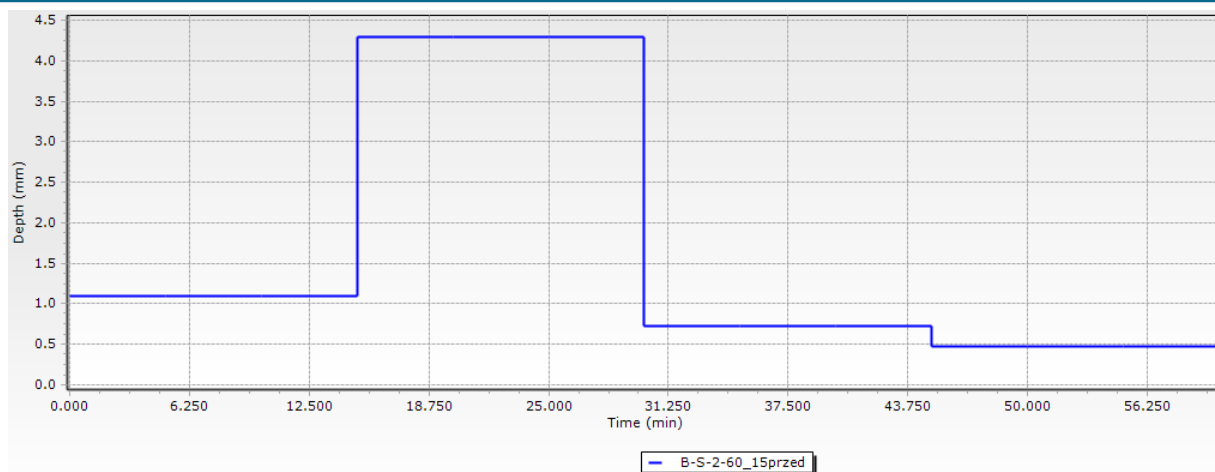
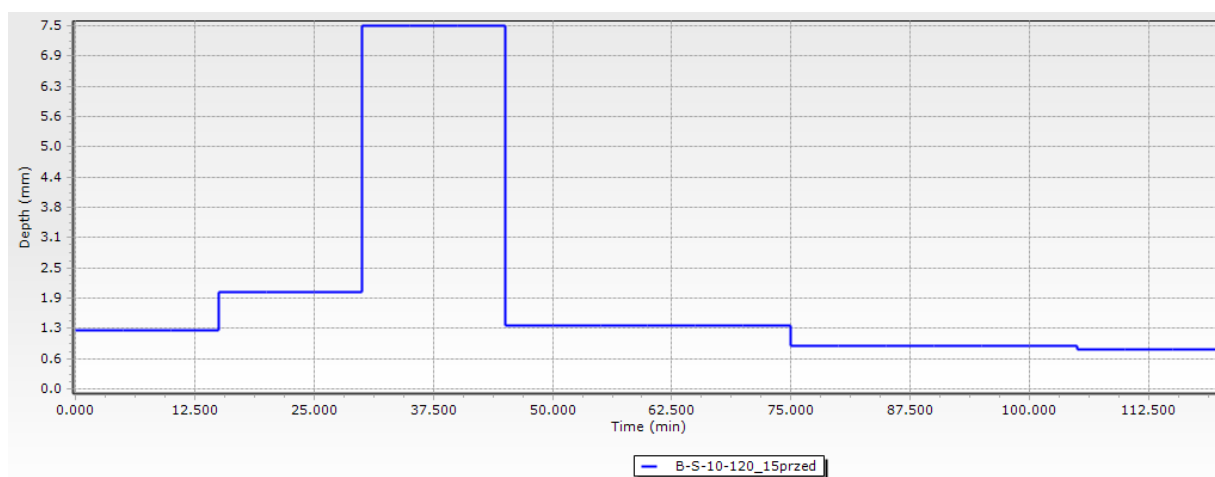
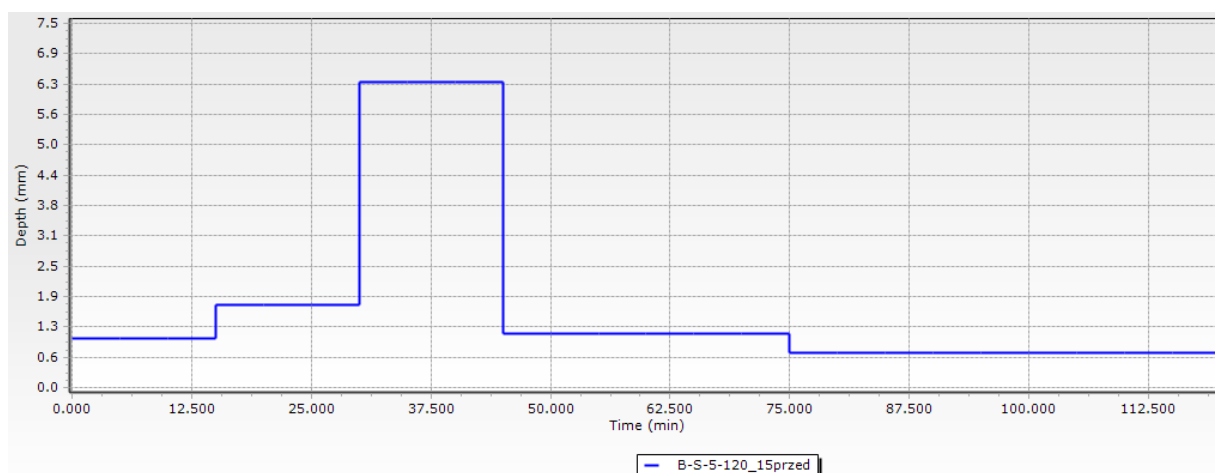
Do obliczeń hydrologicznych i hydraulicznych w ramach przedmiotowego zadania przyjęto opady o następujących parametrach przedstawionych na poniższych hietogramach. Do budowy opadów modelowych przyjęto 15 minutowe przedziały. Przedziały wynikały z natężeń, które były wymienione w umowie. Natężenie opadu w ciągu najintensywniejszych 15 minut deszczu odpowiada natężeniom wynikającym z umowy. Hietogramy opadowe zostały zbudowane na podstawie rozkładu Eulera Typ 2, który jest powszechnie stosowany do modelowania hydrodynamicznego w Polsce.



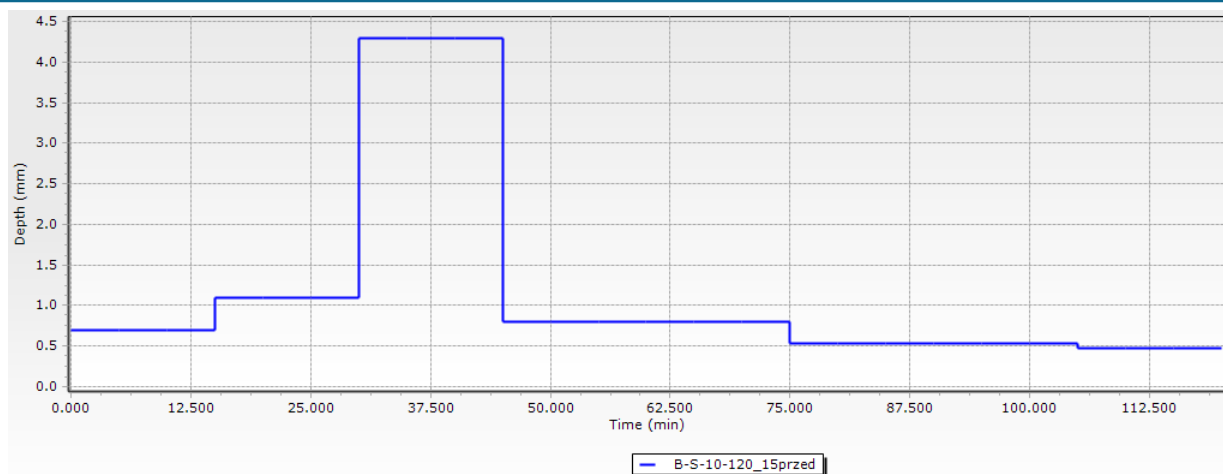
Rysunek 4. Hietogram opadu o prawdopodobieństwie 10% oraz czasie trwania $t=60\text{min}$



Rysunek 5. Hietogram opadu o prawdopodobieństwie 20% oraz czasie trwania $t=60\text{min}$

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w BiałymstokuRysunek 6. Hietogram opadu o prawdopodobieństwie 50% oraz czasie trwania $t=60\text{min}$ Rysunek 7. Hietogram opadu o prawdopodobieństwie 10% oraz czasie trwania $t=120\text{min}$ Rysunek 8. Hietogram opadu o prawdopodobieństwie 20% oraz czasie trwania $t=120\text{min}$

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku



Rysunek 9. Hietogram opadu o prawdopodobieństwie 50% oraz czasie trwania $t=120\text{min}$

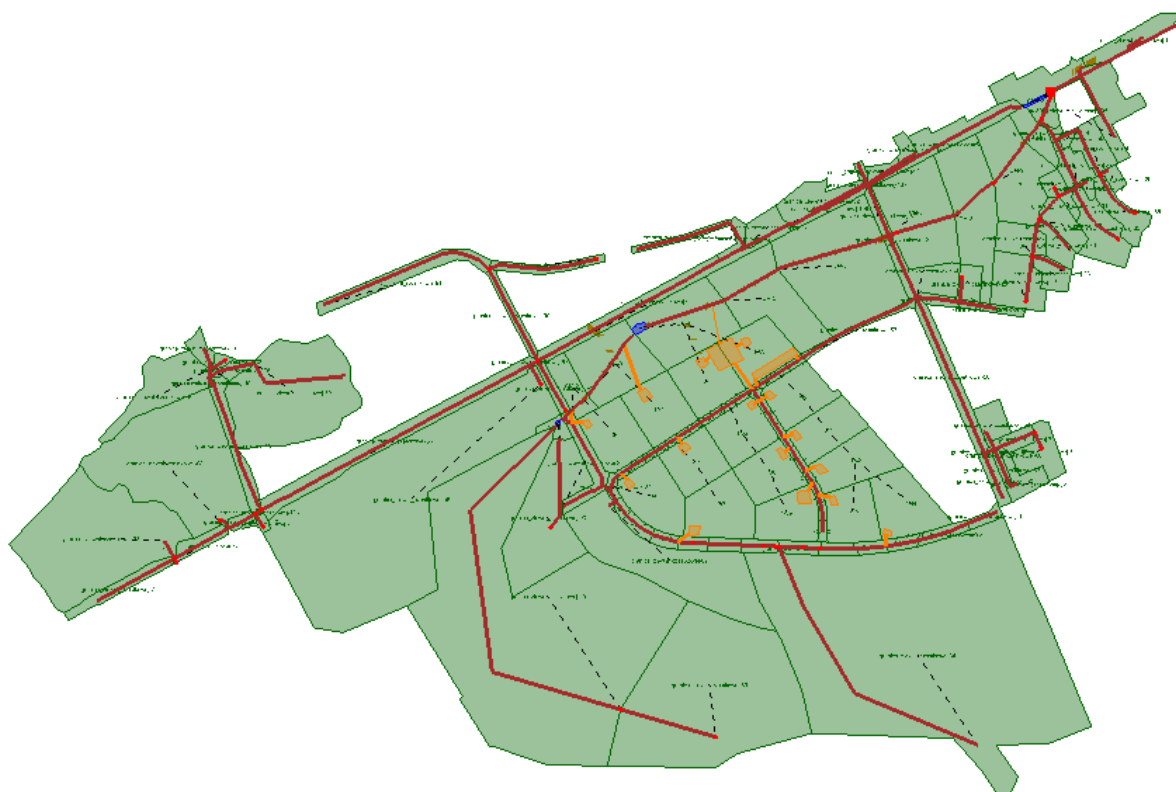
7.2 Budowa szkieletu modelu hydrodynamicznego

Model hydrologiczno – hydrauliczny hydrodynamiczny analizowanego obszaru został wykonany w aplikacji CivilStorm.

7.2.1 Parametryzacja elementarnych zlewni spływu

Pierwszym krokiem budowy modelu było wydzielenie elementarnych (częstkowych) zlewni spływu powierzchniowego. Zlewnie te wydzielono tak, aby obejmowały homogeniczne pod względem hydrologicznym obszary, by jak najlepiej odwzorować rzeczywiste warunki spływu powierzchniowego. Najczęściej pojedynczą elementarną zlewnią spływu był obszar inwestycyjny. Część zlewni cząstkowych została zaimportowana z modelu, który został przygotowany przez firmę AquaRD Sp. z o.o.

Schemat obliczeniowy przedstawiono na ilustracji poniżej.

