

SPIS TREŚCI

I.	CZĘŚĆ OGÓLNA	2
1.	INWESTOR.....	2
2.	PRZEDMIOT OPRACOWANIA.....	2
3.	LOKALIZACJA	2
4.	UKSZTAŁTOWANIE I ZAGOSPODAROWANIE TERENU	2
5.	WARUNKI GRUNTOWO-WODNE	2
6.	ZAPISY MIEJSCOWEGO PLANU ZAGOSPODAROWANIA PRZESTRZENNEGO	3
II.	CZĘŚĆ OPISOWA	3
7.	ISTNIEJĄCY SYSTEM KANALIZACJI DESZCZOWEJ.....	3
8.	PIERWOTNE ROZWIĄZANIA KONCEPCYJNE	3
9.	WARIANT I.....	4
9.1.	OBLICZENIA ILOŚCI WÓD DESZCZOWYCH.....	4
9.2.	OBLICZENIE ŚREDNICY KANAŁU TŁOCZNEGO	7
9.3.	LOKALIZACJA POMPOWNI	7
9.4.	KANAŁ GRAWITACYJNY DN1000	8
9.5.	UWAGI.....	8
10.	WARIANT II	8
10.1.	OBLICZENIA ILOŚCI WÓD DESZCZOWYCH PODLEGAJĄCYCH RETENCJI	9
10.2.	OBLICZENIA ILOŚCI WÓD DESZCZOWYCH PODLEGAJĄCYCH ROZSĄCZANIU	10
11.	ANALIZA KOSZTOWA	10
12.	OBECNIE PODJĘTE DZIAŁANIA INWESTYCYJNE	11
13.	PODSUMOWANIE I WNIOSKI	12

ZAŁĄCZNIKI

1. Protokół ze spotkania z dn. 16.01.2018 z Zarządem Osiedla Pawłówko.....	14
--	----

CZĘŚĆ RYSUNKOWA

Rys. 1 MAPA PODZIAŁU NA ZLEWNIE CZĄSTKOWE

I. CZĘŚĆ OGÓLNA

1. Inwestor

Gmina Miejska Chojnice
Stary Rynek 1, 89 600 Chojnice

2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest program gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi na terenie osiedla Pawłówko w Chojnicach.

3. Lokalizacja

Osiedle Pawłówko położone jest we wschodniej części m. Chojnice, w obrębie ulic Kolejowej, Ustronnej i Tucholskiej, a od wschodu ograniczone ulicą Przytorową biegnącą przy terenie nieczynnej linii PKP.

4. Ukształtowanie i zagospodarowanie terenu

Teren osiedla Pawłówko jest bardzo zróżnicowany wysokościowo, gdzie różnice wysokościowe w głównych punktach dróg wynoszą około 8,5m.

Należy zauważyć, że najniżej położone tereny rozciągają się głównie wzdłuż ulicy Ustronnej. Tereny wyżej położone – tj. głównie pas ulicy Tucholskiej (od południowego-zachodu), ulicy Kolejowej (od północy) oraz pas terenu PKP (od wschodu) tworzą nieckę uniemożliwiającą swobodny odpływ wód opadowych i roztopowych. Ponadto, pomiędzy ulicą Ustronną i Tucholską rozciąga się pas obniżenia terenu, na terenie obecnie niezabudowanym, który z uwagi na niskie położenie w stosunku do terenów przyległych stanowi nieckę bezodpływową.

We wschodniej części osiedla – w obrębie ulicy Willowej i Przytorowej znajdują się zbiorniki wodne „glinianki”, które posiadają pewną zdolność retencyjną dla wód opadowych i roztopowych. Zgodnie z koncepcją wykonaną przez biuro ELJOT, na terenie przeznaczonym w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego znajdować się będzie zbiornik retencyjny wód deszczowych i roztopowych odprowadzanych projektowaną kanalizacją deszczową pełniący także funkcję rekreacyjną.

Obecnie pomiędzy ulicą Ustronną i Tucholską znajdują się tereny zamieszkałe, zabudowane domami jednorodzinnymi. Zgodnie z obowiązującym miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego, docelowo funkcje tego terenu zostaną zachowane.

Na obszarze pomiędzy ulicą Kolejową i Ustronną występują obecnie rozległe tereny zielone, na których prowadzona jest działalność rolna (tj. uprawy i łąki). Docelowo biorąc pod uwagę obecny miejscowy plan zagospodarowania oraz proponowaną do niego zmianę, teren jest przeznaczony pod zabudowę produkcyjną i usługową (w zachodniej części) oraz zabudowę mieszkalną i usługową (we wschodniej części).

5. Warunki gruntowo-wodne

Rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych na tym terenie oparto na uzyskanych od Inwestora materiałach, a także w oparciu o badania geotechniczne wykonane dla budowy kanalizacji deszczowej w rejonie ulic Willowej i Przytorowej.

Teren osiedla Pawłówko charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem warunków geologicznych.

Na przeważającym terenie występują grunty nieprzepuszczalne lub słaboprzepuszczalne – tj. gliny, gliny piaszczyste, piaski gliniaste i ły. Grunty przepuszczalne występują w zachodniej części osiedla – tj. na terenie między ulicą Kolejową i Ustronną.

