

KONCEPCJA

Ujęcia i odprowadzenia wód opadowych z drogi gminnej
nr 560577K w m. Ochmanów, gm. Niepołomice oraz drogi gminnej
w m. Bodzanów, gm. Biskupice

Opracował:

mgr inż. Piotr Radzicki

mgr inż. Andrzej Radzicki

Kraków – grudzień 2019

Spis treści

1. WSTĘP.....	3
1.1. Cel i zakres opracowania.....	3
1.2. Podstawa opracowania.....	3
1.3. Materiały użyte do opracowania.....	3
1.4. Założenia wstępne.....	4
2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ZLEWNI.....	4
2.1. Stan istniejący – Wariant W0.....	4
2.2. Zlewnia uwzględniająca pobocze – Wariant W1.....	5
2.3. Zlewnia uwzględniająca teren powyżej drogi – Wariant W2.....	5
3. OBLICZENIA HYDROLOGICZNE.....	5
3.1. Założenia wstępne.....	5
3.2. Obliczenie przepływów o zadanym prawdopodobieństwie.....	6
wg formuły Opadowej, dla przekrojów P3, P4, P5, P7.....	6
3.3. Obliczenie przepływów o zadanym prawdopodobieństwie.....	8
3.4. Zestawienie wyników obliczeń hydrologicznych.....	10
4. ROZWIĄZANIA KONCEPCYJNE.....	10
4.2. Wariant W1.....	11
4.3. Wariant W2.....	11
5. OBLICZENIA HYDRAULICZNE.....	12
5.1. Obliczenia hydrauliczne – wariant W1.....	13
5.2. Obliczenia hydrauliczne – wariant W2.....	14
5.3. Obliczenia hydrauliczne – Kanał nr 3.....	16
6. PODSUMOWANIE.....	17
7. KOSZTY SZACUNKOWE.....	20
8. RYSUNKI.....	24

1. WSTĘP.

1.1. Cel i zakres opracowania.

Celem opracowania jest analiza możliwości odprowadzania wód opadowych z terenu drogi gminnej nr 560577K w m. Ochmanów, gm. Niepołomice oraz drogi gminnej w m. Bodzanów, gm. Biskupice. Ze względu na temat zadania, do rozważań koncepcyjnych przyjęto dwa warianty zlewni:

- wariant W1 - obejmujący wyłącznie nawierzchnię drogi i sąsiadujące z nią pobocze
- wariant W2 - obejmujący nawierzchnię drogi wraz z poboczem oraz teren położony powyżej drogi, z którego w sposób grawitacyjny dochodzi do spływu wód opadowych i roztopowych.

Zakres opracowania obejmuje:

- Analizę istniejącego zagospodarowania terenu na podstawie:
 - Wizji terenowej
 - Mapy topograficznej skala 1 : 10 000
 - Mapy zasadniczej skala 1 : 1 000
 - Przekroi poprzecznych skala 1 : 200/200
 - Inwentaryzacji istniejących budowli
- Wykonanie obliczeń hydrologicznych zlewni potoku Bogusława
- Wykonanie obliczeń hydrologicznych zlewni potoku Zakrzowiec
- Wykonanie obliczeń hydraulicznych dla proponowanych rozwiązań koncepcyjnych

1.2. Podstawa opracowania.

Podstawą opracowania koncepcji jest umowa nr: DR.721.18.2019 zawarta w dniu 02.07.2019r. w Niepołomicach pomiędzy:

Gminą Niepołomice, z siedzibą w Niepołomicach przy Placu Zwycięstwa 13, 32-005 Niepołomice
a

ADEKO Sp. z o. o. Sp. k. ul. Spółdzielców 12/189, 30-682 Kraków

1.3. Materiały użyte do opracowania.

W trakcie wykonywania opracowania wykorzystano następujące materiały:

- Ustawa Prawo Wodne z dnia 20 lipca 2017r.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie przyjęcia Planu zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszaru dorzecza Wisły
- PN-S-02204:1997 – Drogi samochodowe – odwodnienie dróg
- „Odwodnienie dróg” Roman Edel
- „Zaopatrzenie w wodę i kanalizacja wsi” Adam Szpindor
- „Regulacja rzek i potoków” Julian Wołoszyn

1.4. Założenia wstępne.

Dla celów koncepcyjnych analizie poddano następujące warianty:

- Wariant W0 – stan istniejący
- Wariant W1 – ujęcie i odprowadzenie wód opadowych z terenu drogi i pobocza
- Wariant W2 – ujęcie i odprowadzenie wód opadowych z terenu drogi, pobocza i terenu położonego nad drogą, z którego następuje grawitacyjny spływ na drogę.

Elementami wspólnymi dla wariantu W1 i W2 są kanały ulgi nr 1 i kanał ulgi nr 3. Zadaniem kanału ulgi nr 1 jest odprowadzenie wód do potoku Zakrzowiec. Trasa kanału poprowadzona jest na granicy miejscowości Bodzanów i Zakrzów. W zależności od wariantu zmienia się przyjęty przekrój poprzeczny kanału.

Zadaniem kanału ulgi nr 3 jest przeprowadzenie wód wezbraniowych potoku Zakrzowiec przez teren zabudowany w miejscowości Zakrzowiec. W obu wariantach zarówno oś trasy jak i przekrój poprzeczny kanału jest taki sam.