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

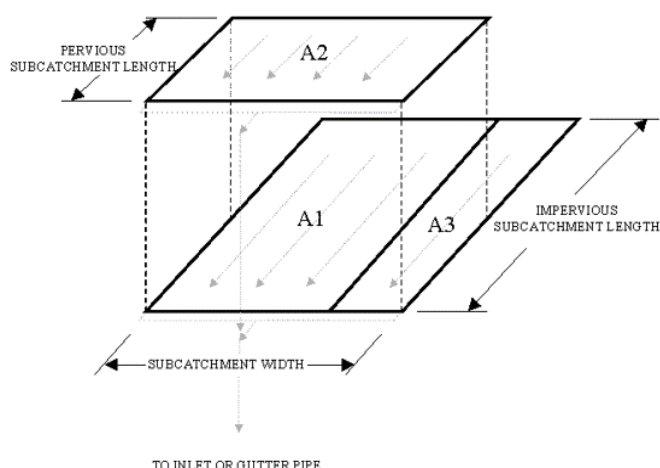
Rysunek 10. Schemat obliczeniowy odwodnienia inwestycji

Zlewnie są zdefiniowane w aplikacji jako obszary poligonów, dla których program sam zlicza powierzchnię. Przy wykonywaniu symulacji korzystano z zaimplementowanego w programie CivilStorm modułu obliczeniowego odpływu EPA SWMM, którego szczegółową charakterystykę można znaleźć np. w podręcznikach: Haestad Methods i Durrans (2007), Rossman (2000). W modelu tym całkowity odpływ z pojedynczej zlewni cząstkowej jest sumą odpływów z powierzchni:

- przepuszczalnej, posiadającej retencję terenową,
- nieprzepuszczalnej, posiadającej retencję terenową,
- nieprzepuszczalnej i nieposiadającej retencji terenowej.

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

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku



Rysunek 11. Schemat ideowy drogi spływu powierzchniowego w modelu EPA SWMM

a) Procent powierzchni uszczelnionej – średni współczynnik spływu

W celu określenia procentowego udziału powierzchni uszczelnionych, sumowano całkowitą powierzchnię zajmowaną przez dachy oraz powierzchnie pokryte asfaltem, betonem lub utwardzone w inny sposób. Po czym powierzchnię tę odnoszono do całkowitej powierzchni zlewni cząstkowej. Na podstawie tablic inżynierskich (Chow 1959) dla wszystkich powierzchni nieprzepuszczalnych przyjęto współczynnik szorstkości n do wzoru Manninga za równy 0,013 (jak dla betonu niewygładzonego). Natomiast ten sam parametr w przypadku powierzchni przepuszczalnych przyjęto za równy 0,150, tak jak jest to zalecane dla powierzchni trawników.

Podstawowym zadaniem było przypisanie współczynnika spływu dla poszczególnych typów powierzchni. Wartości przyjęto zgodnie z poniższą tabelą:

Tabela 1. Zestawienie współczynnika spływu powierzchniowego

Typ powierzchni	Współczynnik spływu powierzchniowego ψ [-]
budynki	0,90
chodniki	0,60
drogi	0,95
parkingi z geokraty	0,40
place zabaw	0,25
ścieżki pieszce	0,60
tereny zielone	0,15

Na podstawie wartości parametru współczynnika spływu powierzchniowego przypisano średnią wartość współczynnika dla danej zlewni elementarnej.

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

Średni spadek wyliczono na podstawie numerycznego modelu terenu.

b) Parametr CN metody SCS

W celu zamodelowania strat opadu wynikających z infiltracji wody do gruntu postanowiono zastosować dla wszystkich zlewni model CN opracowany przez SCS (ang. Soil Conservation Service). Szczegółowy opis tego modelu można znaleźć w bogatej literaturze zarówno w języku angielskim jak i polskim (patrz np. NEH Part 630, TR-55 1986, Licznar 2006). Za stosowaniem tego modelu przemawia możliwość scharakteryzowania infiltracji przy pomocy jednego tylko parametru, czyli numeru krzywej CN. W alternatywnych modelach Green i Ampt oraz Hortona wymagany jest określenie kilku parametrów infiltracyjnych gleby. Parametry te są zmienne w czasie, a ich wiarygodne określenie w warunkach miejskich dla gleb antropogenicznych jest praktycznie niemożliwym. W przeciwieństwie do tego pojedynczą wartość parametru CN odczytywano dla każdej z wydzielonych elementarnych zlewni spływu z uwzględnieniem hydrologicznej klasy gleby, na podstawie poniższych tabel.

Tabela 2. Hydrologiczne klasy gleb

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

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

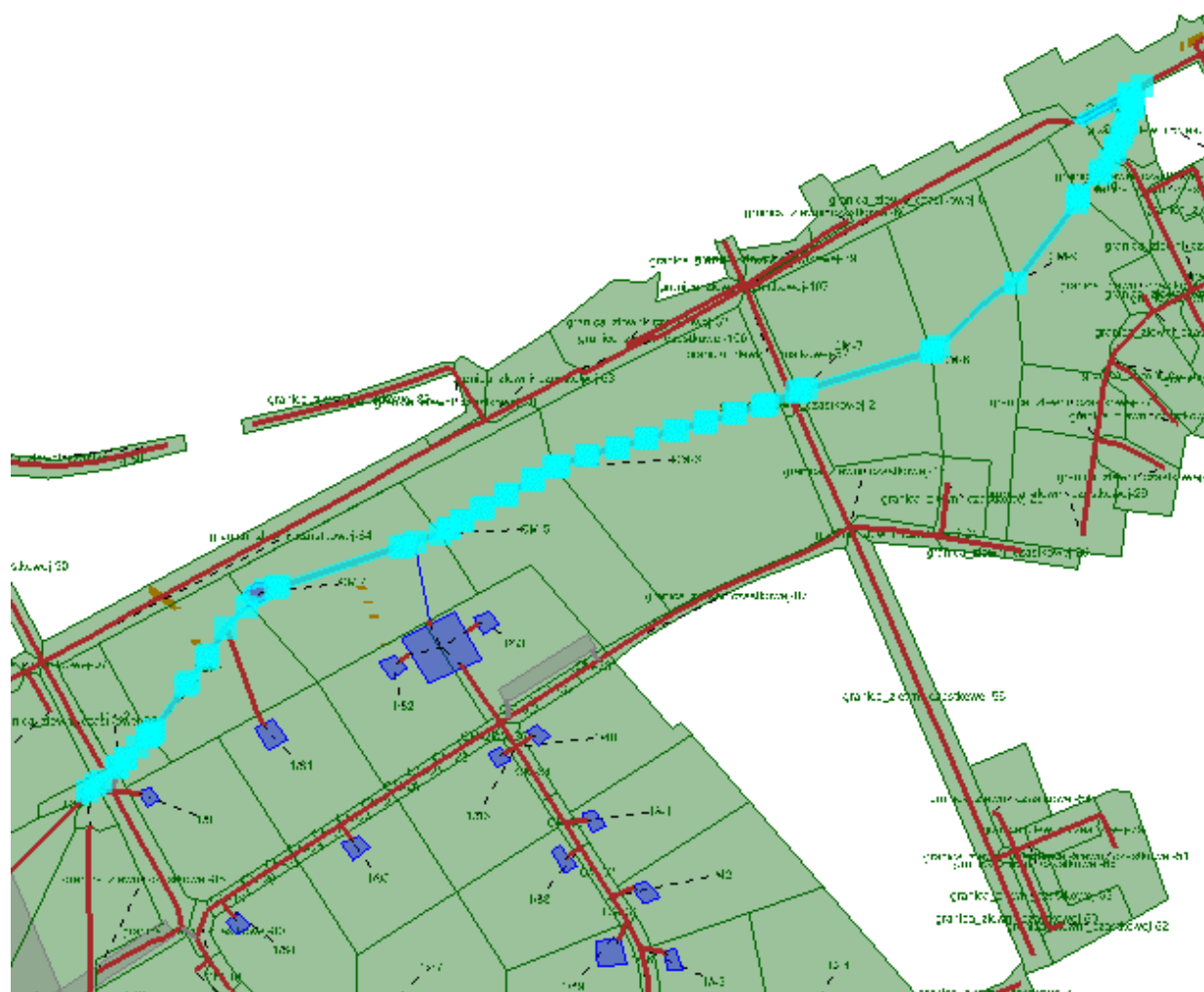
Parametr CN przyjmuje się w zależności od sposobu użytkowania powierzchni zlewni po określeniu grupy glebowej.

Tabela 3. Wybrane wartości współczynnika CN w zależności od hydrologicznej kategorii gleb i rodzaju zabudowy [Urban Hydrology for Small Watersheds, TR-55, 1986]

Rodzaj pokrycia terenu (użytkowania zlewni)	Opis Warunki hydrologiczne	Wartości CN dla grup glebowych			
		A	B	C	D
Tereny otwarte: trawniki, parki, pola golfowe, cmentarze itp.	złe warunki hydrologiczne (trawa pokrywa do 50% powierzchni)	68	79	86	89
	średnie warunki hydrologiczne (pokrycie trawą 50-75%)	49	69	79	84
	dobrze warunki hydrologiczne (pokrycie trawą >75%)	39	61	74	80
Tereny nieprzepuszczalne: Utwardzone parkingi, dachy, jezdnie	—	98	98	98	98
Ulice i drogi	nieprzepuszczalne z poboczami i rowami otwartymi	83	89	92	93
	żwirowe	76	85	89	91
	gruntowe	72	82	87	89
Tereny handlowe i przemysłowe	Ok. 85% pow. nieprzepuszczalnej	89	92	94	95
	Ok. 72% pow. nieprzepuszczalnej	81	88	91	93
Tereny zamieszkałe – przy przeciętnej powierzchni działki	<500 m ² lub 65% pow. nieprzepuszczalnej	77	85	90	92
	1000 m ² , 38%	61	75	83	87
	1700 m ² , 30%	57	72	81	86
	2000 m ² , 25%	54	70	80	85
	4000 m ² , 20%	51	68	79	84
	zagrody	59	74	82	86
Ugór		77	86	91	94
Pola uprawne (zboża)	Warunki przeciętne	62	73	81	85
Pastwiska	Warunki przeciętne	49	69	78	84
Łąki	Warunki przeciętne	30	58	71	78
Lasy	gęste	25	55	70	77
	średniogęste	36	60	73	79
	rzadkie	45	66	77	83

Poniżej przedstawiono wyniki symulacji dla opadu o czasie trwania 120 min.

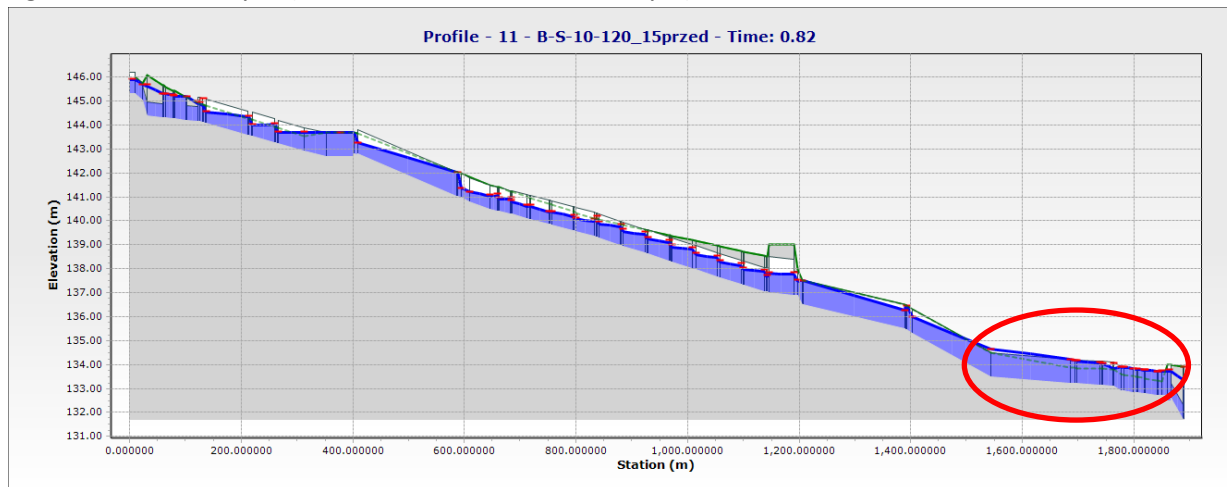
Na poniższym rysunku kolorem błękitnym zaznaczono przebieg profilu rowu R-1.



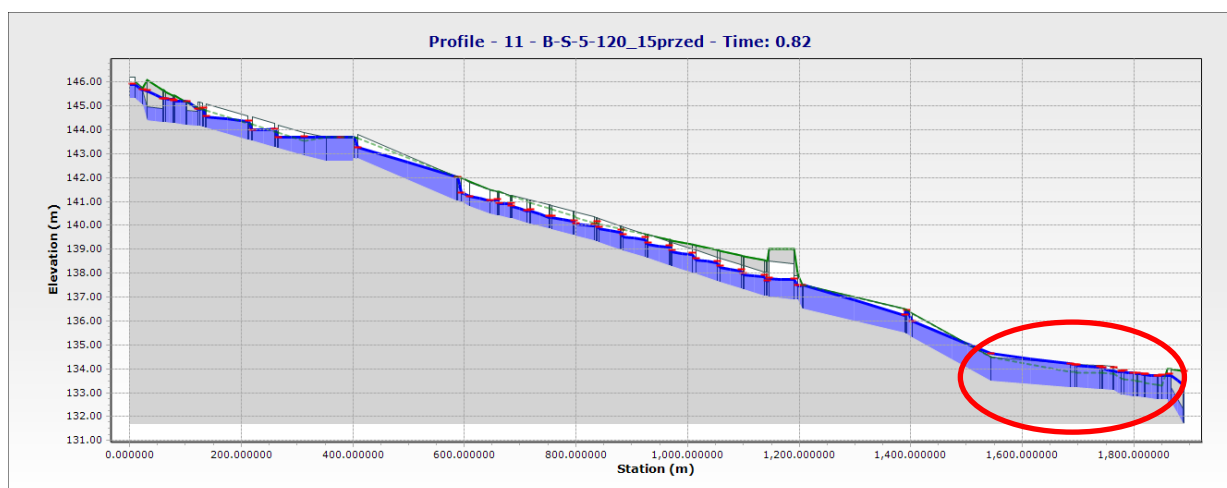
Rysunek 12. Przebieg profilu R-1 zaznaczono kolorem błękitnym.