Zgodnie z przeprowadzonymi badaniami geotechnicznymi, często bezpośrednio pod glebą (o grubości warstwy 0,3-0,4m) zalegają grunty nieprzepuszczalne, które uniemożliwiają skuteczną infiltrację, a co w konsekwencji powoduje zaleganie wód bezpośrednio na powierzchni gruntu lub odpływ powierzchniowy w niżej położone tereny.

Powyżej wskazane dane odnoszą się do kilku otworów geotechnicznych, które stanowią zbyt ogólne informacje. Każdorazowo, dla inwestycji odnoszących się do zagospodarowania wód opadowych wymaga się dokładnego rozpoznania warunków gruntowo-wodnych na podstawie opinii geotechnicznych.

6. Zapisy Miejsowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego

Zgodnie z obowiązującym na terenie osiedla Pawłówko miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego terenu pomiędzy ulicami Tucholską i Gdańską w Chojnicach (Uchwała Nr XVII/174/2016 z dn. 28 stycznia 2016r.), gospodarka wodami opadowymi i roztopowymi polega na (wg Rozdziału 2, §6, ust 10):

4) odprowadzeniu wód opadowych i roztopowych z dopuszczeniem lokalizacji indywidualnych rozwiązań służących retencjonowaniu czystych wód deszczowych i roztopowych na działce lub docelowo do kanalizacji deszczowej, dla której na terenie **42 K** przewiduje się lokalizację przepompowni wód deszczowych, z uwzględnieniem **pkt 5 i ust. 3 pkt 3**

5) dopuszcza się odprowadzenie niezanieczyszczonych wód opadowych z połaci dachowych bezpośrednio do gruntu w granicach działki lub gromadzenie w zbiornikach w celu późniejszego wykorzystania;

Oraz powyżej cytowany ust. 3:

3) wody opadowe i roztopowe z utwardzonych nawierzchni dróg, parkingów, placów manewrowych i innych zanieczyszczonych, a także ścieki, przed odprowadzeniem do odbiornika muszą spełniać wymagania określone w przepisach odrębnych.

II. CZĘŚĆ OPISOWA

7. Istniejący system kanalizacji deszczowej

W obrębie całego osiedla Pawłówko brak jest układu kanalizacji deszczowej umożliwiającej odprowadzenie wód deszczowych i roztopowych do istniejącego miejskiego systemu kanalizacji deszczowej. Zgodnie z podkładami mapowymi oraz wizją w terenie, wody opadowe i roztopowe są odprowadzane na tereny nieutwardzone lub zbierane przez kratki wpustowe i prawdopodobnie odprowadzane do gruntu. Zgodnie z informacjami z Urzędu Miasta - w obrębie ul. Ustronnej znajdują się także systemy rozsączające, które przechwytyją niewielką część wód deszczowych z pasa drogowego.

Należy zaznaczyć, że w pasie ul. Ustronnej istnieje sieć kanalizacyjna, do której zgodnie z podkładami mapowymi doprowadzone są zarówno przykanaliki sanitarne z budynków jak i lokalne wpusty deszczowe.

8. Pierwotne rozwiązania koncepcyjne

Zgodnie z koncepcją rozwiązań opracowaną przez „INWOD”, całkowita powierzchnia zlewni obejmuje ~41ha o różnym sposobie zagospodarowania (między innymi zabudowę mieszkaniową jednorodzinna, mieszkalno-usługową i usługową, a także w niewielkiej części zieleni i drogi).

Zlewnia os. Pawłówko miała posiadać w najniższym punkcie ulicy przepompownię wód deszczowych (w obrębie ul. Ustronnej), której lokalizacja jest zgodna ze wskazaniem MPZP.

Pompownia w dalszej kolejności miała przetłaczać wody deszczowe i roztopowe w kierunku skrzyżowania ul. Tucholskiej, Ustronnej i Kolejowej do studzienki rozprężnej na planowanym kanale deszczowym Dn1000.

9. WARIANT I

Pierwszy Wariant odnosi się do koncepcji zagospodarowania wód INWOD.

9.1. Obliczenia ilości wód deszczowych

Do obliczeń, tak jak w koncepcji „INWOD” przyjęto metodę stałych natężeń, której wyniki dla małych zlewni są porównywalne do tych wyliczonych metodą granicznych natężeń.

Wzór:

$$Q = \varphi \cdot q_m \cdot \psi \cdot F$$

Dane do obliczeń:

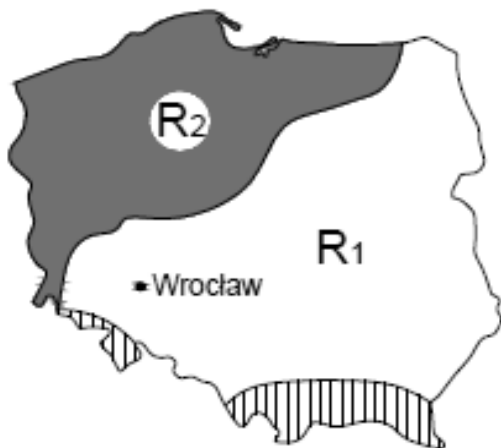
- Współczynnik opóźnienia φ obliczony ze wzoru: $\varphi = \frac{1}{\sqrt[n]{F}}$
 - natężenie deszczu q_m obliczone wg formuły Bogdanowicz-Stachy i dla sprawdzenia wg wzoru Błaszczyka
 - współczynnik spływu ψ przyjęty dla zlewni, zgodnie z koncepcją = 0,3
 - powierzchnia całkowita zlewni $F=41\text{ha}$
- oraz
- częstość deszczu obliczeniowego dla terenów mieszkaniowych $C=2$ (wg PN-S-02204:1997) lub $C=5$ (dla wzoru Błaszczyka)