2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ZLEWNI.

W celu przedstawienia różnicy pomiędzy wielkością wody odprowadzanej wyłącznie z nawierzchni drogi i sąsiadującego z nią pobocza, a wielkością wody odprowadzanej z nawierzchni drogi i terenu położonego powyżej, wyznaczono dwa rodzaje zlewni. W obydwu przypadkach, ze względu na ukształtowanie terenu, koniecznym było wyznaczenie zlewni cząstkowych. Podział na zlewnie cząstkowe dokonany został po wododziale potoków Bogusława i Zakrzowianka. W miejscu przecięcia wododziału z drogą gminną, linia wododziału pokrywa się z granicą administracyjną gmin Niepołomice i Biskupice.

2.1. Stan istniejący – Wariant W0.

W chwili obecnej droga gminna w miejscowości Ochmanów i miejscowości Bodzanów nie posiada systemu przechwytyjącego i odprowadzającego wody opadowe. W czasie opadów nawałnych, wody opadowe zarówno z powierzchni dróg jak i terenów przyległych w sposób niekontrolowany spływają do miejscowości Ochmanów powodując podtopienia budynków mieszkalnych i gospodarczych. Kumulacja tego zjawiska następuje w miejscu lokalizacji przekroju obliczeniowego P2, tj. okolicy zabudowań posesji o adresie Ochmanów 5. Dochodzi tam do wypłaszczenia terenu oraz zakrętu drogi, w wyniku czego, wody płynące prowizorycznym rowem oraz nawierzchnią drogi zalewają sąsiadujące działki, na których znajdują się budynki mieszkalne i gospodarcze. W środkowym odcinku zlewni dolnej, dochodzi do erozji prowizorycznego rowu, położonego przy krawędzi drogi. Zjawisko erozji wywołane spływającą wodą opadową postępuje, co w późniejszym okresie może doprowadzić do podmycia i zniszczenia nawierzchni drogi gminnej. Dodatkowo wody opadowe z deszczów nawałnych, które spływają powierzchnią drogi niosą ze sobą duże ilości zanieczyszczeń w postaci piasku i drobnych kamieni, które odkładają się na powierzchni drogi.

2.2. Zlewnia uwzględniająca pobocze – Wariant W1.

Teren przyjętej do analizy zlewni wynosi 0,66ha. Zlewnia obejmuje nawierzchnię drogi gminnej oraz sąsiadujące z nią pobocze. Ze względu na ukształtowanie terenu zlewni oraz założenia koncepcyjne, dokonano dodatkowego rozdziału na dwie zlewnie częściowe zamknięte przekrojami obliczeniowymi P1 i P2. Dla celów opracowania przyjęto następujące nazwy zlewni częściowych:

- ZLEWNIA GÓRNA W1 – o powierzchni 0,36ha, obejmuje odcinek drogi gminy Biskupice długości 450m, szerokość drogi 4,0m o nawierzchni szutrowej, obustronne pobocza szerokości około 2m. Średni spadek drogi wynosi 2,2%. Zlewnia zakończona przekrojem obliczeniowym P1, zlokalizowanym w miejscu przekroczenia naturalnego wododziału.
- ZLEWNIA DOLNA W1 – o powierzchni 0,3ha, obejmuje odcinek drogi gminy Niepołomice długości 490m, szerokość drogi 3,0m o nawierzchni asfaltowej, na większości odcinka obustronne pobocza szerokości 1,5m. Średni spadek drogi wynosi 4,9%. Zlewnia zakończona przekrojem obliczeniowym P2, zlokalizowanym na wysokości prawostronnego rowu, odprowadzającego część wód opadowych.

2.3. Zlewnia uwzględniająca teren powyżej drogi – Wariant W2.

Teren przyjętej do analizy zlewni wynosi 43,1ha. Główny upad terenu w kierunku z południowego na północny. Średnie nachylenie terenu wynosi około 3%, przy czym wartości skrajne wynoszą od 1% do 5%. Najwyższy punkt zlewni położony jest na rzędnej 284,2m n.p.m.. Powierzchnię zlewni, w głównej mierze stanowią nieużytki, łąki oraz grunty orne, w zdecydowanie mniejszej ilości tereny zabudowy luźnej oraz drogi. Ze względu na ukształtowanie terenu zlewni oraz założenia koncepcyjne, dokonano dodatkowego rozdziału na trzy zlewnie częściowe zamknięte przekrojami obliczeniowymi P1 i P2. Dla celów opracowania przyjęto następujące nazwy zlewni częściowych:

- ZLEWNIA GÓRNA W2 – o powierzchni 12,1ha, obejmuje obszar zlewni drogi gminy Biskupice. Zlewnia od zachodu ograniczona jest wododziałem potoków Bogusława i Zakrzowiec, od południa wododziałem obliczeniowym, od wschodu drogą gminną a od północy przekrojem obliczeniowym P1.
- ZLEWNIA DOLNA W2 – o powierzchni 14,9ha, obejmuje obszar zlewni drogi gminy Niepołomice. Zlewnia od zachodu i południa ograniczona jest wododziałem obliczeniowym, od wschodu wododziałem potoków Bogusława i Zakrzowiec a od północy przekrojem obliczeniowym P2 oraz wododziałem obliczeniowym.
- ZLEWNIA DOLINOWA – o powierzchni 16,1ha, obejmuje obszar na zachód od drogi gminnej. Zlewnia od zachodu i południa ograniczona wododziałem obliczeniowym, od wschodu wododziałem potoków Bogusława i Zakrzowiec a od północy przekrojem obliczeniowym P2.