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

Na poniższych profilach można zauważyć, że dochodzi do wylania z rowu na okoliczne tereny ogródków działkowych (zaznaczono kolorem czerwonym).

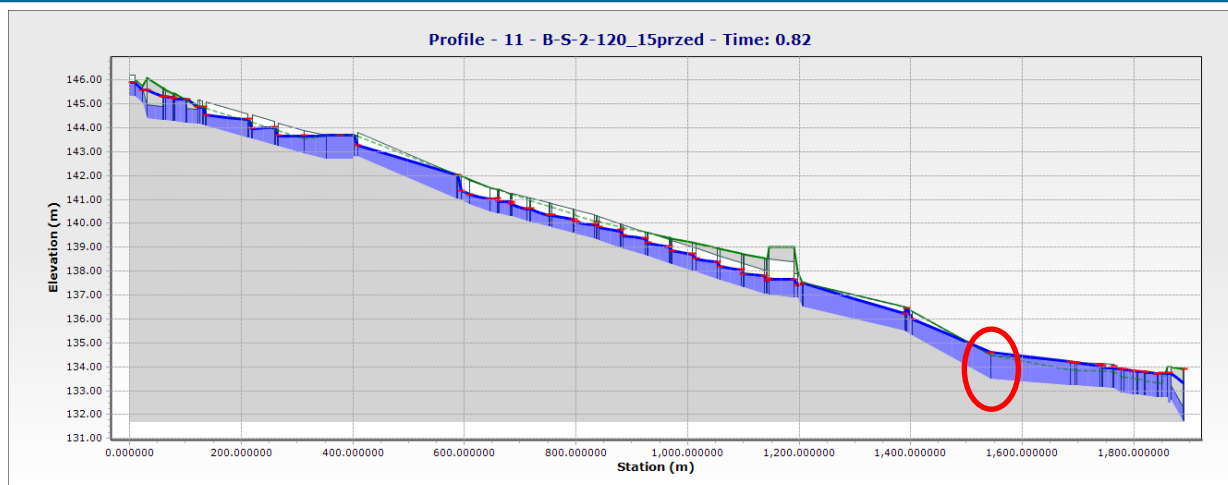


Rysunek 13. Profil rowu R1 z zaznaczeniem przebiegu linii ciśnień (kolor niebieski) towarzyszący maksymalnym przepływom w trakcie symulacji dla prawdopodobieństwa $p=10\%$ dla zlewni rowu R1



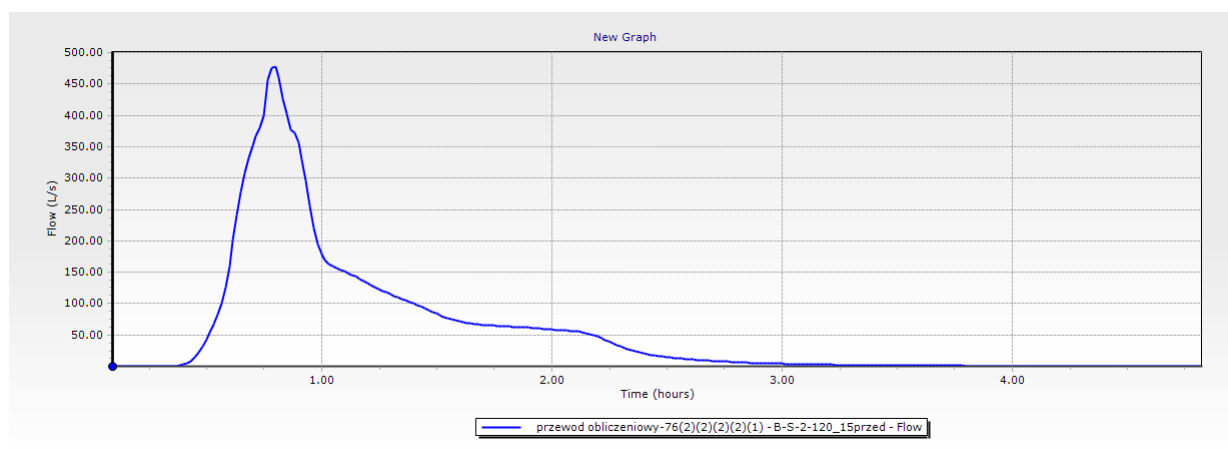
Rysunek 14. Profil rowu R1 z zaznaczeniem przebiegu linii ciśnień (kolor niebieski) towarzyszący maksymalnym przepływom w trakcie symulacji dla prawdopodobieństwa $p=20\%$ dla zlewni rowu R1

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

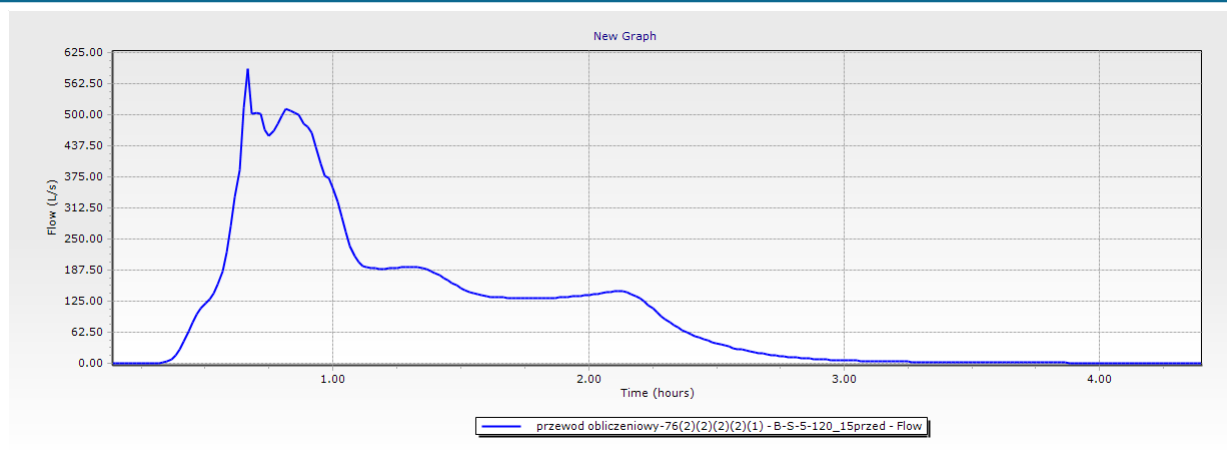


Rysunek 15. Profil rowu R1 z zaznaczeniem przebiegu linii ciśnień (kolor niebieski) towarzyszący maksymalnym przepływom w trakcie symulacji dla prawdopodobieństwa $p=50\%$ dla zlewni rowu R1

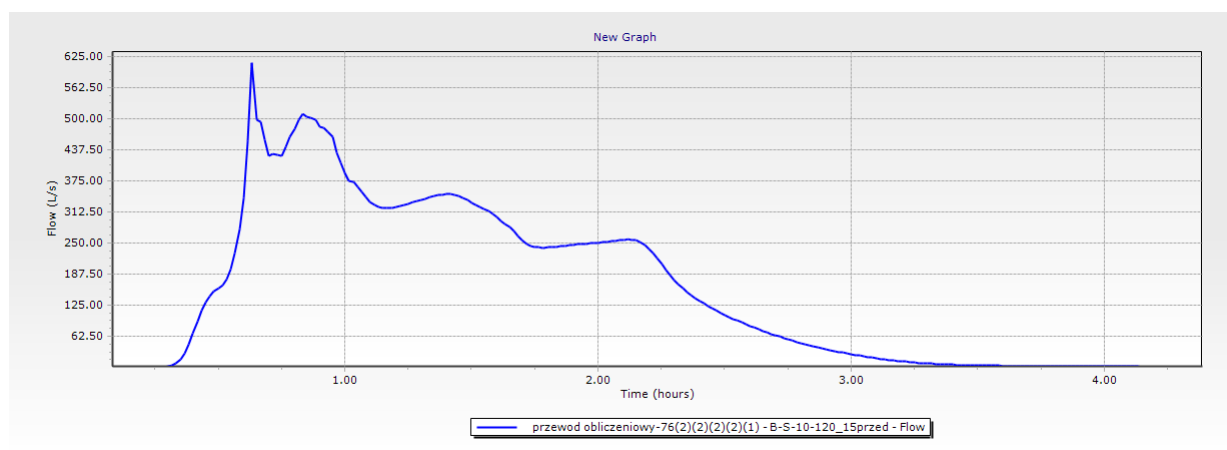
Na poniższych rysunkach przedstawiono hydrogramy odpływu z kanalizacji deszczowej zlokalizowanego w ulicy Wiewiórczej u wylotu z Suwalskiej Strefy Ekonomicznej.



Rysunek 16. Hydrogram odpływu z Suwalskiej Strefy Ekonomicznej dla opadu o prawdopodobieństwie $p=50\%$

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

Rysunek 17. Hydrogram odpływu z Suwalskiej Strefy Ekonomicznej dla opadu o prawdopodobieństwie $p=20\%$



Rysunek 18. Hydrogram odpływu z Suwalskiej Strefy Ekonomicznej dla opadu o prawdopodobieństwie $p=10\%$

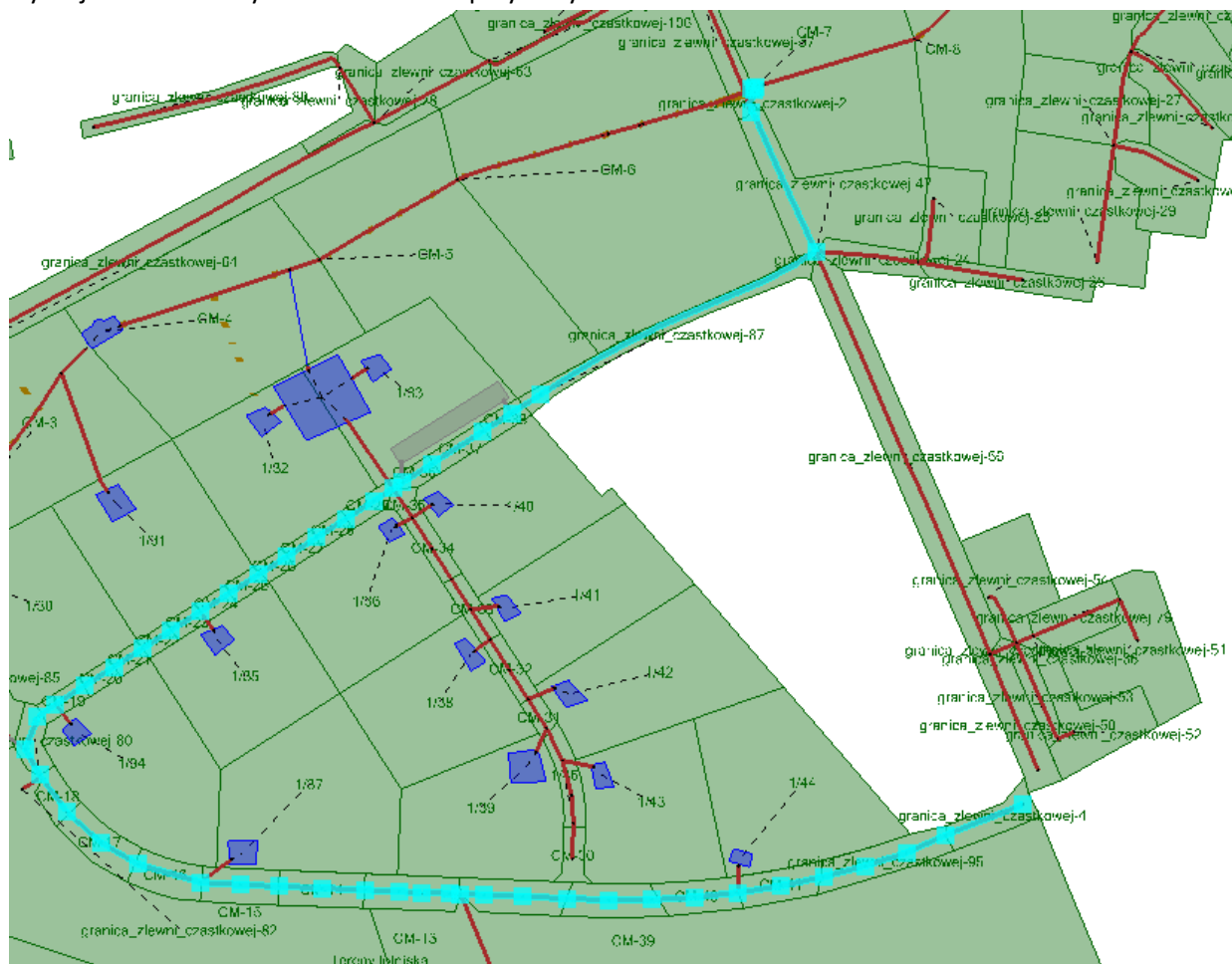
Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

W tabeli poniżej zestawiono odpływy z działek w sytuacji istniejącej. Obliczenia hydrologiczne wskazały, że ze względu na warunki gruntowe oraz sposób zagospodarowania terenu (pola), teren ten ma duży potencjał infiltracji. Z tego powodu dla opadów o częstotliwości $C = 2$ lata oraz częstszych, odpływ powierzchniowy nie występuje. Dlatego w tabeli poniżej zestawiono odpływy dla opadu o $C = 5$ lat.