Lokalizacja (kategoria zagospodarowania terenu)	Częstość deszczu obliczeniowego wg PN-S-02204:1997 [1 raz na C lat]	Częstość deszczu obliczeniowego we wzorze Błaszczyka dla czasu opadu 10-60min [1 raz na C lat]
1	2	3
Tereny wiejskie	1 na 1	1 raz na 2 do 1,5 lat
Tereny mieszkaniowe	1 na 2	1 raz na 4 do 6 lat
Centra miast, tereny usługowe i przemysłowe	1 na 5	1 raz na 12 do 20 lat
Podziemne obiekty komunikacyjne, przejścia i przejazdy pod ulicami, itp.	1 na 10	1 raz na 20 do 35 lat

- czas trwania deszczu miarodajnego $t_m = 10\text{min}$
- założona minimalna prędkość w kanale – 0,8m/s gwarantująca samooczyszczanie,
- czas przepływu, $t_p = L/V_z$ (długość odcinka obliczeniowego / prędkość przepływu)

A. Formuła Bogdanowicz-Stachy z 1998r.

Regiony opadów maksymalnych dla czasów trwania deszczu $t \in [5, 60]$ min, gdzie R1 – region centralny, R2 – region północno-zachodni.



Maksymalna wysokość opadu wyliczana jest ze wzoru:

$$h_{\max} = 1,42t^{0,33} + \alpha(-\ln p)^{0,584}, \text{ gdzie:}$$

t – czas trwania deszczu miarodajnego

α – parametr zależny od rozpatrywanego regionu i czasu trwania deszczu

p – prawdopodobieństwo przewyższenia opadu

Dla regionu północno-zachodniego R2, parametr α obliczany jest ze wzoru:

$$\alpha(R, t) = 3,92 \ln(t+1) - 1,662, \text{ dla } t \in [5; 30] \text{ min}$$

Maksymalną wysokość opadu można przeliczyć na natężenie deszczu wg zależności:

$$q_m = 166,67 \frac{h}{t}, \text{ dm}^3 / \text{s} \cdot \text{ha}$$

Zgodnie z powyższym, dla założeń:

$t_m = 10 \text{ min}$, $C=2$ dla terenów mieszkaniowych (wg PN-S-02204:1997)

wyliczone średnie natężenie deszczu wynosi:

$$q_m = 154,7 \text{ dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}$$

B. Sprawdzenie wg wzoru Błaszczyka

Wg wzoru Błaszczyka

$$q_m = \frac{6,631 \cdot \sqrt[3]{H^2 \cdot C}}{t_m^{2/3}}, \text{ dm}^3 / \text{s} \cdot \text{ha}$$

Przyjęto do obliczeń:

$t_m = 10 \text{ min}$, $C=5$ dla terenów mieszkaniowych, $H=525 \text{ mm}$ (zgodnie z „Koncepcją”)

a wyliczone natężenie deszczu wynosi:

$$q_m = 157,8 \text{ dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}$$

Obliczenie przepływu miarodajnego Qd

Podczas powyższych obliczeń stwierdzono, że natężenia deszczu miarodajnego dla $C=2$ (formuła Bogdanowicz-Stachy oraz wg normy PN-S-02204:1997) i obliczenia sprawdzającego: $C=5$ (dla Błaszczyka), są do siebie zbliżone.

Do dalszych obliczeń przyjęto wartość uśrednioną, wynoszącą $q_m = 156,3 \text{ dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}$

Tabela 1. Obliczenia dopływów

		Odcinek obliczeniowy		Powierzchnia	Powierzchnia od początku	Współczynnik spływu	Powierzchnia zredukowana	Współczynnik opóźnienia	Nateżenie	Przepływ Q	Przyjęta średnica	Wypełnienie	Spadek obliczeniowy	Prędkość	Długość odcinka
Lp	Opis	od	do	ha	ha		ha		dm ³ /s·ha	dm ³ /s	mm	mm	promil	m/s	m
1	KG	G	E	4,51	4,51	0,3	1,35	0,54	156,3	114,03	400	200	10,6	1,8	470
2	KB	F	E	7,84	7,84	0,3	2,35	0,54	156,3	198,23	400	276	10,8	2,13	400
3	KG	E	C	2,79	15,14	0,3	0,84	0,54	156,3	382,80	600	492	3,3	1,55	280
4	KB	D	C	4,93	4,93	0,3	1,48	0,54	156,3	124,65	400	324	3,0	1,14	275
5	KG	C	B	0,75	20,82	0,3	0,23	0,54	156,3	526,42	700	553	3,0	1,62	95
6	KB	X	B	8,63	8,63	0,3	2,59	0,54	156,3	218,20	500	385	3,2	1,35	365
7	KG	B	A	1,7	31,15	0,3	0,51	0,54	156,3	787,60	800	536	5,1	2,2	195
8	KB	Y	A	2,34	2,34	0,3	0,70	0,54	156,3	59,17	315	268	3,3	0,98	205
9	KB	Z	A	2,79	2,79	0,3	0,84	0,54	156,3	70,54	250	195	18,1	2,02	210
10	KG	A	POM	1,51	37,79	0,3	0,45	0,54	156,3	955,49	900	729	2,5	1,72	130
11	KG	H	POM	2,89	2,89	0,3	0,87	0,54	156,3	73,07	250	190	20,3	2,13	190
12	KG	SPRAWDZENIE DOPŁYWU			40,68		12,20	0,54	156,3	1028,56	900	720	3	1,89	10