3. OBLICZENIA HYDROLOGICZNE.

3.1. Założenia wstępne.

W celu obliczenia ilości wód opadowych i roztopowych odprowadzanych z powierzchni drogi gminnej nr 560577K w m. Ochmanów oraz drogi gminnej w m. Bodzanów oraz terenu,

z którego następuje grawitacyjny spływ wód na teren w/w dróg posłużono się wzorem Błaszczyka.

Zlewnia potoku Boguchwała oraz zlewnia potoku Zakrzowianka są zlewniami niekontrolowanymi. Oznacza to, że nie posiadają profilu wodowskazowego, na którym są prowadzone obserwacje stanu wody i pomiary hydrometryczne. W związku z powyższym obliczenia hydrologiczne dotyczące wielkości przepływów o zadanym prawdopodobieństwie pojawienia się można przeprowadzić wyłącznie w oparciu o metody i formuły empiryczne, przy czym występuje brak możliwości kalibracji założonych modeli. Ze względu na wielkość zlewni (wielkość stosowności wzoru), ukształtowanie oraz zagospodarowanie terenu, obliczenia wielkości przepływów o zadanym prawdopodobieństwie pojawienia się przeprowadzono wg Formuły Opadowej.

- Formuły Opadowej – dla zlewni potoku Boguchwała,
zamkniętego przekrojem obliczeniowym P3.
- Formuły Opadowej – dla zlewni potoku Zakrzowianka,
zamkniętego przekrojem obliczeniowym P4, P5, P6.
- Formuły Opadowej – dla zlewni cieku bez nazwy,
prawostronnego dopływu potoku Zakrzowianka,
zamkniętego przekrojem obliczeniowym P7.
- Wzór Błaszczyka – dla powierzchni drogi gminnej nr 560577K w m. Ochmanów,
zamkniętego przekrojem obliczeniowym P2.
- Wzór Błaszczyka – dla terenu odprowadzającego wody opadowe i roztopowe na drogę
gminną nr 560577K w m. Ochmanów,
zamkniętego przekrojem obliczeniowym P2.
- Wzór Błaszczyka – dla terenu odprowadzającego wody opadowe i roztopowe doliną,
położoną na zachód od drogi gminnej nr 560577K w m. Ochmanów,
zamkniętego przekrojem obliczeniowym P2.
- Wzór Błaszczyka – dla powierzchni drogi gminnej w m. Bodzanów,
zamkniętego przekrojem obliczeniowym P1.
- Wzór Błaszczyka – dla terenu odprowadzającego wody opadowe i roztopowe
na drogę gminną w m. Bodzanów,
zamkniętego przekrojem obliczeniowym P1.

3.2. Obliczenie przepływów o zadanym prawdopodobieństwie wg formuły Opadowej, dla przekrojów P3, P4, P5, P7.

Ze względu na charakter oraz wielkość zlewni, obliczeń wielkości przepływów potoku Bogusława w przekroju obliczeniowym P3, potoku Zakrzewianka w przekrojach obliczeniowych P4 i P5 oraz przekroju obliczeniowym cieku bez nazwy w przekroju obliczeniowym P7, dokonano za pomocą Formuły opadowej (wzoru Stachy i Fal):

$$Q = f \cdot F_1 \cdot \varphi \cdot H_1 \cdot A \cdot \lambda_p \cdot \delta_J \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

gdzie:

f - bezwymiarowy współczynnik kształtu fali [-]

F_1 - maksymalny moduł odpływu jednostkowego [-]

φ - współczynnik odpływu [-]

H_1 - maksymalny opad dobowy [mm]

A - powierzchnia zlewni [km^2]

λ_p - kwantyl rozkładu zmiennej dla zadanego prawdopodobieństwa

δ_J - współczynnik redukcji jeziornej [-]

do obliczeń użyto poniższych wartości:

Nazwa parametru	Symbol	Jednostka	Przekrój obliczeniowy			
			P3	P4	P5	P7
Powierzchnia zlewni	A	km^2	10,95	4,32	5,04	0,41
Maksymalny opad dobowy	H_1	mm	100	100	100	100
Bezwymiarowy wsp. kształtu fali	f	-	0,6	0,6	0,6	0,6
Wsp. odpływu	F_1	-	0,0413	0,0715	0,0660	0,1141
Długość najdłuższego ciek zlewni	L	km	6,83	2,13	2,75	1,08
Dł. suchej doliny najdłuższego ciek	l	km	0,42	0,33	0,33	0,19
Wys. przekroju rzeczno- zamykającego zlewnię	W_d	m n.p.m.	215,00	217,00	213,00	210,00
Wys. działu wodnego w przedłużeniu suchej doliny	W_g	m n.p.m.	415,00	280,00	280,00	275,00
Powierzchnia zlewni jezior	A_j	km^2	0	0	0	0
Wsp. szorstkości koryta	m	-	9	9	9	9
Wsp. szorstkości stoków	m_s	-	0,20	0,20	0,20	0,20
Różnice poziomów między warstwicami	h	m	10	10	10	10
Suma długości warstw	k	km	111,98	41,83	46,43	3,27
Suma długości wszystkich cieków wraz z ich suchymi dolinami	LC	km	25,91	4,58	3,08	1,27
Hydromorfologiczna charakterystyka koryta ciek	Φ_r	-	63,81	28,00	35,62	20,52
Hydromorfologiczna charakterystyka stoków	Φ_s	-	3,22	4,90	5,06	3,03
Czas spływu po stokach	t_s	min	22,42	41,80	43,90	20,33
Gęstość sieci rzecznej	ρ	km^{-1}	2,37	1,06	1,03	3,10
Średni spadek stoków	I_s	‰	102,27	96,83	92,12	79,76
Współczynnik redukcji jeziornej	δ_J	-	1	1	1	