Tabela 4. Odpływ z działek inwestycyjnych dla stanu istniejącego (zlewnia zielona)

Nr. Działki	opad 5 lat, brak uszczelnienia, l/s
1/34	10
1/33	13
1/32	13
1/31	13
1/30	12
1/44	12
1/43	10
1/42	18
1/41	15
1/40	15
1/39	11
1/38	14
1/37	10
1/36	14
1/35	11

Na poniższym rysunku przedstawiono profil podłużny kolektora zaczynający się na początku ulicy Dywizjonu 303 do wylotu do rowu R-1 przy ulicy Mickiewicza.



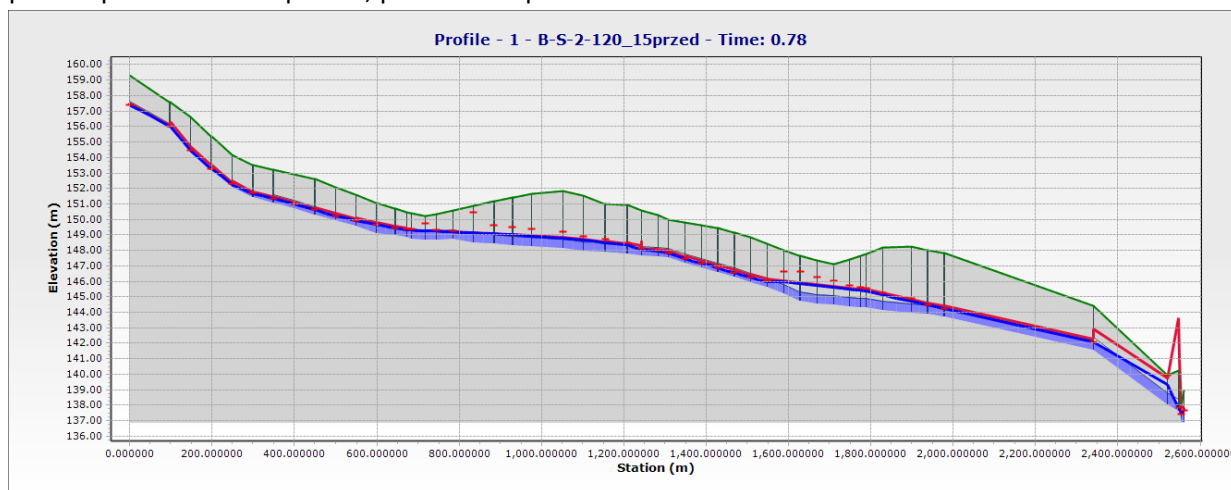
Rysunek 19. Przebieg profili kolektora kanalizacji deszczowej zaczynający się na początku ulicy Dywizjonu 303 do wylotu do rowu R-1 przy ulicy Mickiewicza.

Zwraca się uwagę, że już dla opadu o prawdopodobieństwie 50% kanalizacja deszczowa pracuje podciśnieniowo, mimo że w tym scenariuszu odpływ powierzchniowy powstaje właściwie jedynie z dróg.

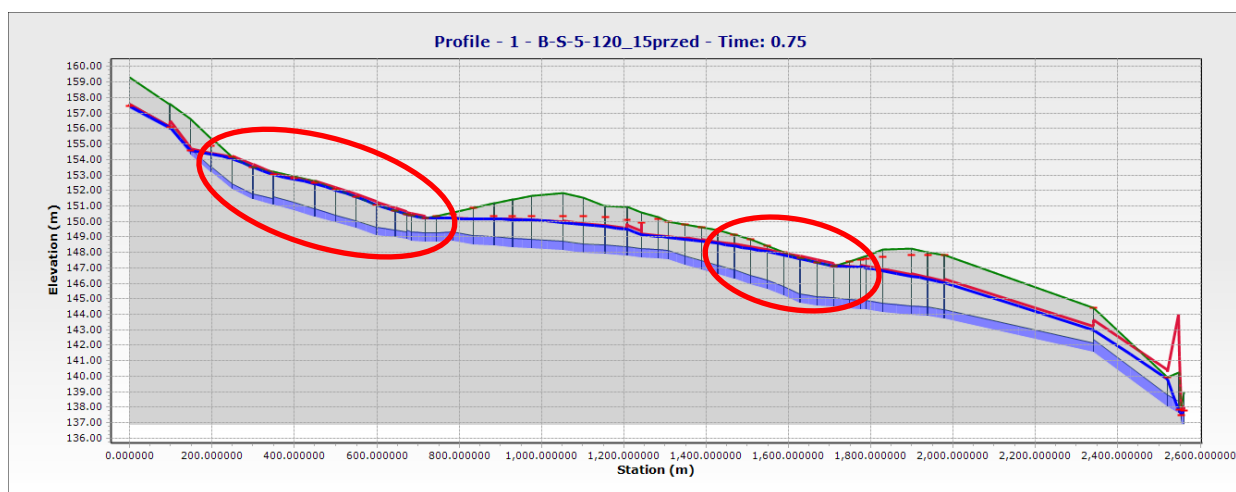
Natomiast dla niższych prawdopodobieństw, przy sptywie powierzchniowym również z pól, występują nadpiętrzenia i dochodzi do wylań z kanalizacji na okoliczne tereny - drogi i działek inwestycyjnych (lokalizację tych miejsc na długości profili zaznaczono czerwoną obwiednią).

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

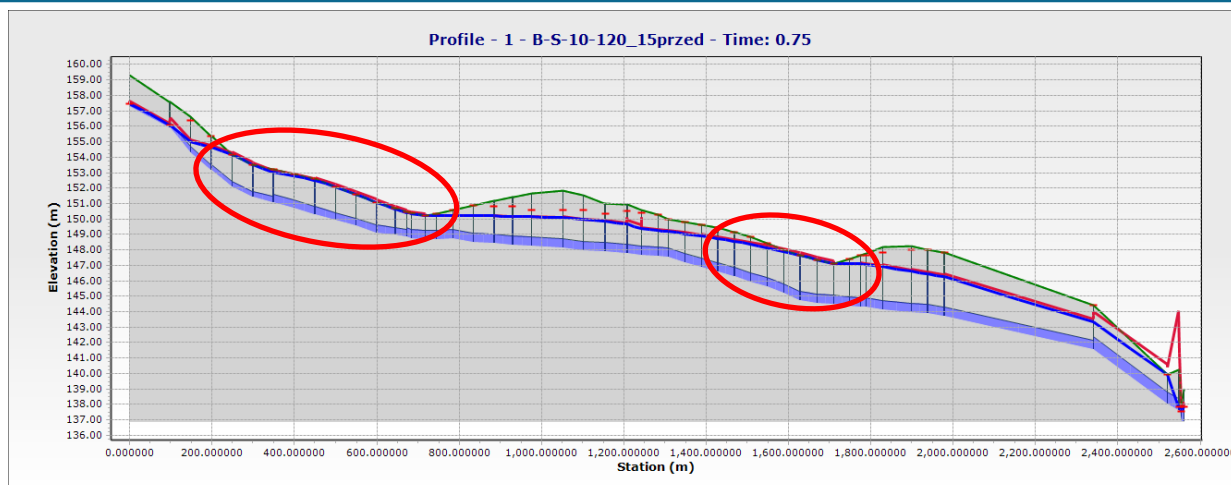
Na poniższych profilach przedstawiono napełnienie kolektora obciążonego opadem o prawdopodobieństwie $p=50\%$, $p=20\%$ oraz $p=10\%$.



Rysunek 20. Profil sieci KD na terenie SSE i odcinka odprowadzenia do rowu R-1 w ciągu ul. Mickiewicza, z zaznaczeniem przebiegu linii ciśnień (kolor niebieski) towarzyszący maksymalnym przepływom w trakcie symulacji dla prawdopodobieństwa $p=50\%$



Rysunek 21. Profil sieci KD na terenie SSE i odcinka odprowadzenia do rowu R-1 w ciągu ul. Mickiewicza, z zaznaczeniem przebiegu linii ciśnień (kolor niebieski) towarzyszący maksymalnym przepływom w trakcie symulacji dla prawdopodobieństwa $p=20\%$

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

Rysunek 22. Profil sieci KD na terenie SSE i odcinka odprowadzenia do rowu R-1 w ciągu ul. Mickiewicza, z zaznaczeniem przebiegu linii ciśnień (kolor niebieski) towarzyszący maksymalnym przepływowi w trakcie symulacji dla prawdopodobieństwa $p=10\%$

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

8 Proponowane rozwiązania koncepcji technicznej

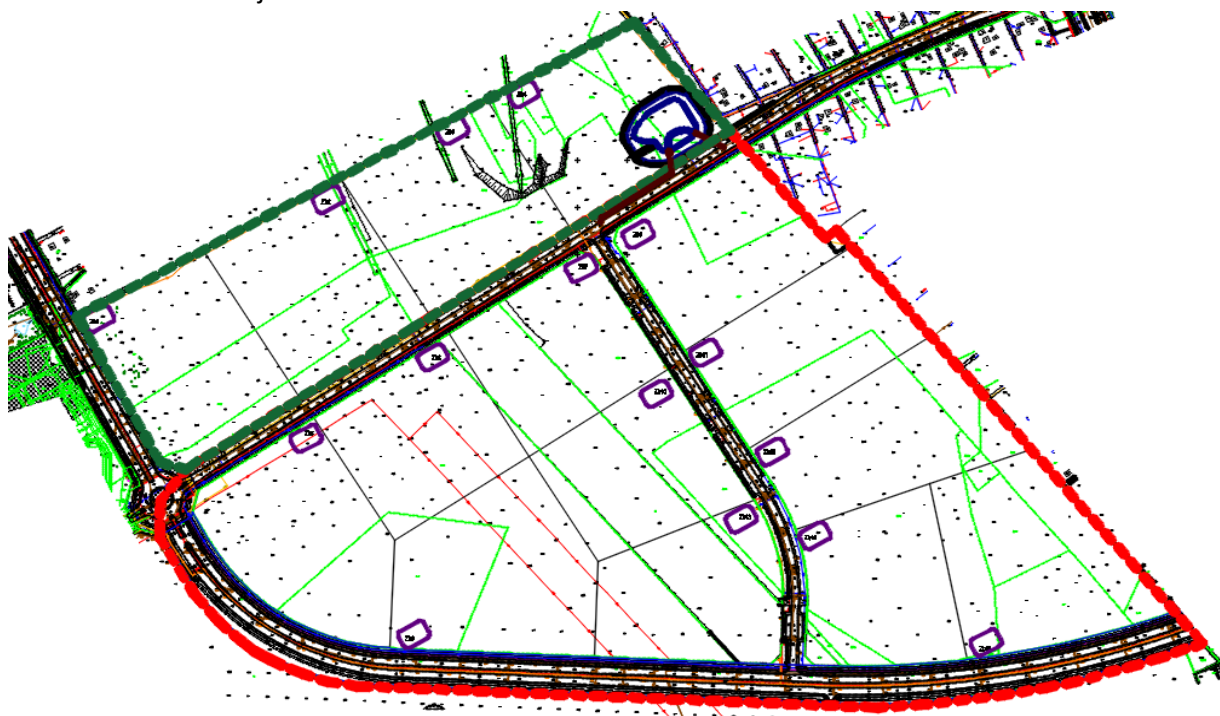
Przedmiotem zamówienia jest opracowanie koncepcji odwodnienia terenów w rejonie planowanej Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku, będącej I etapem budowy zbiornika retencyjnego mającego na celu zabezpieczenia Miasta Białostok.

Zgodnie z umową należało zaproponować dwa warianty lokalizacji zbiornika. Przy projektowaniu zbiornika retencyjnego należało sprawdzić jak zaproponowane rozwiązanie wpływa na przepływ rowu R-1.

8.1 Wariant 1

8.1.1 Opis rozwiązań

Wariant ten zakłada odprowadzenie wód deszczowych z 11 działek (zakreślono kolorem czerwonym na poniższym rysunku) odbędzie się do istniejącej kanalizacji deszczowej w ulicy Dywizjonu 303 oraz Wiewiórczej.



Rysunek 23. Kolorem czerwony przedstawiono zlewnie projektowanego zbiornika

Każda z działek ma planowany indywidualny zbiornik retencyjny. Następnie u wylotu ze Strefy Ekonomicznej zostanie zlokalizowane zbiornik retencyjny w południowo-wschodnim rogu działki 1/33. Zadaniem zbiornika jest zmniejszenie oraz opóźnienie odpływu wód deszczowych z Suwalskiej Strefy Ekonomicznej.

Każda z pozostałych działek 1/30, 1/31, 1/32, 1/33 ma planowany indywidualny zbiornik retencyjny, którego zadaniem będzie retencja i opóźnienie odpływu. Odpływ z działek będzie następował do rowu R-1.

W celu ograniczeniu odpływu z rejonu Suwalskiej Strefy Ekonomicznej zamontowano kryzę DN 300 w studni przelewowej (lokalizację zaznaczono w załączniku na rysunku 3), która spiętrza wody kolektorze, następnie nadmiar wody przelewa się do projektowanego otwartego zbiornika

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

retencyjnego. Zaprojektowano krawędź przelewową o szerokości 1 m oraz wyniesioną 15 cm nad dnem kanału. Do odprowadzania wód opadowych z studni przelewowej zaprojektowano rurę DN800.

8.1.2 Obliczenia hydrauliczne – dobór limitów odprowadzenia wód z działek inwestycyjnych oraz dobór objętości zbiornika retencyjnego dla SSE.