Oznaczenia:

KG – kanał główny

KB – kanał boczny

Dla ostatniego odcinka przyjmuje się, że maksymalny przepływ Q do pompowni będzie występował przy całkowitym wypełnieniu i zadanym spadku kanału o średnicy $D_{wew}=900\text{mm}$, tj. $1177\text{ dm}^3/\text{s}$ przy spadku 0,3%.

W nawiązaniu do powyższych obliczeń, w części graficznej koncepcji, przedstawiono podział odcinków obliczeniowych wraz z przyjętymi rzędnymi kanałów w węzłach.

Z uwagi na duży dopływ do pompowni, proponuje się dławienie dopływu lub zastosowanie reduktora dopływu do pompowni oraz częściowe retencjonowanie wody opadowej w kanałach.

Zgodnie ze wstępnymi obliczeniami przewiduje się maksymalną rzędną piętrzenia równą poziomowi terenu przy pompowni.

Po przeprowadzonych obliczeniach przyjmuje się:

- 1) retencję kanałową o wielkości $V \sim 195,0\text{m}^3$
- 2) objętość deszczu w trakcie deszczu o $t_m=10\text{m}$ równą $706,2\text{m}^3$
- 3) objętość doprowadzana do pompowni w trakcie 10m równa $511,2\text{m}^3$ (czyli $706,2-195,0$)
- 4) wydajność pompowni $Q_p = 3067,2\text{m}^3/\text{h} \sim 852\text{l/s}$

W związku z powyższym, planuje się układ 6-cio pompowy (4 pracujące + 2 rezerwowe), dla którego przyjmuje się, że przy wystąpieniu najmniejszego deszczu pracować będzie pojedyncza pompa, a każda z kolejnych pomp załączana będzie w następstwie pojawienia się większego dopływu do pompowni.

9.2. Obliczenie średnicy kanału tłocznego

Zgodnie z powyższymi obliczeniami, przepływ dla kanału tłocznego wynosić będzie ~852l/s. Założona różnica wysokości między głębokością posadowienia dna pompowni i przyjętą rzędną wylotu w studni rozprężnej wynosi ~6,9m.

Dobrana średnica będzie gwarantować przesył wód deszczowych przy pracy czterech pomp.

Poniżej przedstawiono obliczenie:

Założenia obliczeniowe

Cel obliczeń: straty energii

Wydatek obliczeniowy: 0.852 m³/s = 3067 m³/h = 852 l/s

Dane rurociągu

Rodzaj rury: PE 100

Typ rury: SDR33 PN5

Średnica nominalna rury (Dn): 560 mm

Średnica wewnętrzna rury (Dw): 525.6 mm

Grubość ścianki rury (g): 17.2 mm

Chropowatość bezwzględna (k): 0.001 mm

Długość odcinka (L): 190.00 m

Rzędna początku przewodu: 161.60 m

Rzędna końca przewodu: 168.50 m

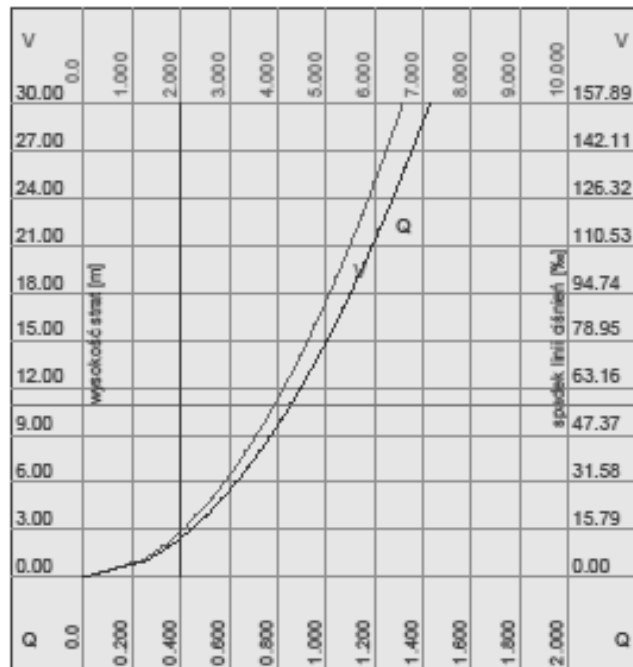
Opory miejscowe

Łączny wsp. oporów miejscowych: 10.00

Właściwości cieczy

Gęstość właściwa: 999.7 kg/m³

Kinematyczny wsp. lepkości: 1.310e-006 m²/s



Wyniki obliczeń

Wydatek: 0.852 m³/s = 3067 m³/h = 852 l/s

Prędkość średnia: 3.93 m/s

Liczba Reynoldsa: 1.575e+006

Wsp. oporów liniowych: 1.085e-002

Całkowita wysokość strat: 10.95 m

Wysokość strat liniowych: 3.08 m

Wysokość strat miejscowych: 7.86 m

Spadek linii energii: 57.61 ‰

Różnica wysokości energii: 17.85 m

Wnioski

Obliczono straty energii.