Wyniki obliczeń przepływów o zadanym prawdopodobieństwie wg formuły opadowej:

	Q1% [m³/s]	Q5% [m³/s]	Q10% [m³/s]	Q20% [m³/s]	Q50% [m³/s]
Przekrój obliczeniowy P3	14,924	9,298	6,925	4,641	1,910
Przekrój obliczeniowy P4	10,193	6,350	4,730	3,170	1,305
Przekrój obliczeniowy P5	10,977	6,839	5,093	3,414	1,405
Przekrój obliczeniowy P7	1,544	0,962	0,716	0,480	0,19

Ze względu na charakter zlewni potoku Zakrzewianka wartości przepływów dla przekroju obliczeniowego P6 przyjęto jako sumę przepływu przekrojów P5 oraz P7 tj. przepływ potoku Zakrzewianka oraz jego prawostronnego dopływu. Wynoszą one:

	Q1% [m³/s]	Q5% [m³/s]	Q10% [m³/s]	Q20% [m³/s]	Q50% [m³/s]
Przekrój obliczeniowy P6	12,521	7,801	5,809	3,894	1,603

3.3. Obliczenie przepływów o zadanym prawdopodobieństwie wg formuły Błaszczyka, dla przekrojów P1, P2.

Ze względu na charakter oraz wielkość zlewni, obliczeń wielkości przepływów dokonano za pomocą wzoru Błaszczyka.

natężenie q dla prawdopodobieństwa wystąpienia deszczu

$$Q = \psi \cdot q \cdot A$$

ψ – uśredniony wsp. spływu [-]

A – powierzchnia zlewni [ha]

q – natężenie deszczu, obliczane ze wzoru:

$$q = \frac{6,631 \cdot (H^2 \cdot C)^{0,333}}{t^{0,667}} \quad [\text{l/s/ha}]$$

H – normalny opad roczny [mm]

C – liczba lat przypadająca na 1 zdarzenie deszczu

dla p1%	$C = 100$	$q = 522,4 \text{ l/s/ha}$
dla p5%	$C = 20$	$q = 305,5 \text{ l/s/ha}$
dla p10%	$C = 10$	$q = 242,5 \text{ l/s/ha}$
dla p20%	$C = 5$	$q = 192,4 \text{ l/s/ha}$
dla p50%	$C = 2$	$q = 141,8 \text{ l/s/ha}$

do obliczeń użyto poniższych wartości:

Nazwa parametru	Symbol	Jednostka	Przekrój obliczeniowy				
			WARIANT W1		WARIANT W2		
			P1 ZLEWNIA GÓRNA	P2 ZLEWNIA DOLNA	P1 ZLEWNIA GÓRNA	P2 ZLEWNIA DOLNA	P2 ZLEWNIA DOLINOWA
Normalny opad roczny	H	mm	680	680	680	680	680
Czas trwania deszczu	t_m	min	10	10	10	10	10
Powierzchnia zlewni	A	ha	0,36	0,30	12,10	14,90	16,10
Powierzchnia dróg	$A_{dr.}$	ha	0,18	0,15	0,75	0,50	0,20
Powierzchnia gruntów ornych	$A_{gr.o.}$	ha	n.d.	n.d.	7,10	7,60	4,30
Powierzchnia terenów zielonych	$A_{ziel.}$	ha	0,18	0,15	3,90	6,30	11,50
Powierzchnia zabudowy	$A_{zab.}$	ha	n.d.	n.d.	0,30	0,50	0,10
Uśredniony wsp. spływu	ψ	-	0,65	0,70	0,23	0,22	0,18
Wsp. spływu dla dróg	$\psi_{dr.}$	-	0,80	0,90	0,80	0,85	0,85
Wsp. spływu dla gruntów ornych	$\psi_{gr.o.}$	-	n.d.	n.d.	0,20	0,20	0,20
Wsp. spływu dla terenów zielonych	$\psi_{ziel.}$	-	0,50	0,50	0,15	0,15	0,15
Wsp. spływu dla terenów zabudowanych	$\psi_{zab.}$	-	n.d.	n.d.	0,70	0,70	0,70

Wyniki obliczeń przepływów o zadanym prawdopodobieństwie wg formuły opadowej:

	Q1% [m³/s]	Q5% [m³/s]	Q10% [m³/s]	Q20% [m³/s]	Q50% [m³/s]
Przekrój obliczeniowy P1 WARIANT W1 – ZLEWNIA GÓRNA	0,120	0,070	0,056	0,044	0,033
Przekrój obliczeniowy P2 WARIANT W1 – ZLEWNIA DOLNA	0,108	0,063	0,050	0,040	0,029
Przekrój obliczeniowy P1 WARIANT W2 – ZLEWNIA GÓRNA	1,448	0,847	0,672	0,534	0,393
Przekrój obliczeniowy P2 WARIANT W2 – ZLEWNIA DOLNA	1,660	0,971	0,771	0,612	0,451
Przekrój obliczeniowy P2 WARIANT W2 – ZLEWNIA DOLINOWA	1,447	0,846	0,672	0,533	0,393