W celu wykonania obliczeń, na bazie których dobrano wielkości odpływu i retencji zbiornikowej, przyjęto następujące założenia:

- niezwiększanie odpływu do odbiornika w sytuacji projektowanej w stosunku do sytuacji istniejącej;
- minimalizacja nadpiętrzeń i wylewów na teren dla opadów o prawdopodobieństwie wystąpienia 50% (o maksymalnym natężeniu $130 \frac{l}{s \cdot ha}$), oraz opadu o prawdopodobieństwie wystąpienia 20% (o maksymalnym natężeniu $210 \frac{l}{s \cdot ha}$), a także dla scenariusza opadu nawalnego o prawdopodobieństwie wystąpienia 10%;

Obliczenia hydrauliczne w modelu były wykonywane metodą iteracyjną, aby możliwie dobrze odwzorować pracę systemu i dobrać niezbędne limity odpływu z działek inwestycyjnych, pozwalające na spełnienie powyższych warunków, dobrać objętość zbiornika retencyjnego dla SSE, oraz limity odpływu z niego do odbiornika.

Bazując na wynikach przeprowadzonych symulacji przedstawiono w tabeli poniżej maksymalne odpływy terenów inwestycyjnych dla dwóch scenariuszy: $130 \frac{l}{s \cdot ha}$ (Limit 1) oraz $210 \frac{l}{s \cdot ha}$ (Limit 2). Są to maksymalne wielkości wód opadowych, które system kanalizacji deszczowej jest w stanie przyjąć dla danego opadu.

Dla pierwszego scenariusza Limit 1 maksymalny odpływ z działki odpowiada 10% uszczelnienia terenu. Natomiast dla drugiego scenariusza Limit 2 maksymalny odpływ z działki odpowiada 5% uszczelnienia terenu.

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

W tabeli poniżej zestawiono uzyskane wyniki.

Tabela 5. Obliczeniowe maksymalne możliwe wartości odpływu wód opadowych z działek inwestycyjnych w Wariancie 1.

Nr. Działki	Limit1 [dm ³ /s]	Limit2 [dm ³ /s]
1/34 *	47	33
1/33 **	13	13
1/32 **	13	13
1/31 **	13	13
1/30 **	12	12
1/44 *	12.5	12.5
1/43 *	39	27
1/42 *	45	31
1/41 *	40	28
1/40 *	40	28
1/39 *	40	27
1/38 *	39	27
1/37 *	50	35
1/36 *	40	27
1/35 *	38	27

* - przyjęto dla deszczu $130 \frac{l}{s \cdot ha}$ limit jak dla wsp. spływu 0,1, dla deszczu $210 \frac{l}{s \cdot ha}$ limit jak dla wsp. spływu 0,05;

** - ze względu na odpływ bezpośrednio do odbiornika, przyjęto limit odpływu jak dla odpływu z działki niezabudowanej.

Dla tak dobranych scenariuszy odpływu z działek inwestycyjnych (Limit 1 oraz Limit 2), została obliczona objętość zbiornika retencyjnego dla SSE.

Pojemność zbiornika retencyjnego została obliczona na deszcz o prawdopodobieństwie $p=10$. Do obliczenia wielkości zbiorników założono maksymalne uszczelnienie działek inwestycyjnych, które jest zgodne z obowiązującym MPZP (uszczelnienie terenu do 90%). W tabeli poniżej zestawiono obliczoną minimalną objętość czynną dla dwóch limitów odpływu z terenów inwestycyjnych. Dodatkowo obliczona objętość zbiornika została powiększona o współczynnik bezpieczeństwa 1,2.

Tabela 6. Minimalne obliczone objętości zbiorników retencyjnych w zależności od scenariusza deszczu, przy przyjętych limitach odpływów z działek inwestycyjnych

Scenariusz	Maksymalny odpływ dla scenariusza $130 \frac{l}{s \cdot ha}$, m ³	Maksymalny odpływ dla scenariusza $210 \frac{l}{s \cdot ha}$, m ³
Zbiornik	6000	4800

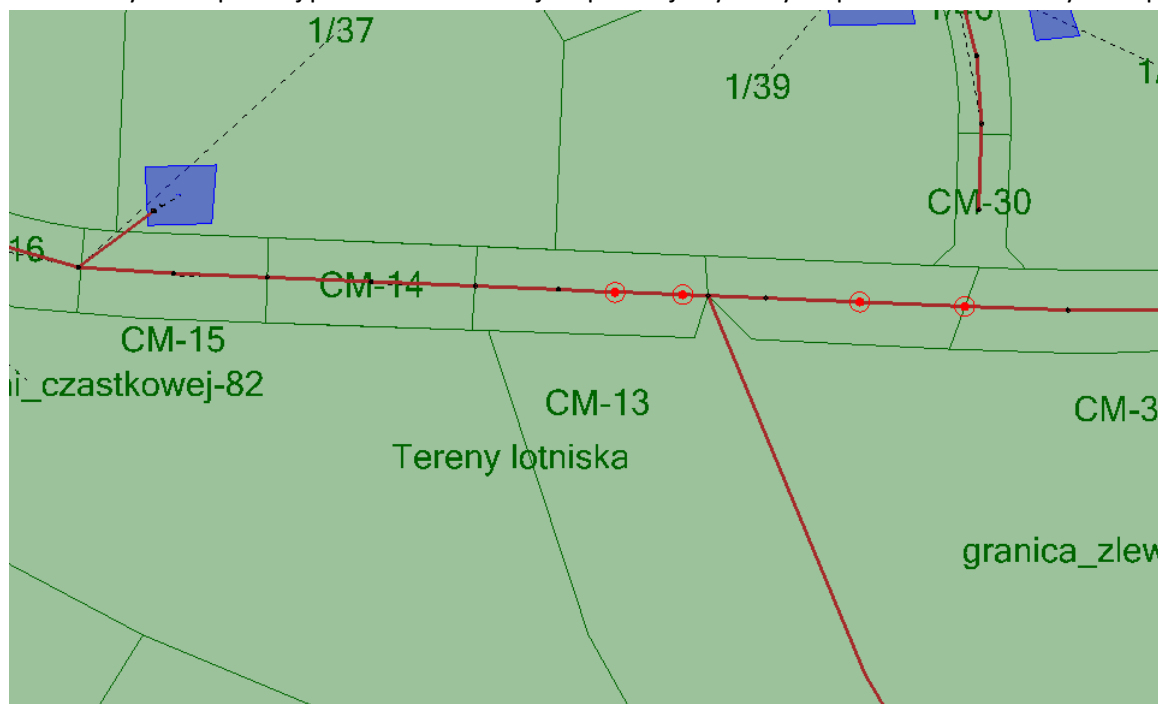
Następnie wykonano szereg symulacji sprawdzających pracę systemu przy zastosowaniu jednego z dwóch tak zdefiniowanych scenariuszy odpływu z działek inwestycyjnych.

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

Wyniki symulacji wskazują, że jest możliwe odprowadzanie wód opadowych z działek inwestycyjnych dla Limitu 1 dla opadów o prawdopodobieństwie $p=50\%$, $p=20\%$ oraz $p=10\%$.

Dla każdej symulacji występują nadpiętrzenia w górnej części kolektora w okolicach studni, do której włączony jest drenaż z lotniska. Wpływ na to też ma błędnie wykonana sieć kanalizacji deszczowej. Według mapy zasadniczej występują przeciwnadcięcia na istniejącym kolektorze.

Na rysunku poniżej przedstawiono miejsca potencjalnych wylań przedstawiono na rysunki poniżej.

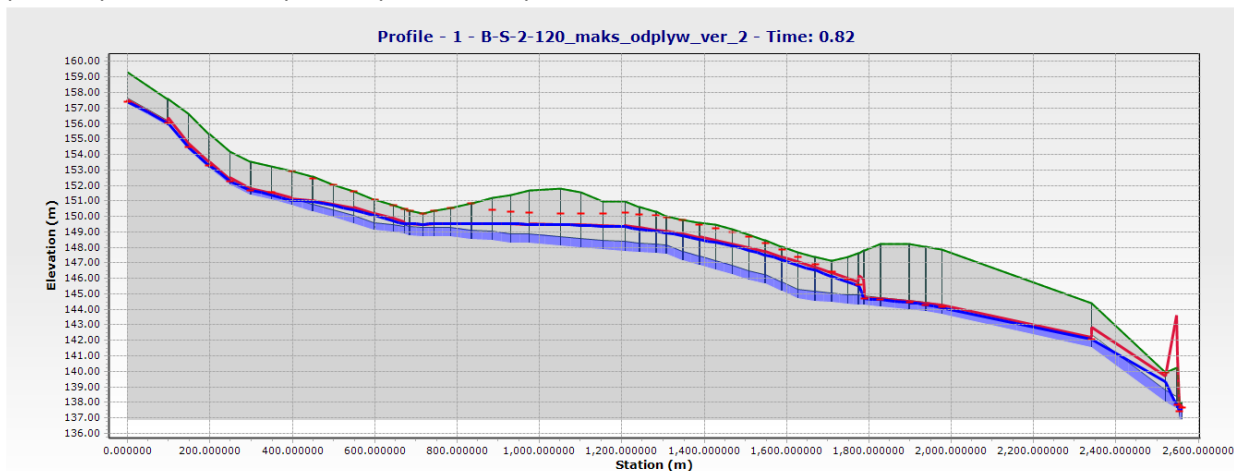


Rysunek 24. Lokalizacja nadpiętrzeń występujących w okolicach studzienki, do której jest wpięty drenaż.

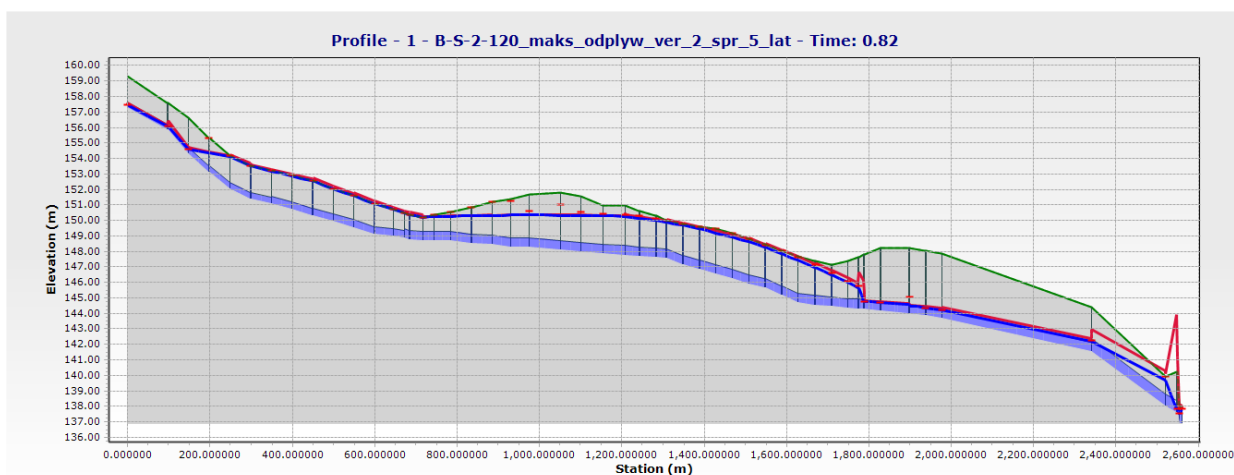
Bazując na opracowaniu „Ekspertyza pod kątem docelowych rozwiązań odwodnienia działek gminnych o nr: 1/15, 1/14, 1/11” nie ma pewności w jakim stanie jest sieć odwadniająca tereny lotniska. Wielkość odpływu z działki inwestycyjnej 1/44 nie ma istotnego znaczenia na pracę sieci w ulicy Dywizjonu 303.

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

Na poniższych profilach przedstawiono napełnienie kolektora obciążonego opadem o prawdopodobieństwie $p=50\%$, $p=20\%$ oraz $p=10\%$ dla Wariantu 1.

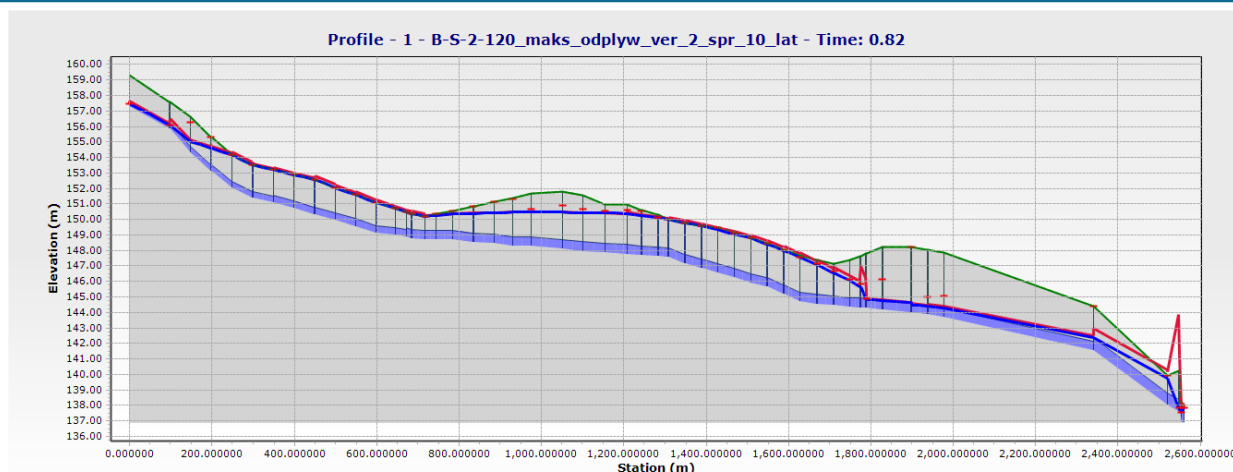


Rysunek 25. Profil sieci KD na terenie SSE i odcinka odprowadzenia do rowu R-1 w ciągu ul. Mickiewicza dla Wariantu 1 z limitem odpływu z działek Limit 1, z zaznaczeniem przebiegu linii ciśnień (kolor niebieski) towarzyszący maksymalnym przepływom w trakcie symulacji dla prawdopodobieństwa $p=50\%$.