Przyjęto rurę PE100 PN5 SDR33 o średnicy De560x17,2mm, i stwierdza się, że dla:

- pracy pojedynczej pompy i przepływu ~213dm³/s, prędkość V~0,98m/s i straty Hcałk~7,65m
- pracy dwóch pomp i przepływu ~426dm³/s, prędkość V~1,96m/s i straty Hcałk~9,73m
- pracy trzech pomp i przepływu ~639dm³/s, prędkość V~2,94m/s i straty Hcałk~13,14m
- pracy czterech pomp i przepływu ~852dm³/s, prędkość V~3,93m/s i straty Hcałk~17,85m

9.3. Lokalizacja pompowni

Pompownia zostanie zlokalizowana w obrębie działki 594/14, na której zgodnie z obowiązującym MPZP dopuszcza się lokalizację infrastruktury związanej z urządzeniami kanalizacyjnymi.

Pompownia wyposażona w pompy zatapialne pracujące stopniowo, załączane za pomocą pływaków i hydrosondy wraz ze zwiększającym się dopływem wód deszczowych do pompowni.

Szczegółowe wyposażenie pompowni oraz niezbędne zagospodarowanie zostanie zastosowane zgodnie z wymaganiami Inwestora – Eksploatatora określonymi w warunkach technicznych.

9.4. Kanał grawitacyjny DN1000

Zgodnie z przedmiotem zamówienia oraz koncepcją „INWOD”, projektuje się kanał deszczowy grawitacyjny przebiegający od włączenia do istniejącego kanału Dn1200 w obrębie ul. Gdańskiej do studni rozprężnej na kanale deszczowym zlokalizowanej przy skrzyżowaniu ulic Tucholskiej, Ustronnej i Kolejowej.

Zgodnie z koncepcją, przewiduje się wykonanie kanału metodą bezwykopową głównie z uwagi na przekroczenie terenu PKP oraz nawierzchnię utwardzoną ulicy Kolejowej – głównie z płyt betonowych lub betonu lanego oraz miejscowo z kostki betonowej.

Realizację bezwykopową kanału DN1000 należy wykonać metodą mikrotunelingu lub przewiertem sterowanym z zastosowaniem rur przeciskowych. Przy tej metodzie, w miejscach lokalizacji studni planuje się wykonanie komór startowych lub odbiorczych.

Do wykonania kanałów deszczowych, rozważane będzie zastosowanie rur kamionkowych, polimerobetonowych i żelbetonowych, które są dostępne dla rozwiązań bezwykopowych, a przyjęcie odpowiednich właściwości (m.in. odporność na agresywne środowisko gruntowe, wytrzymałość, odporność na substancje ropopochodne, i in.) zostanie określone na etapie projektu budowlanego.

Przyjmuje się, że kanalizacja będzie układana z minimalnym spadkiem 0,20-0,25% (który jest możliwy do wykonania metodami bezwykopowymi), a także zgodnie ze spadkami terenu istniejącego, tak aby nie następowało nadmierne wypłytenie lub zagłębienie. Planowany przebieg i zagłębienia wskazano na załącznikach graficznych do koncepcji.

W związku z zakładanymi spadkami i zagłębieniami, wystąpi konieczność przełożenia wysokościowego sieci krzyżujących się z projektowanym kanałem grawitacyjnym.

9.5. Uwagi

Należy zaznaczyć, że zlewnia obejmująca ~41ha przyjęta do koncepcji INWOD opierała się na faktycznym zagospodarowaniu terenu, natomiast w związku z przyjęciem miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, zmieniają się funkcje terenu oraz ich sposób zagospodarowania, co wpłynie na zmianę współczynnika spływu, a w konsekwencji spowoduje większą ilość odprowadzanych wód do systemów kanalizacji deszczowej.

10. WARIANT II

W drugim alternatywnym wariantcie proponuje się zagospodarowanie wód opadowych i roztopowych na terenie zlewni, w której powstają, a przez to:

1. Odprowadzenie wód do istniejących rowów przydrożnych mogących spełniać funkcję chłonną/odparowującą
2. Odprowadzenie wód opadowych do skrzynek rozsączających lub komór drenażowych
3. Budowę układu kanalizacji deszczowej z odprowadzeniem do sztucznego zbiornika retencyjnego

Założenia Wariantu II:

- 1) Z uwagi na dużą powierzchnię zlewni należy w jak największym stopniu ograniczyć dopływ do kanałów deszczowych lub systemów rozsączających. Badania geotechniczne,

wskazują, że możliwe jest **częściowe** zagospodarowanie wód na powierzchniach działek (np. studnie i rowy chłonne, pale żwirowe i zbiorniki podziemne, systemy zielonych dachów, systemy gromadzenia i podczyszczania wód w celu wykorzystania do celów gospodarczych).