3.4. Zestawienie wyników obliczeń hydrologicznych.

Tabelaryczne zestawienie obliczonych wartości przepływów dla przyjętych przekroi obliczeniowych:

Q	Formuła Błaszczyka					Formuła Opadowa				
	P1 W1 Zlewnia górną	P2 W1 Zlewnia dolną	P1 W2 Zlewnia górną	P2 W2 Zlewnia dolną	P2 W2 Zlewnia dolinową	P3	P4	P5	P6 P5 + P7	P7
	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
1%	0,120	0,108	1,448	1,660	1,447	14,924	10,193	10,977	12,521	1,544
5%	0,070	0,063	0,847	0,971	0,846	9,298	6,350	6,839	7,801	0,962
10%	0,056	0,050	0,672	0,771	0,672	6,925	4,730	5,093	5,809	0,716
20%	0,044	0,040	0,534	0,612	0,533	4,641	3,170	3,414	3,894	0,480
50%	0,033	0,029	0,393	0,451	0,393	1,910	1,305	1,405	1,603	0,198

Pogrubioną czcionką oznaczono wartości przepływów, dla których analizowane będą proponowane rozwiązania koncepcyjne. Ze względu na ukształtowanie „zlewni dolnej”, oraz fakt że droga gminna przechwytuje wody napływowe zarówno z terenów położonych po jej wschodniej jak i zachodniej części, wartość przepływu wynoszącego $Q_{10\%}=0,771\text{m}^3/\text{s}$ podzielono na dwie równe części co ma odpowiadać przechwytowi przy zastosowaniu obustronnych wodościeków. Stąd pojedynczy wodościek w wariancie W2 dla „zlewni dolnej” liczony jest dla przepływu $Q=0,389\text{m}^3/\text{s}$.

4. ROZWIĄZANIA KONCEPCYJNE.

Przyjęcie rozwiązań koncepcyjnych, poprzedzone zostało analizą, wielkości terenu z jakiego mają być odprowadzane wody opadowe i roztopowe, jego ukształtowaniem i zagospodarowaniem oraz możliwością ich odprowadzenia. Wariant W1 przewiduje odprowadzenie wód z powierzchni drogi (nawierzchnia asfaltowa i szutrowa) oraz przyległego pobocza (powierzchnia utwardzona i trawiasta). Wariant W2 przewiduje odprowadzenie wód z powierzchni drogi oraz terenu przyległego, z którego następuje naturalny spływ terenowy wód opadowych i roztopowych.

4.1. Przyjęte przepływy projektowe.

W celu określenia przepływów projektowych, posłużono się:

- Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie przyjęcia Planu zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszaru dorzecza Wisły.
- Ustawą Prawo Wodne z dnia 20 lipca 2017r.
- PN-S-02204:1997 „Drogi samochodowe – Odwodnienie dróg”

Zgodnie z PN-S-02204:1997 „Drogi samochodowe – Odwodnienie dróg”, dla kolektora lub kanału bocznego przy spadku terenu powyżej 2%, lecz nie przekraczającym 4%, za przepływ obliczeniowy należy przyjąć przepływ o prawdopodobieństwie wystąpienia p20%. W przypadku kolektora lub kanału bocznego przy spadku terenu powyżej 4%, za przepływ obliczeniowy należy przyjąć przepływ o prawdopodobieństwie wystąpienia p10%. Średni spadek dla odcinka drogi zlewni górnej wynosi 2,2%, dlatego przyjęte rozwiązania koncepcyjne zostały przeliczone dla przepływu Q20%, natomiast średni spadek dla odcinka drogi zlewni dolnej wynosi 4,9% przez co przyjęte rozwiązania koncepcyjne zostały przeliczone dla przepływu Q10%. Odpowiednio dla przyjętych przepływów obliczeniowych, kanał ulgi nr 1 i kanał ulgi nr 2, przeliczono jak dla odcinków, z których odprowadzają wodę opadową i roztopową.

Zgodnie z wymogami Ustawy Prawo Wodne oraz Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie przyjęcia Planu zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszaru dorzecza Wisły, kanał ulgi nr 3 został przeliczony dla przepływu o prawdopodobieństwie wystąpienia p1%.

4.2. Wariant W1.

Wariant W1 zakłada budowę jednostronnego wodościku (typ A) w zlewni górnej długości około 450m oraz budowę jednostronnego wodościku (typ A) w zlewni dolnej długości około 490m. W celu odciążenia systemu odprowadzenia wód opadowych zlewni dolnej, w miejscu przekroju P1, przewidziano budowę przepustu drogowego, pozwalającego przerzucić wody prowadzone wodościkiem do kanału ulgi nr 1. Przekrój poprzeczny kanału ulgi nr 1 jest taki sam jak dla zlewni górnej (typ A), budowa kanału wymaga przebudowy przepustu pod drogą gminną Bodzanów-Zakrzowiec oraz budowę przepustu pod drogą dojazdową do boiska piłkarskiego. Wody opadowe odprowadzane ze zlewni dolnej, odprowadzane będą tak jak w stanie istniejącym, tj. za pośrednictwem istniejącego przepustu drogowego, a następnie rowem do potoku Bogusława.