Rysunek 26. Profil sieci KD na terenie SSE i odcinka odprowadzenia do rowu R-1 w ciągu ul. Mickiewicza dla Wariantu 1 z limitem odpływu z działek Limit 1, z zaznaczeniem przebiegu linii ciśnień (kolor niebieski) towarzyszący maksymalnym przepływom w trakcie symulacji dla prawdopodobieństwa $p=20\%$.

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku



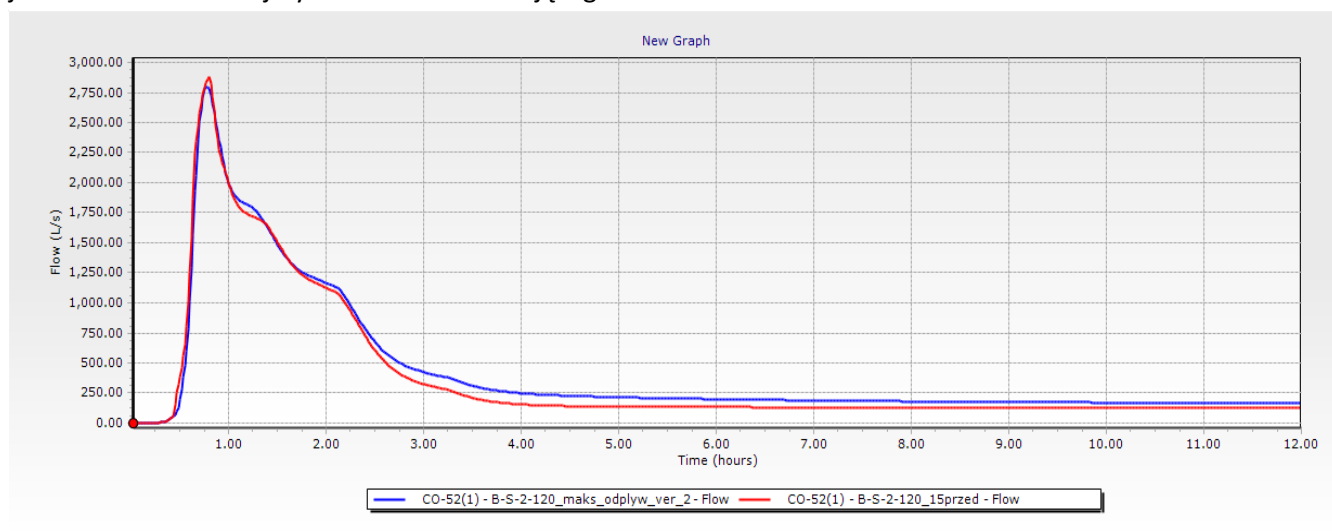
Rysunek 27. Profil sieci KD na terenie SSE i odcinka odprowadzenia do rowu R-1 w ciągu ul. Mickiewicza dla Wariantu 1 z limitem odpływu z działek Limit 1, z zaznaczeniem przebiegu linii ciśnień (kolor niebieski) towarzyszący maksymalnym przepływom w trakcie symulacji dla prawdopodobieństwa $p=10\%$.

W wyniku analiz, w niniejszej koncepcji zdecydowano się na zbiornik o minimalnej objętości czynnej 6000 m^3 , oraz zdecydowano się na scenariusz Limit 1 dla odpływu z działek inwestycyjnych.

Wybrano scenariusz Limit 1, żeby potencjalni inwestorzy nie mieli zbyt restrykcyjnych limitów na odprowadzenie wód opadowych.

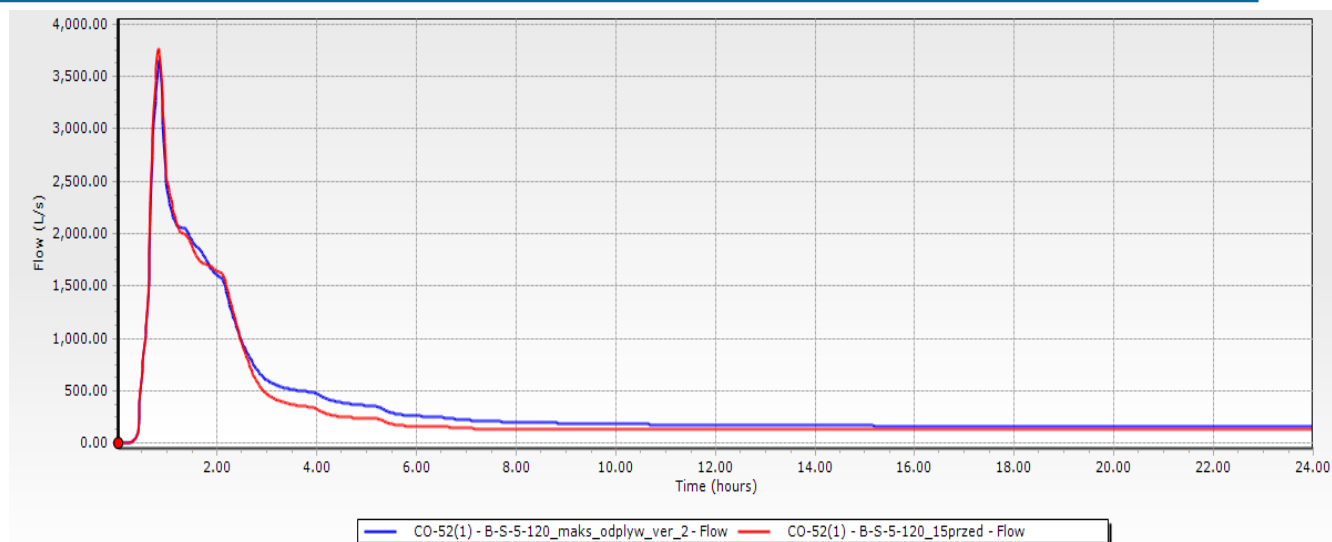
Jednocześnie te rozwiązania spełniają założenia projektowe, co pokazano na rysunkach poniżej

Na poniższych hydrogramach przedstawiono kolorem niebieskim przepływ w rowie R-1 za wylotem przy ulicy Mickiewicza. Jak widać na poniższych rysunkach odpływ z terenów inwestycyjnych jest nieznacznie mniejszy niż dla stanu istniejącego.



Rysunek 28. Hydrogram przepływu w rowie R-1 za wylotem przy ulicy Mickiewicza dla opadu o prawdopodobieństwie $p=50\%$. Kolorem czerwonym zaznaczono przepływ dla stanu istniejącego natomiast kolorem niebieskim dla stanu projektowanego.

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku



Rysunek 29. Hydrogram przepływu w rowie R-1 za wylotem przy ulicy Mickiewicza dla opadu o prawdopodobieństwie $p=20\%$. Kolorem czerwonym zaznaczono przepływ dla stanu istniejącego natomiast kolorem niebieskim dla stanu projektowanego.

8.1.3 Dobór parametrów zbiornika

W załączniku na rysunku 2 przedstawiono lokalizację zbiornika dla scenariusza Limit 1. W tabeli poniżej przedstawiono charakterystyczne parametry projektowanego zbiornika

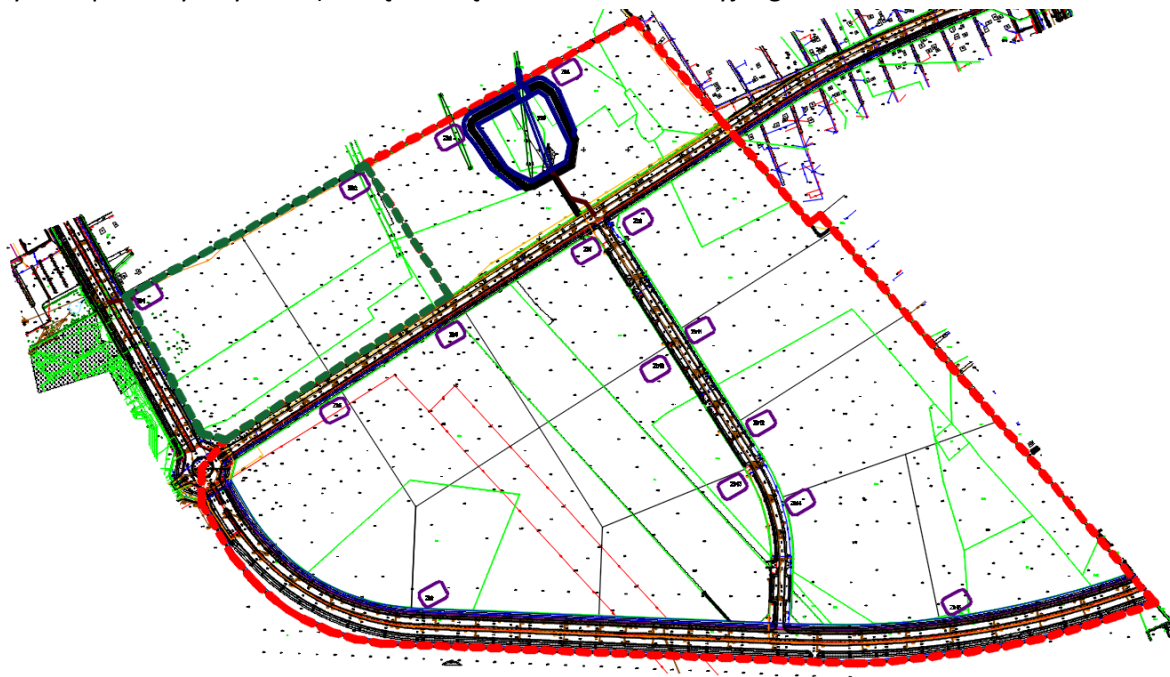
Tabela 7. Charakterystyczne parametry projektowe zbiornika w Wariantcie 1.

Parametr	Opis parametru
Typ	zbiornik otwarty, z odprowadzeniem do rowu R-1
Rzędna korony obwałowania	147.0 m n.p.m.
Rzędna max zw. wody	146.5 m n.p.m.
Rzędna dna	144.0 m n.p.m.
Spadek skarp	1:3
Powierzchnia zbiornika (przy max zw. wody)	3500 m ²
Pojemność retencyjna zbiornika	6000 m ³
Odpływ projektowany, Urządzenie przelewowe	projektowany regulator przepływu o ograniczeniu do 166 dm ³ /s z przelewem awaryjnym na rz. 145,70 m n.p.m.
Odprowadzenie	Kanał odprowadzający DN 0,3 m

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

8.2 Wariant 2

Wariant ten zakłada odprowadzenie wód deszczowych z 13 działek (zakreślono kolorem czerwonym na poniższym rysunku) odbędzie się do zbiornika retencyjnego.



Rysunek 30. Kolorem czerwony przedstawiono zlewnie projektowanego zbiornika.

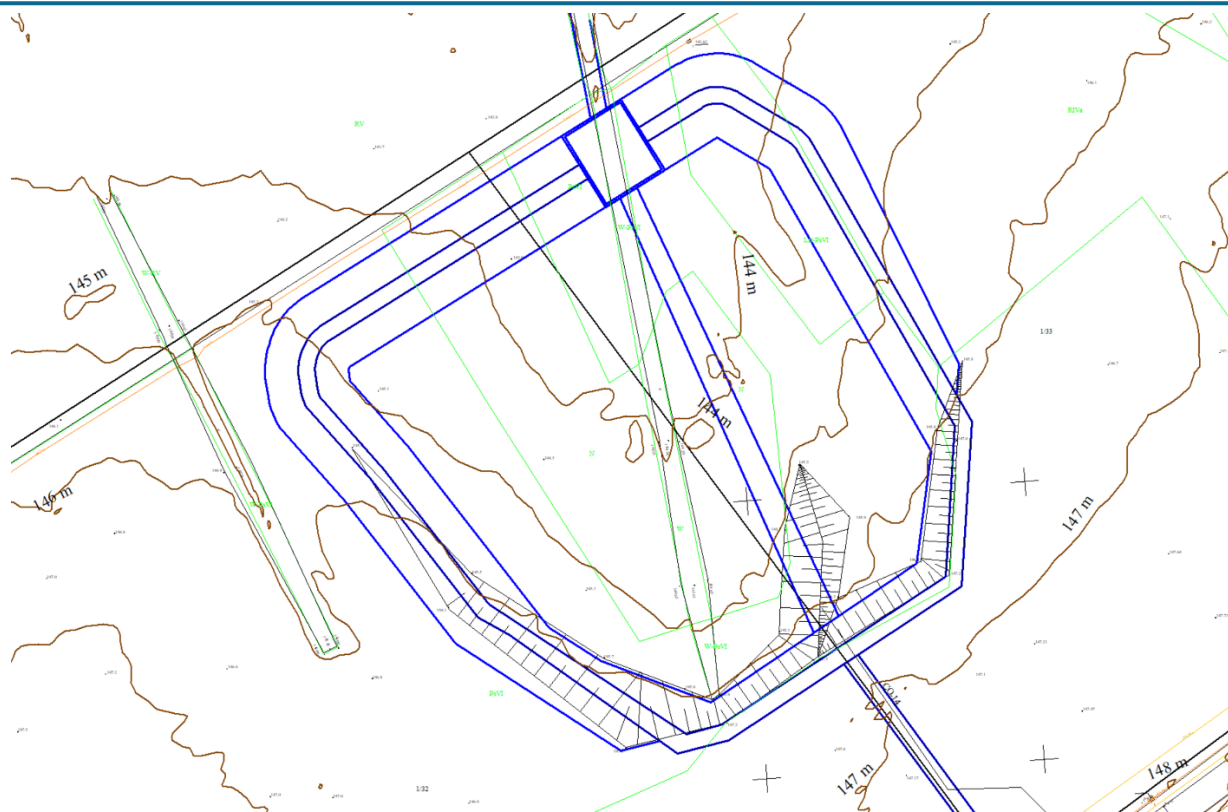
Zbiornik retencyjny będzie zlokalizowany na granicy działek 1/32 oraz 1/33. Wylot ze zbiornika zostanie umiejscowiony do istniejącej odnogi rowu odwadniającego R-1.