Świadomość o możliwości wykorzystania lub zagospodarowania wód na terenie posesji powinna być szeroko omawiana na terenach, na których występują problemy z odbiorem wód opadowych i roztopowych do miejskich systemów kanalizacji. Natomiast sam sposób faktycznego zagospodarowania wód w granicach własnych posesji będzie wynikać z możliwości finansowych właścicieli nieruchomości.

- 2) Zgodnie z przepisami prawa, **nie powinno** się dopuszczać do odprowadzania wód opadowych i roztopowych z terenów nieruchomości na działki sąsiednie (a w tym na tereny dróg utwardzonych).
- 3) Tereny położone w południowo-wschodniej i wschodniej części zlewni charakteryzują się dużym zróżnicowaniem wysokościowym. W związku z tym, dla zapewnienia odprowadzenia wód z ulic proponuje się budowę kanałów deszczowych, które mogą odprowadzać wody do systemów rozsączających lub lokalnego zbiornika retencyjnego.
- 4) Zbiorniki retencyjne lub podziemne komory rozsączające można lokalizować w obrębie terenów zieleni wskazanych w miejsowym planie.
- 5) Tak, aby nie powodować wzrostu kosztów inwestycji, systemy rozsączające, które można lokalizować w obrębie istniejących i projektowanych ciągów komunikacyjnych, mogą odbierać wody z powierzchni utwardzonych o powierzchni około 400-500m².
- 6) Istniejące i projektowane ulice oraz pozostałe elementy pasa drogowego wykonywać w technologiach nawierzchni przepuszczalnych. Rozwiązania bazujące na nawierzchniach ażurowych (np. płyty wielootworowe YOMB lub MEBA układanych na warstwach przepuszczalnych) wraz z jednostronnym chodnikiem z płytek lub kostki betonowej i jednostronnym rowem przydrożnym zapewniają odpowiednie utwardzenie, a także ograniczają spływ wód po powierzchniach.

Zgodnie z oględzinami terenu stwierdza się, że większość istniejących dróg w zlewni posiada nawierzchnie utwardzone płytami drogowymi, przy których występują w dużej części pobocza nieutwardzone. Miejskowe zastoiny wody są wynikiem nanoszenia piasków do lokalnych wpustów oraz nieprzepuszczalną warstwą gruntu znajdującego się bezpośrednio pod powierzchnią terenu.

10.1. Obliczenia ilości wód deszczowych podlegających retencji

Obliczenia ilości wód deszczowych i roztopowych odnoszą się do danych zawartych w pkcie 9.1. niniejszego opracowania, z różnicą polegającą na przechwytywaniu w zbiorowe systemy kanalizacyjne jedynie wód z istniejących i projektowanych ciągów komunikacyjnych oraz najbliższego sąsiedztwa obejmującego pas około 20-30m od osi ulic.

Tabela 2. Obliczenia dopływów

		Powierzchnia	Współczynnik spływu	Powierzchnia zredukowana	Współczynnik opóźnienia	Natężenie	Przepływ Q	Przyjęta średnica
Lp	Opis	ha		ha		dm ³ /s·ha	dm ³ /s	mm
1	Zlewnia A1 – Willowa-Przytorowa	6,4	0,52	3,33	0,84	156,3	437,20	600

2	Zlewnia A2 – działki po północnej stronie ul. Ustronnej przeznaczone pod zabudowę (zmiana MPZP)	6,5	0,52	3,38	0,80	156,3	422,60	600
---	---	-----	------	------	------	-------	--------	-----

Należy zaznaczyć, że podane średnice będą występować jedynie na ostatnich odcinkach łączących system kanalizacyjny z odbiornikiem. W przeważającej większości zlewni, wystarczające będą kanały DN250-DN400, co zdecydowanie obniża koszty wykonania inwestycji.

Wstępne obliczenie koniecznej retencji dla czasu trwania deszczu miarodajnego = 10min z uwzględnieniem czasu dodatkowego 5min okresu w przypadku zjawisk ekstremalnych).

$$437,20 + 422,60 = 859,8 \text{ dm}^3/\text{s} \times 60 \text{ s} \times (10 + 5 \text{ min}) = 773820 \text{ dm}^3 \sim 775 \text{ m}^3$$

Przy założeniu wymiarów pojedynczego zbiornika 30x40m, niezbędna wysokość spiętrzenia wody dla retencionowania opadów wynosiłaby około 0,65m.

Zgodnie z powyższym, znaczną część wód opadowych i roztopowych można zagospodarować w najbliższym sąsiedztwie ich powstania i zebrania do zbiorczego systemu.

10.2. Obliczenia ilości wód deszczowych podlegających rozsączaniu

Założeniem jest odprowadzenie wód ze zlewni szczelnych o powierzchni 400-500m². Przy współczynniku spływu 0,65 (dla powierzchni częściowo przepuszczalnych na drogach oraz częściowo z terenu przylegającego) można przyjąć optymalną powierzchnię ~450m².

Przyjęto, że ewentualny dopływ wód z terenów przylegających będzie obejmował pas około 20m od osi ciągów komunikacyjnych. Po zsumowaniu powierzchni cząstkowych dla przyjętych obszarów podlegających analizie dla rozsączania (tj. ulicy Kolejowej (dojazdowej do betoniarni), Ustronnej, Ludowej, Skrajnej oraz mających powstać pomiędzy ul. Ustronną i Kolejową) niezbędny będzie odbiór wód opadowych z około 8,5ha.