4.3. Wariant W2.

Wariant W2 zakłada budowę jednostronnego wodościku (typ C) w zlewni górnej długości około 450m. W celu odciążenia systemu odprowadzenia wód opadowych zlewni dolnej, w miejscu przekroju P1, przewidziano budowę przepustu drogowego, pozwalającego przerzucić wody prowadzone wodościkiem do kanału ulgi nr 1. Przekrój poprzeczny kanału ulgi nr 1 jest taki sam jak dla zlewni górnej (typ C), budowa kanału wymaga przebudowy przepustu pod drogą gminną Bodzanów-Zakrzowiec oraz budowę przepustu pod drogą dojazdową do boiska piłkarskiego. W zlewni dolnej wariant W2 zakłada budowę dwustronnego wodościku (typ D) długości około 440m oraz jednostronny wodościek (typ E) długości około 70m. W miejscu przekroju P2 przebudowę przepustu drogowego, pozwalającego przerzucić wody prowadzone wodościkiem do kanału ulgi nr 2, który zostałby poprowadzony po trasie istniejącego rowu. Odcinek wodościku o przekroju typu E, oprócz odprowadzania wód ze zlewni dolnej, ma też pełnić funkcję przechwytującą dla wód stokowych spływających ze zlewni dolinowej. W celu zwiększenia efektywności systemów odprowadzających i zminimalizowania ilości wody spływającej po powierzchni drogi, przyjęto zastosowanie poprzecznych ujęć liniowych, wykonanych w nawierzchni drogi, w rozstawie około 50m, odprowadzających przechwyconą wodę opadową do wodościków.

4.4. Rozwiązania wspólne.

Poddane rozważaniom założenia koncepcyjne, w niektórych aspektach, posiadają wspólne rozwiązania i dotyczą one:

- Odprowadzenie wód opadowych, prowadzonych systemem odwodnienia drogi gminnej w msc. Bodzanów, do potoku Zakrzewianka. Odprowadzenie wymaga budowy dwóch przepustów drogowych i przebudowy jednego przepustu oraz budowę kanału ulgi nr 1 wzdłuż drogi gruntowej.
- Ze względu na zrzut wody opadowej do potoku Zakrzowiec, dochodzi do zmiany warunków hydraulicznych w rejonie miejscowości Zakrzowiec. Budowa kanału ulgi nr 3 ma zapewnić bezpieczne przeprowadzenie wód potoku Zakrzowiec w rejonie w/w miejscowości. Wymaga to budowy przepustu pod drogą Ochmanów-Zakrzowiec oraz kanału długości około 490m, o przekroju trapezowym (typ B).
- Przebudowy bądź budowy przepustów wjazdowych na tereny prywatnych posesji. W celach szacunkowych przyjęto 15 przepustów.
- Parametry hydrauliczne wszystkich przepustów przewidzianych do budowy lub przebudowy muszą być dobrane w taki sposób aby nie powodować dławienia i przyhamowywania wód spływających wodościkiem, kanałem ulgi bądź potokiem Zakrzowiec.
- Ze względu na istniejące spadki terenu, woda spływająca wodościkami bądź kanałem nr 1 i nr 2, może osiągnąć prędkość powodującą erozję i destrukcję zastosowanych umocnień. W celu przeciwdziałaniu takiemu zjawiskowi w ramach rozwiązań koncepcyjnych zastosowano spadki wynoszący $i=0,01$. W celu redukcji spadków istniejących do spadków projektowanych należy przewidzieć serię kaskad.

5. OBLICZENIA HYDRAULICZNE.

Obliczenia przepustowości wodościków oraz kanałów ulgi obliczono posługując się wzorem Manninga:

$$v = \frac{1}{n} R_h^{0,667} i^{0,5}$$

n – współczynnik szorstkości [-]

R_h – promień hydrauliczny [m]

i – spadek dna kanału [-]

gdzie:

$$R_h = \frac{F}{O}$$

F – powierzchnia przekroju wypełniona wodą [m²]

O – obwód zwilżony [m]

5.1. Obliczenia hydrauliczne – wariant W1.

Na podstawie kolejnych przybliżeń przyjęto następujący przekrój poprzeczny:



Typ A

Zastosowania: Jednostronny wodościąg w zlewni górnej, w zlewni dolnej oraz jako kanał ulgi nr 1.

do obliczeń użyto poniższych wartości:

Nazwa parametru	Symbol	Jednostka	Odcinek		
			Zlewnia górna	Zlewnia dolna	Kanał ulgi nr 1
Współczynnik szorstkości	n	-	0,015	0,015	0,015
Spadek istniejący	$i_{istn.}$	-	0,022	0,049	0,029 0,071 0,031
Spadek projektowany	$i_{proj.}$	-	0,01	0,01	0,01
Przekrój poprzeczny	-	-	Typ A	Typ A	Typ A

Wyniki obliczeń hydraulicznych dla spadku istniejącego:

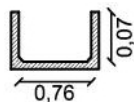
Nazwa parametru	Symbol	Jednostka	Odcinek				
			Zlewnia górna	Zlewnia dolna	Kanał ulgi nr 1		
					P1 – P1.1	P1.1 – P1.2	P1.2 – P4
Spadek istniejący	$i_{istn.}$	[-]	0,022	0,049	0,029	0,071	0,031
Przepływ brzegowy	Q_b	[m³/s]	0,08	0,120	0,09	0,140	0,100
Wysokość brzegowa zwierciadła wody	h_b	[m]	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Prędkość dla przepływu brzegowego	v_b	[m/s]	1,784	2,663	2,049	3,205	2,118
Przepływ projektowy	Q_p	[m³/s]	0,044	0,05	0,044	0,044	0,044
Wysokość zwierciadła wody	h_p	[m]	0,08	0,07	0,07	0,05	0,07
Prędkość przepływu	v_p	[m/s]	1,456	2,035	1,566	2,061	1,619

Wyniki obliczeń hydraulicznych dla spadku projektowanego:

Nazwa parametru	Symbol	Jednostka	Odcinek				
			Zlewnia górna	Zlewnia dolna	Kanał ulgi nr 1		
					P1 – P1.1	P1.1 – P1.2	P1.2 – P4
Spadek projektowy	$i_{proj.}$	[-]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Przepływ brzegowy	Q_b	[m ³ /s]	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Wysokość brzegowa zwierciadła wody	h_b	[m]	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Prędkość dla przepływu brzegowego	v_b	[m/s]	1,203	1,203	1,203	1,203	1,203
Przepływ projektowy	Q_p	[m ³ /s]	0,044	0,050	0,044	0,044	0,044
Wysokość zwierciadła wody	h_p	[m]	0,10	0,12	0,10	0,10	0,10
Prędkość przepływu	v_p	[m/s]	1,090	1,203	1,090	1,090	1,090

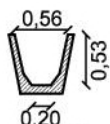
5.2. Obliczenia hydrauliczne – wariant W2.

Na podstawie kolejnych przybliżeń przyjęto następujący przekrój poprzeczny:



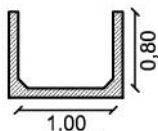
Typ C

Zastosowania: Jednostronny wodościek w zlewni górnej oraz jako kanał ulgi nr 1.



Typ D

Zastosowania: Dwustronny wodościek w zlewni dolnej, na odcinku od P1 do budowanego przepustu.



Typ E

Zastosowania: Jednostronny wodościek w zlewni dolnej, na odcinku od budowanego przepustu do przebudowywanego przepustu oraz jako kanał ulgi nr 2

do obliczeń użyto poniższych wartości:

Nazwa parametru	Symbol	Jednostka	Odcinek			
			Zlewnia górna	Zlewnia dolna	Kanał ulgi nr 1	Kanał ulgi nr 2
Współczynnik szorstkości	n	-	0,015	0,015	0,015	0,015
Spadek istniejący	$i_{istn.}$	-	0,022	0,049	0,029 0,071 0,031	0,030
Spadek projektowany	$i_{proj.}$	-	0,01	0,01	0,01	0,01
Przekrój poprzeczny	-	-	Typ C	Typ D	Typ C	Typ E

Wyniki obliczeń hydraulicznych dla spadku istniejącego:

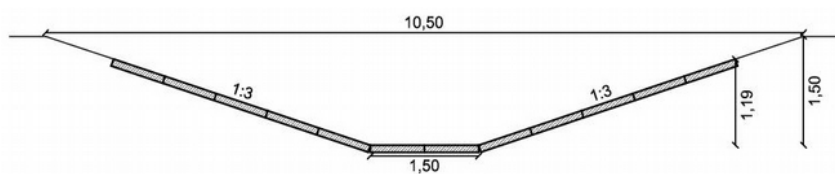
Nazwa parametru	Symbol	Jednostka	Odcinek					
			Zlewnia górna	Zlewnia dolna	Kanał ulgi nr 1			Kanał ulgi nr 2
					P1 – P1.1	P1.1 – P1.2	P1.2 – P4	
Spadek istniejący	$i_{istn.}$	[-]	0,022	0,049	0,029	0,071	0,031	0,030
Przepływ brzegowy	Q_b	[m³/s]	1,450	1,030	1,670	2,610	1,730	4,280
Wysokość brzegowa zwierciadła wody	h_b	[m]	0,52	0,53	0,52	0,52	0,52	0,80
Prędkość dla przepływu brzegowego	v_b	[m/s]	3,630	4,526	4,168	6,521	4,309	5,298
Przepływ projektowy	Q_p	[m³/s]	0,534	0,386	0,534	0,534	0,534	1,442
Wysokość zwierciadła wody	h_p	[m]	0,25	0,29	0,23	0,17	0,22	0,35
Prędkość przepływu	v_p	[m/s]	2,813	3,683	3,120	4,272	3,166	4,038

Wyniki obliczeń hydraulicznych dla spadku projektowanego:

Nazwa parametru	Symbol	Jednostka	Odcinek					
			Zlewnia górna	Zlewnia dolna	Kanał ulgi nr 1			Kanał ulgi nr 2
					P1 – P1.1	P1.1 – P1.2	P1.2 – P4	
Spadek projektowany	$i_{proj.}$	[-]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Przepływ brzegowy	Q_b	[m³/s]	0,980	0,470	0,980	0,980	0,980	2,470
Wysokość brzegowa zwierciadła wody	h_b	[m]	0,52	0,53	0,52	0,52	0,52	0,80
Prędkość dla przepływu brzegowego	v_b	[m/s]	2,477	2,045	2,477	2,477	2,477	3,059
Przepływ projektowy	Q_p	[m³/s]	0,534	0,386	0,534	0,534	0,534	1,442
Wysokość zwierciadła wody	h_p	[m]	0,33	0,47	0,33	0,33	0,33	0,53
Prędkość przepływu	v_p	[m/s]	2,110	1,965	2,110	2,110	2,110	2,709

5.3. Obliczenia hydrauliczne – Kanał nr 3.

Na podstawie kolejnych przybliżeń przyjęto następujący przekrój poprzeczny:



Typ B

Zastosowania: Kanał ulgi nr 3.

do obliczeń użyto poniższych wartości:

Nazwa parametru	Symbol	Jednostka	Odcinek
			Kanał ulgi nr 3
Współczynnik szorstkości	n	-	0,03
Spadek istniejący	$i_{istn.}$	-	0,008
Spadek projektowany	$i_{proj.}$	-	0,008
Przekrój poprzeczny	-	-	Typ B

Wyniki obliczeń hydraulicznych dla spadku projektowanego:

Nazwa parametru	Symbol	Jednostka	Odcinek
			Kanał ulgi nr 3
Spadek projektowany	$i_{proj.}$	[-]	0,008
Przepływ brzegowy	Q_b	[m ³ /s]	23,490
Wysokość brzegowa zwierciadła wody	h_b	[m]	1,5
Prędkość dla przepływu brzegowego	v_b	[m/s]	2,610
Przepływ projektowy	Q_p	[m ³ /s]	10,977
Wysokość zwierciadła wody	h_p	[m]	1,08
Prędkość przepływu	v_p	[m/s]	2,155

6. PODSUMOWANIE.

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń i analiz ustalono, że z technicznego punktu widzenia, możliwe jest odprowadzenie wód opadowych i roztopowych z drogi gminnej nr 560577K w m. Ochmanów oraz drogi gminnej w m. Bodzanów gm. Biskupice, zarówno w przypadku wód opadowych odprowadzanych wyłącznie z nawierzchni drogi i przyległego do niego pobocza (wariant W1), jak również z nawierzchni drogi oraz terenu położonego powyżej (wariant W2). Trzeba jednak mieć na uwadze, że za realnie występujący uznać można jedynie przypadek gdy wody opadowe, odprowadzane przez drogę, w głównej mierze stanowią wody spływające w sposób niekontrolowany, tak jak ma to miejsce w stanie istniejącym (wariant W0). Dlatego za wariant optymalny uznano wariant W2, dla którego przyjęte wartości przepływów dostosowane są do obowiązujących norm i wytycznych. Wariant ten jest droższy o około 40% od wariantu W1. Przy czym należy zauważyć, że kwota około 1 mln zł brutto jest wspólną, porównywalną kwotą dla obydwu wariantów obejmującą roboty przygotowawcze, wykonanie kanału ulgi nr 3 oraz roboty związane z zagospodarowaniem terenu po zakończeniu inwestycji. Wariant W2 - droższy jest w stanie zapewnić bezpieczeństwo mienia mieszkańców przy wystąpieniu opadów normatywnych. Trzeba jednak mieć również na uwadze możliwość wystąpienia opadów nawalnych

(ponadnormatywnych), których czas trwania lub natężenie będzie większe niż przyjęte dla celów koncepcyjnych. W tym celu sugeruje się rozważyć wykonanie dodatkowej ochrony indywidualnej, budynków mieszkalnych i gospodarczych, położonych na terenach obecnie zalewanych, tj. w dolnej części „zlewni dolnej”

7. KOSZTY SZACUNKOWE.

*„Koncepcja ujęcia i odprowadzenia wód opadowych z drogi gminnej nr 560577K
w m. Ochmanów, gm. Niepołomice oraz drogi gminnej w m. Bodzanów, gm. Biskupice”*

*„Koncepcja ujęcia i odprowadzenia wód opadowych z drogi gminnej nr 560577K
w m. Ochmanów, gm. Niepołomice oraz drogi gminnej w m. Bodzanów, gm. Biskupice”*

*„Koncepcja ujęcia i odprowadzenia wód opadowych z drogi gminnej nr 560577K
w m. Ochmanów, gm. Niepołomice oraz drogi gminnej w m. Bodzanów, gm. Biskupice”*

*„Koncepcja ujęcia i odprowadzenia wód opadowych z drogi gminnej nr 560577K
w m. Ochmanów, gm. Niepołomice oraz drogi gminnej w m. Bodzanów, gm. Biskupice”*

*„Koncepcja ujęcia i odprowadzenia wód opadowych z drogi gminnej nr 560577K
w m. Ochmanów, gm. Niepołomice oraz drogi gminnej w m. Bodzanów, gm. Biskupice”*

8. RYSUNKI.

Spis rysunków:

Rys. nr 1 – Orientacja	skala: 1 : 10 000
Rys. nr 2.1 – Mapa zbiorcza rozwiązań koncepcyjnych – WARIANT W1	skala: 1 : 10 000
Rys. nr 2.2 – Mapa zbiorcza rozwiązań koncepcyjnych – WARIANT W2	skala: 1 : 10 000