Zadaniem zbiornika jest zmniejszenie oraz opóźnienie odpływu wód deszczowych z Suwalskiej Strefy Ekonomicznej. Z 11 działek wody opadowe skierowano do istniejącej kanalizacji deszczowej w ulicy Dywizjonu 303 oraz Wiewiórczej. Natomiast z działek 1/32 oraz 1/33 wody opadowe są wprowadzane bezpośrednio do zbiornika retencyjnego. Każda z działek ma planowany indywidualny zbiornik retencyjny.

Z pozostałych działek: 1/30, 1/31 ma planowany indywidualny zbiornik retencyjny, którego zadaniem będzie retencja i opóźnienie odpływu. Odpływ z działki będzie do rowu R-1.

W celu ograniczenia odpływu z rejonu Suwalskiej Strefy Ekonomicznej zamontowano kryzę DN 400 w studni zlokalizowanej na granicy strefy SSE (lokalizację zaznaczono w załączniku na rysunku 4), która spiętrza wody kolektorze, następnie nadmiar wody przelewa się w studni przelewowej (lokalizację zaznaczono w załączniku na rysunku 4) do projektowanego otwartego zbiornika retencyjnego. Zaprojektowano krawędź przelewową o szerokości 1 m oraz wyniesioną 15 cm nad dnem kanału. Do odprowadzania wód opadowych z studni przelewowej zaprojektowano rurę DN800.

Związku z sprzyjającym ukształtowaniem terenu zdecydowano się zlokalizować zbiornik retencyjny pomiędzy działkami 1/32 i 1/33. Poniżej na rysunku przedstawiono ułożenie warstw terenu.

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

Rysunek 31. Ukształtowanie terenu pod planowanym zbiornikiem retencyjnym.

Projektowany zbiornik będzie - ze względu na lokalizację na stoku i piętrzenie wody ponad okoliczny teren - budową hydrotechniczną klasy IV z doczołową zaporą ziemną. Założenie IV klasy dla przebudowywanych zbiornika oznacza konieczność wykonania przelewów awaryjnych i przyjęcie określonych prawdopodobieństw dla przepływów charakterystycznych: miarodajnego $Q_m = 1 \%$ i kontrolnego $Q_k = 0,5 \%$. Dla niższych prawdopodobieństw może dojść do przelania przez zaporę, co może doprowadzić do rozmycia zapory ziemnej.

W warunkach wezbraniowych, dla dużych przepływów występujących w momencie wypełnienia się projektowanego zbiornika do rzędnej MaxPP, nadmiar wody odprowadzany będzie przez dodatkowy przelew do komory odprowadzającej.

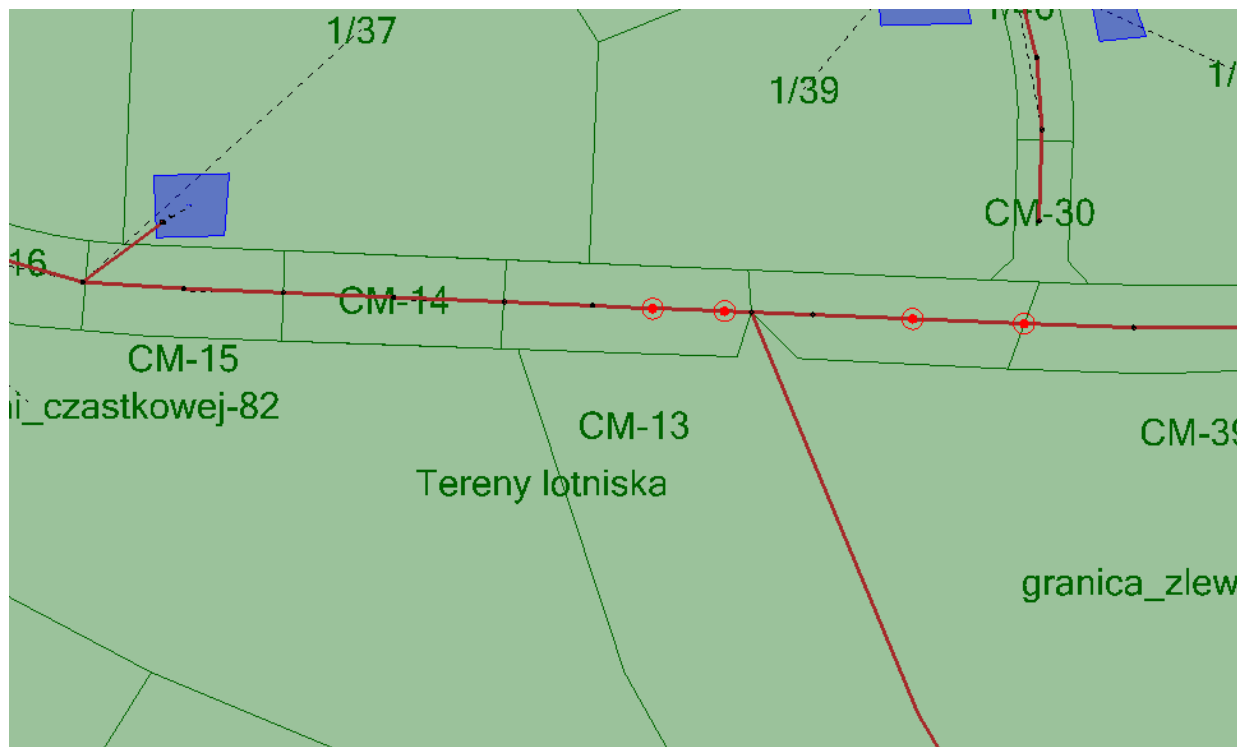
Odprowadzenie wody ze zbiornika do rowu R-1 planuje się wykonać za pomocą istniejącego rowu, który należy przebudować. Rów aktualnie nie ma odpowiedniej przepustowości hydraulicznej.

W przypadku wystąpienia przepływów katastrofalnych, planuje się budowę przelewu stokowego z projektowanego zbiornika w postaci lokalnie obniżonej korony zapory ziemnej z umocnioną skarpą odpowietrzną.

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

Limity odpływu z działek przyjęto z rozdziału 8.1.2. Wyniki symulacji wskazują, że jest możliwe odprowadzanie wód opadowych z działek inwestycyjnych dla Limitu 1 dla opadów o prawdopodobieństwie $p=50\%$, $p=20\%$ oraz $p=10\%$. Dla każdej symulacji występują nadpiętrzenia w górnej części kolektora w okolicach studni, do której włączony jest drenaż z lotniska. Wpływ na to też ma błędnie wykonana sieć kanalizacji deszczowej. Według mapy zasadniczej występują przeciw spadki na istniejącym kolektorze.

Na rysunku poniżej przedstawiono miejsca potencjalnych wylań przedstawiono na rysunku poniżej.



Rysunek 32. Lokalizacja nadpiętrzeń występujących w okolicach studzienki, do której jest wpięty drenaż.

Bazując na opracowaniu „Ekspertyza pod kątem docelowych rozwiązań odwodnienia działek gminnych o nr: 1/15, 1/14, 1/11” nie ma pewności w jakim stanie jest sieć odwadniająca tereny lotniska. Wielkość odpływu z działki inwestycyjnej 1/44 nie ma istotnego znaczenia na pracę sieci w ulicy Dywizjonu 303.

Pojemność zbiornika retencyjnego została obliczona na deszcz o prawdopodobieństwie $p=0.5\%$. Do obliczenia wielkości zbiorników założono maksymalne uszczelnienie działek inwestycyjnych, które jest zgodne z obowiązującym MPZP (uszczelnienie terenu do 90%). Objętość zbiornika została obliczona dla scenariuszy odpływu z działek inwestycyjnych Limit 1 oraz Limit 2.

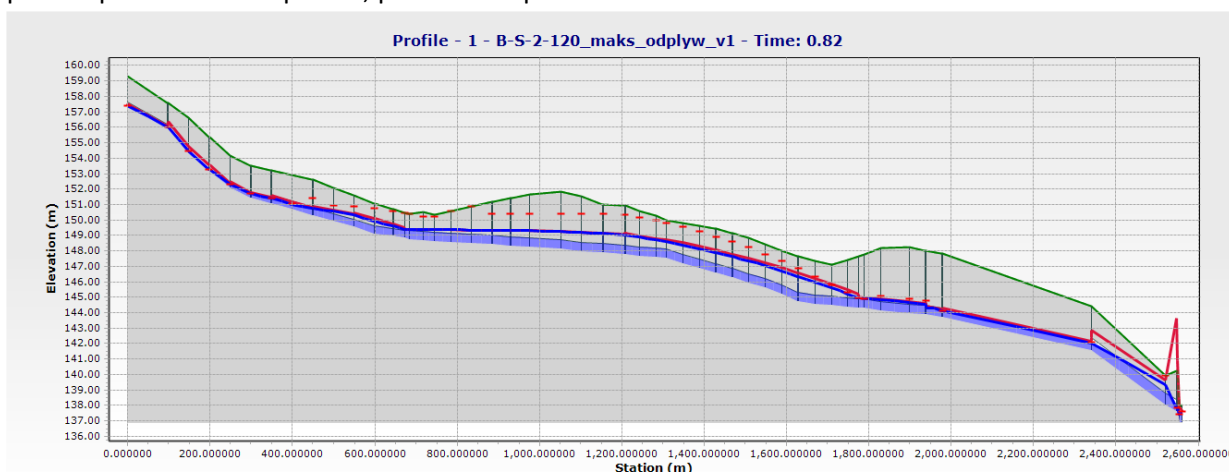
Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

W tabeli poniżej zestawiono obliczoną minimalną objętość czynną dla dwóch limitów odpływu z terenów inwestycyjnych. Dodatkowo obliczona objętość zbiornika została powiększona o współczynnik bezpieczeństwa 1,2.

Tabela 8. Minimalne obliczone objętości zbiorników retencyjnych w zależności od scenariusza deszczu, przy przyjętych limitach odpływów z działek inwestycyjnych

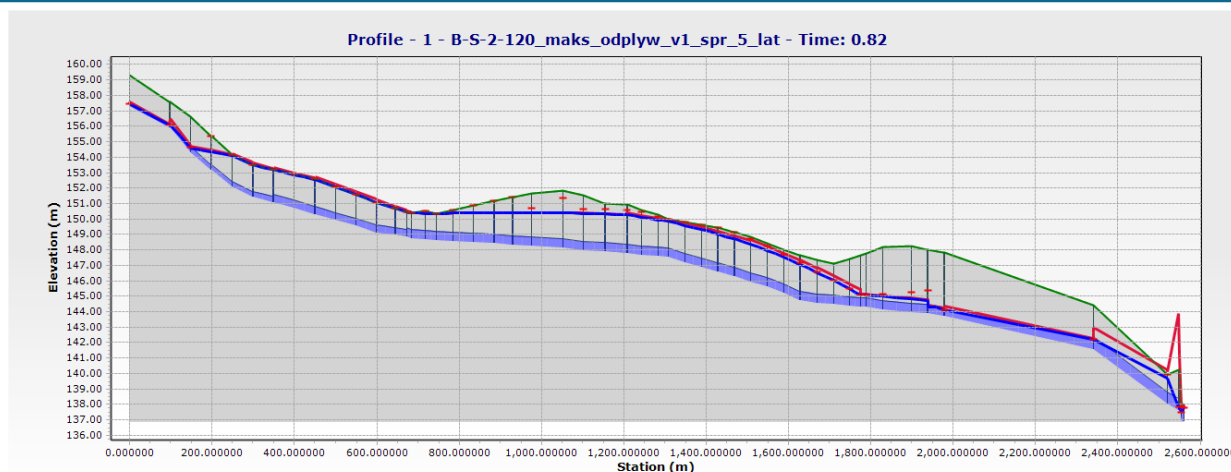
Scenariusz	Minimalna objętość czynną zbiornika dla scenariusza Limitu 1 m^3	Minimalna objętość czynną zbiornika dla scenariusza Limitu 2 m^3
Zbiornik	11500	10590

Na poniższych profilach przedstawiono napełnienie kolektora obciążonego opadem o prawdopodobieństwie $p=50\%$, $p=20\%$ oraz $p=10\%$ dla Wariantu 2.