Następnie 8,5ha x 0,65 = 5,5 ha powierzchni zredukowanej. Z uwagi na chęć przejęcia wód do rozsączania niemalże bezpośrednio po wystąpieniu opadu, pomija się współczynnik opóźnienia.

Dzieląc 5,5 ha przez optymalną powierzchnię wynoszącą 450m², otrzymujemy około 122 kompletów rozsączających, które będą musiały odebrać sumaryczną ilość wody wynoszącą:

$$5,5 \times 156,3 \text{ dm}^3/\text{s} = 859,6 \text{ dm}^3/\text{s}, \text{ a przy czasie deszczu trwającym } 10 \text{ min ilość wody wyniesie } 515,8 \text{ m}^3.$$

Przyjmując wymiary długość/szerokość/wysokość 810 × 840 × 400 mm otrzymujemy 272litry retencji w pojedynczej skrzynce. Przy takim założeniu ilość skrzynek wyniesie ~1900sztuk.

11. Analiza kosztowa

Wariant 1.

Lp.	Składnik wyceny	Cena jedn.	Ilość	Wartość netto
1	Mikrotuneling pod terenem PKP i firmy Lafarge z zastosowaniem rur ochronnych	1100,00	150m	165 000,00
2	Budowa kanałów deszczowych Dn1000 w technologii wykopowej	1550,00	460m	713 000,00
3	Budowa rurociągu tłoczego Dn560	780,00	230m	179 400,00
4	Budowa kanałów deszczowych Dn200-315	500,00	1730m	865 000,00
5	Budowa kanałów deszczowych Dn400-900	810,00	1900m	1 539 000,00
6	Budowa pompowni wód deszczowych dla 6 pomp, wraz z wyposażeniem i zagospodarowaniem terenu	360000,00	1kpl	360 000,00
7	Montaż wpustów deszczowych Budowa kanałów od wpustów	950,00 315,00	405kpl 2430m	384 750,00 765 450,00

Przyjęto 6m kanału Dn160-Dn200 do podłączenia pojedynczego wpustu.
Sumarycznie, koszt netto wyniesie 4 971 600 pln.

Wariant 2.

Lp.	Składnik wyceny	Cena jedn.	Ilość	Wartość netto
1	Budowa kanałów deszczowych Zlewni A1	530,00	1235m	654 550,00
2	Budowa kanałów deszczowych Zlewni A2	530,00	1130m	598 900,00
3	Budowa zbiornika retencyjnego ~780m ³	320,00	780m ³	249 600,00
4	Budowa systemu skrzynek rozsączających	365,00	1900szt	693 500,00
5	Doprowadzenie kanałów do skrzynek rozsączających	315,00	6750m	2 126 250,00
	montaż wpustów deszczowych	950,00	405kpl	384 750,00

Przyjęto 50m kanałów Dn160-Dn200 i 3 wpusty na 1 zestaw skrzynek rozsączających.
Sumarycznie, koszt netto wyniesie 4 707 550,00 pln.

Różnica w kosztach budowy może okazać się niewielka, ale należy brać także pod uwagę m.in:

- Stale koszty** wynikające z umowy z dostawcą energii elektrycznej do pompowni, a następnie koszty związane ze zużyciem energii (praca pomp, oświetlenie, sterowanie, i in.).
- Koszty odtworzenia nawierzchni** po budowie kanału DN500-DN1000 będą dużo większe niż odtworzenie po kanałach DN160-DN200 i wbudowaniu skrzynek rozsączających.
- Koszty serwisowania**, próbnych rozruchów pomp, i in.
- Koszty związane z budową pompowni i kanałów doprowadzających w pierwszym etapie inwestycji mogą stanowić większe obciążenie budżetu (duże średnice, kosztowny obiekt pompowni), a spodziewany efekt odwodnienia nie będzie widoczny od razu.
- Możliwość rozłożenia finansowania na etapy związane z budową odwodnienia dla poszczególnych uliczek, a przy tym możliwość skupienia się na ważnych odcinkach mogących być zrealizowanych łącznie z drogą dojazdową (np. w obrębie działek budowlanych).
- Przy budowie zbiorników retencyjnych, tereny zielone dookoła mogą stanowić miejsce wypoczynku, rekreacji, wędkowania, i in.

12. Obecnie podjęte działania inwestycyjne

Na obecną chwilę, zaprojektowano odwodnienie terenów położonych wzdłuż ulic Willowej, Przytorowej i łączników między nimi. Budowa kanalizacji deszczowej w tym obszarze będzie umożliwiać odbiór głównie z ciągów komunikacyjnych z rezerwą umożliwiającą odprowadzenie wód deszczowych terenów przyległych. Odbiornikiem wód opadowych i roztopowych będzie istniejący zbiornik wodny „glinianka” lub sztuczny zbiornik retencyjny mogący znajdować się w obrębie terenów przeznaczonych pod zieleń między ul. Ustronną i Willową-Przytorową.

Planuje się także docelowe zagospodarowanie rekreacyjne wokół zbiornika retencyjnego, tak aby w obrębie planowanej zabudowy znajdowało się miejsce aktywności, co zwiększy atrakcyjność tego terenu.

Głównym celem inwestycji jest ograniczenie odpływu wód spływających po powierzchni z wyższych terenów zlewni w kierunku niżej położonych terenów przy ul. Ustronnej.

13. Podsumowanie i wnioski

W związku z występującym problemem odprowadzania wód z całej zlewni osiedla Pawłówko objawiającego się głównie w zalewania najniższej położonych odcinków ulicy Ustronnej i ulicy Ludowej, należy podjąć działania umożliwiające minimalizujące negatywne oddziaływania, które są z tym związane.

Z uwagi na duży obszar osiedla obejmujący tereny o zróżnicowanym sposobie zagospodarowania (zarówno istniejącym i przewidywanym zgodnie z MPZP), podczas procesów projektowania odwodnień terenów oraz budowy i remontu nowych ciągów komunikacyjnych należy każdorazowo sprawdzić możliwości zagospodarowania wód w miejscu ich powstawania w odniesieniu do warunków gruntowo-wodnych.

Ponadto, ze względu na dużą powierzchnię osiedla i zakres odwodnienia w terenie, który nie jest do tej pory całkowicie zagospodarowany, podczas prac nad koncepcjami i projektami wymaga się, aby każdy temat był rozpatrywany całościowo, z uwzględnieniem zachodzących zmian w sposobie zagospodarowania i w odniesieniu do powstającej zabudowy.

Wymóg zagospodarowania wód deszczowych i roztopowych na posesjach zminimalizuje odpływ powierzchniowy na tereny sąsiednie oraz tereny wspólne, tj. ciągi komunikacyjne, których zalewanie w najniższych odcinkach stanowi największy problem.

W dalszej kolejności – w oparciu o czynniki ekonomiczne i technologiczne, sprawą otwartą pozostaje budowa lokalnych systemów rozsączających lub zbiorczego układu kanalizacji deszczowej, co powinno być tematem dalszych koncepcji.

Należy jednak zaznaczyć, że budowa systemów lokalnych z odprowadzaniem wód opadowych i roztopowych bezpośrednio do gruntu przez systemy rozsączania lub do zbiorników retencyjnych jest praktycznie bezobsługowym rozwiązaniem. Po wykonaniu układów rozsączających sprawdza się ich możliwości filtracyjne, a także dokonuje okresowego czyszczenia.

Natomiast w przypadku budowy systemu grawitacyjno-tłocznego, należy mieć świadomość ponoszenia stałych kosztów związanych z dostarczaniem energii (nawet w przypadku okresów suszy pompownia wymagać będzie uruchomienia), wykonywania okresowych przeglądów pompowni oraz układu kanalizacyjnego, a w przyszłości także kosztów wymiany zużywanych części pomp (m.in. wirników i uszczelnień narażonych na ścierne właściwości piasków zawartych w wodach deszczowych i soli pochodzących z zimowego utrzymania dróg).

Proponuje się działania, takie jak:

- 1) Utrzymanie zapisów MPZP o zagospodarowaniu wód opadowych i roztopowych w obrębie nieruchomości, a w szczególności wykorzystanie wód do procesów bytowych (np. podlewanie zieleni, podczyszczanie i wykorzystywanie wody do spłukiwania toalet, i.in.)
- 2) Poinformowanie właścicieli nieruchomości, na których występują rozległe powierzchnie utwardzone (asfalt, kostka, płyty betonowe, nawierzchnie betonowe) oraz przewidziane pod takie wykorzystanie w przyszłości (np. tereny przemysłowo-składowe i przeznaczone pod sklepy wielkopowierzchniowe) o braku możliwości odprowadzania wód opadowych i roztopowych na tereny ciągów komunikacyjnych z uwagi na brak kanalizacji deszczowej, a co za tym idzie stosowanie np. zielonych dachów, komór drenażowych lub lokalnych zbiorników retencyjnych mogących pełnić np. funkcję zbiorników ppoż.
- 3) Projektowanie odwodnienia dróg wykonywać równocześnie z projektami zagospodarowania pasa drogowego, co da możliwość dokładnej analizy ilości wód w odniesieniu do stosowanych rozwiązań i faktycznych powierzchni odwadnianych.

- 4) Projektowanie ulic osiedlowych w technologach nawierzchni przepuszczalnych, np. płyt MEBA z jednostronnym rowem przydrożnym lub wykonaniem układów rozsączania pod chodnikami i miejscami postojowymi.
- 5) Przy rozsączaniu wód do gruntu, należy sprawdzać warunki gruntowo wodne w oparciu o przeprowadzenie badań geotechnicznych, a w przypadku stwierdzenia występowania gruntów nieprzepuszczalnych dodatkowo należy przewidzieć wykonywanie przelewów w postaci palów żwirowych odwiercanych do warstw wodonośnych.
- 6) Należy pamiętać, że na szczególne korzystanie z wód należy uzyskać odpowiednie pozwolenie lub zgodę wodnoprawną.
- 7) W razie podjęcia decyzji o budowie kanalizacji deszczowej w obrębie najniżej położonych odcinków ulic i obszarów bezodpływowych, zaprojektować pompownię (lub pompownie), do których będą doprowadzone wody opadowe i roztopowe z niedużych zlewni cząstkowych.