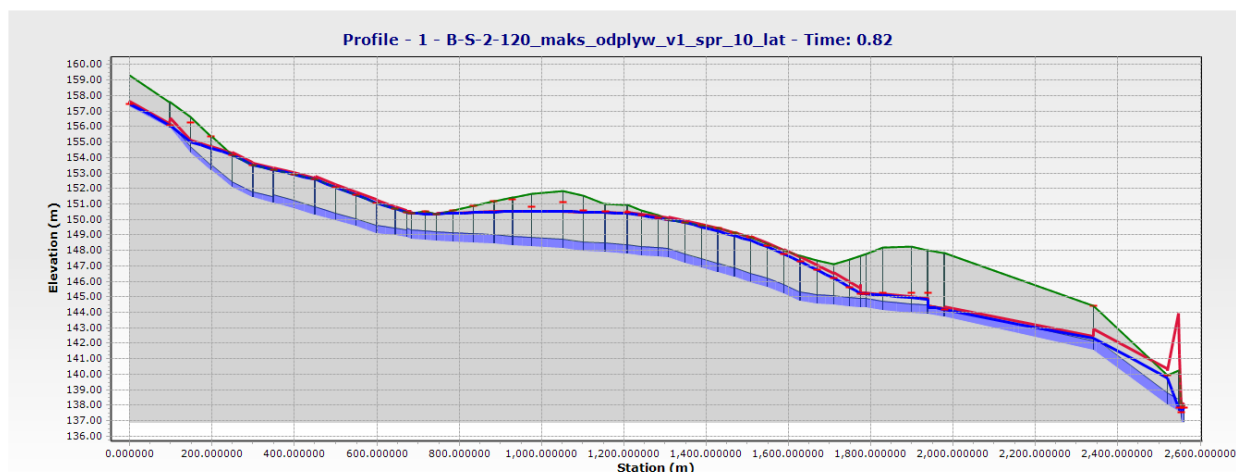


Rysunek 33. Profil sieci KD na terenie SSE i odcinka odprowadzenia do rowu R-1 w ciągu ul. Mickiewicza dla Wariantu 2 z limitem odpływu z działek Limit 2, z zaznaczeniem przebiegu linii ciśnień (kolor niebieski) towarzyszący maksymalnym przepływom w trakcie symulacji dla prawdopodobieństwa $p=50\%$.

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku



Rysunek 34. Profil sieci KD na terenie SSE i odcinka odprowadzenia do rowu R-1 w ciągu ul. Mickiewicza dla Wariantu 2 z limitem odpływu z działek Limit 2, z zaznaczeniem przebiegu linii ciśnień (kolor niebieski) towarzyszący maksymalnym przepływom w trakcie symulacji dla prawdopodobieństwa $p=20\%$.



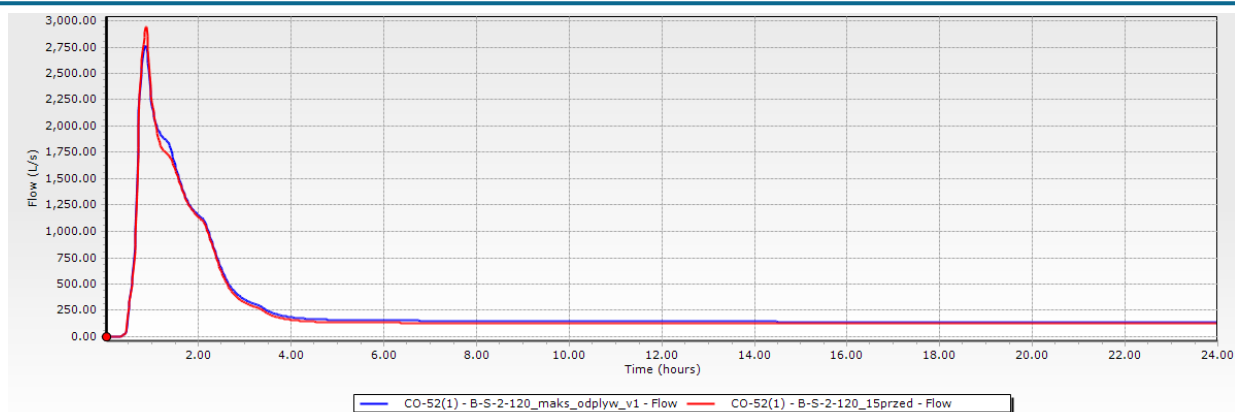
Rysunek 35. Profil sieci KD na terenie SSE i odcinka odprowadzenia do rowu R-1 w ciągu ul. Mickiewicza dla Wariantu 2 z limitem odpływu z działek Limit 2, z zaznaczeniem przebiegu linii ciśnień (kolor niebieski) towarzyszący maksymalnym przepływom w trakcie symulacji dla prawdopodobieństwa $p=10\%$.

W wyniku analiz, w niniejszej koncepcji zdecydowano się na zbiornik o minimalnej objętości czynnej 11500 m^3 , oraz zdecydowano się na scenariusz Limit 1 dla odpływu z działek inwestycyjnych.

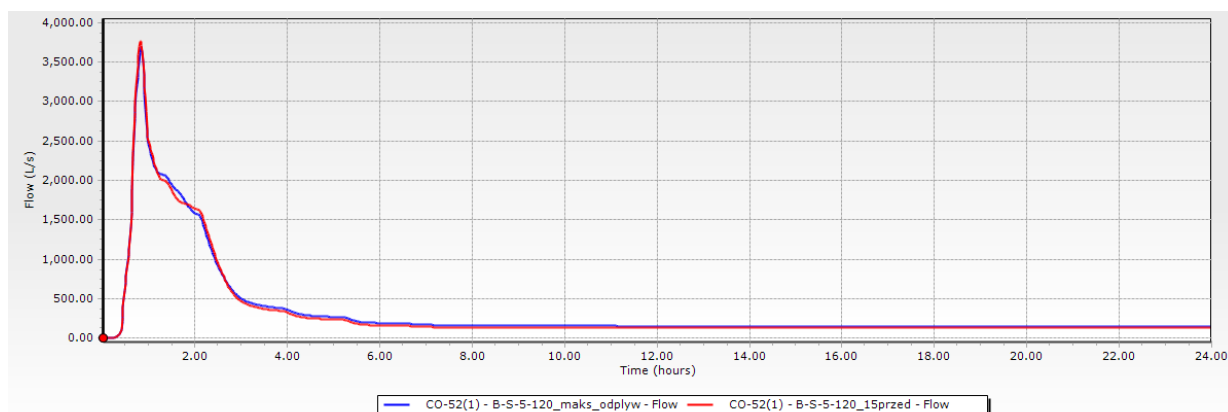
Wybrano scenariusz Limit 1, żeby potencjalni inwestorzy nie mieli zbyt restrykcyjnych limitów na odprowadzenie wód opadowych.

Jednocześnie te rozwiązania spełniają założenia projektowe, co pokazano na rysunkach poniżej.

Na poniższych hydrogramach przedstawiono kolorem niebieskim przepływ w rowie R-1 za wylotem przy ulicy Mickiewicza. Jak widać na poniższych rysunkach odpływ z terenów inwestycyjnych jest nieznacznie mniejszy niż dla stanu istniejącego.

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

Rysunek 36. Hydrogram przepływu w rowie R-1 za wylotem przy ulicy Mickiewicza dla opadu o prawdopodobieństwie $p=50\%$. Kolorem czerwonym zaznaczono przepływ dla stanu istniejącego natomiast kolorem niebieskim dla stanu projektowanego.



Rysunek 37. Hydrogram przepływu w rowie R-1 za wylotem przy ulicy Mickiewicza dla opadu o prawdopodobieństwie $p=20\%$. Kolorem czerwonym zaznaczono przepływ dla stanu istniejącego natomiast kolorem niebieskim dla stanu projektowanego.

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

8.2.1 Dobór parametrów zbiornika

W załączniku na rysunku 2 przedstawiono lokalizację zbiornika dla scenariusza Limit 1. W tabeli poniżej przedstawiono charakterystyczne parametry projektowanego zbiornika

Tabela 9. Charakterystyczne parametry projektowe zbiornika w Wariancie 2.

Parametr	Opis parametru
Typ	zbiornik otwarty, z odprowadzeniem do rowu R-1
Rzędna korony obwałowania	146.0 m n.p.m.
Rzędna max zw. wody	145.5 m n.p.m.
Rzędna dna	143.9 m n.p.m.
Spadek skarp	1:3
Powierzchnia zbiornika (przy max zw. wody)	7500 m ²
Pojemność retencyjna zbiornika	11500 m ³
Odptyw projektowany, Urządzenie przelewowe	projektowany regulator przepływu o ograniczeniu do 198 dm ³ /s z przelewem awaryjnym na rz. 145,70 m n.p.m.
Odprowadzenie	Kanał odprowadzający DN 0,8 m

Opracowanie koncepcji budowy zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku

9 Szacunek kosztów inwestycyjnych

Na potrzeby porównania wariantów pomiędzy sobą został wykonany szacunek kosztów inwestycyjnych. Podane wartości są kosztami netto.

Ze względu na obecny koncepcyjny etap analizy rozwiązań technicznych, szacunek ten został wykonany wskaźnikowo i może być obciążony znaczącą niepewnością ze względu na poczynione założenia. Dlatego też przyjęto, że do wyliczonego kosztu zostanie dodane 40% jako rezerwa na nieprzewidziane okoliczności.

- Koszt zbiornika retencyjnego wraz z przyległą infrastrukturą dla Wariantu 1 wynosi: **4,203,920.00 zł**
- Koszt zbiornika retencyjnego wraz z przyległą infrastrukturą dla Wariantu 2 wynosi: **4,212,145.00 zł**

10 Rekomendacja preferowanego wariantu lokalizacji zbiornika retencyjnego

Poniżej w sposób syntetyczny zestawiono podsumowanie planowanych wariantów lokalizacji projektowanego zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej na Krywlanach w Białymstoku.

Tabela 10. Porównanie wariantów projektowanych odprowadzenia wód opadowych

Parametr	Wariant 1	Wariant 2
Suma objętości retencji planowanego zbiornika	6000 m³	11500 m³
Długość KD łączącej sieć kanalizacji deszczowej z zbiornikiem	120 m	90 m
Średnica KD łączącej sieć kanalizacji deszczowej z zbiornikiem	grawitacyjny DN 800 mm	grawitacyjny DN 800 mm
Maksymalna głębokość KD łączącej sieć kanalizacji deszczowej z zbiornikiem	3,5 m	3,2 m
Spełnianie roli retencyjnej w funkcji celu inwestycji*	TAK	TAK
Szacunek kosztów inwestycyjnych	4,203,920.00 zł	4,212,145.00 zł

Zaletą wariantu drugiego jest podłączenie większej ilości działek inwestycyjnych do projektowanego zbiornika. Natomiast jest to budowla hydrotechniczna, która jest droższa w eksploatacja. Zbiornik w Wariantie 1 jest budowlą mniej skomplikowaną oraz niesie miejsce ryzyko w eksploatacji.

11 Podsumowanie

W koncepcji zaproponowano dwa warianty lokalizacji zbiornika retencyjnego w rejonie Suwalskiej Strefy Ekonomicznej. Dla każdej z działek inwestycyjnych wyznaczono limity zrzuty na dwóch scenariuszy Limit 1 oraz Limit 2.

Dla wszystkich scenariuszy sprawdzono jak proponowane rozwiązania wpływają na przepływ w rowie R-1. Zaprojektowane rozwiązanie pozwoli na nieznaczne zmniejszenie przepływu fali kulminacyjnej w rowie.

Obserwowane jest natomiast przeciążenie odbiornika spowodowane istniejącą zabudową (poza granicami Strefy) z której odwodnienie trafia do rowu R-1. Odciążenie odbiornika można uzyskać poprzez zbudowanie retencji w górnej części zlewni.

Zaleca się wykonanie pomiarów przepływu drenażu ułożonego pod terenem lotniska, żeby określić rzeczywiste oddziaływanie na system kanalizacji deszczowej w ulicy Dywizjonu 303.

Z myślą o poprawie funkcjonowania systemu odwodnienia całości terenów na Krywlanach obejmujących odbiornik – rów R-1 wraz z jego zlewnią, rekomenduje się kolejne kroki działań:

- wykonanie w przyszłości kalibracji modelu hydrodynamicznego systemu odwodnienia, a następnie wykonanie identyfikacji rozwiązań pozwalających na ograniczenie dopływu do rowu;
- instalację co najmniej jednego deszczomierza na terenie miasta;
- gromadzenie informacji o przepływach i na pełnieniach w charakterystycznych punktach sieci - zapisy takie zsynchronizowane czasowo z rejestracjami deszczy nawalnych z lokalnego deszczomierza zapewnią możliwość prawidłowej kalibracji modelu. Dopiero skalibrowany model hydrodynamiczny wraz z zapisami lokalnych opadów pozwoli na bardziej precyzyjny dobór minimalnej objętości zbiorników.
- kolejnym elementem, który pozwoli na precyzyjny dobór minimalnej objętości zbiorników dla różnych przebiegów opadów faktycznie występujących w Białymstoku, byłoby posiadanie aktualnego lokalnego modelu natężeń opadów oraz lokalnych hietogramów wzorcowych. Taki aktualny model opadowy można pozyskać np. z atlasu PANDa (Polski Atlas Natężeń Opadów). Powszechnie stosowane w Polsce typowe hietogramy deszczy syntetycznych (np. opad Eulera) nie odzwierciedlają w pełni spektrum możliwych sytuacji pracy sieci odwodnieniowej.