



ul. Szybisko 30, 30-698 Kraków

tel./fax: 12 654 75 62, kom: 602 286 141

biuro@ekosystem-krakow.pl

NIP 679-141-97-89

INWESTOR

**Wodociągi Jaworzno Sp. z o.o.
ul. Świętego Wojciecha 34, 43-600 Jaworzno**

NAZWA INWESTYCJI

Pompownia ścieków Łubowiec

KATEGORIA OBIEKTU

XVI

Koncepcja modernizacji pompowni ścieków Łubowiec

OPRACOWAŁA

NUMER UPRAWNIENÍ/ SPECJALNOŚĆ

PODPIS

mgr inż. Jolanta Mucha

MAP/0141/ PWOS/07
Instalacyjna

Kraków, czerwiec 2019 rok

Spis treści

1. Podstawa opracowania
2. Zakres opracowania
3. Stan istniejący
4. Bilans ilości ścieków i wód deszczowych w zlewni
5. Analiza układu hydraulicznego pompowni
6. Proponowane warianty rozwiązań
7. Wnioski

Rys. 1. Orientacja, lokalizacja pompowni i rurociągu tłoczego skala 1:10000

Rys. 2. Stan istniejący - plan sytuacyjny, skala 1:1000

Rys. 3. Mapa zlewni wód opadowych, skala 1:10000

Rys. 4. Mapa zlewni ścieków sanitarnych, skala 1:10000

Rys. 5. Koncepcja – plan sytuacyjny lokalizacji zbiornika retencyjnego, skala 1:1000

Rys. 6. Koncepcja – profile zbiornika z kanałem dopływowym i odpływowym, skala 1:100/500

Rys. 7. Koncepcja – lokalizacja kraty automatycznej, skala 1:100

1. Podstawa opracowania

Opracowanie wykonano na podstawie:

- umowy zawartej z Wodociągi Jaworzno z dnia 29.11.2018r
- wizji w terenie
- map zasadniczych wykupionych w ośrodku geodezyjnym Urzędu Miasta Jaworzno
- informacji użytkownika w zakresie eksploatacji pompowni

2. Zakres i cel opracowania

Opracowanie zawiera rozwiązania koncepcyjne pompowni w zakresie:

- oszacowanie docelowej ilości ścieków sanitarnych jaka podawana będzie do systemu kanalizacyjnego pompowni Łubowiec
- oszacowanie zlewni wód deszczowych pompowni Łubowiec
- analiza systemu hydraulicznego pompowni – pompy/rurociąg tłoczny
- wskazanie rozwiązań naprawczych

Celem opracowania jest wskazanie rozwiązań, które wyeliminują problemy z podtopieniami terenu pompowni w czasie deszczy nawaalnych.

3. Stan istniejący

Pompownia ścieków Łubowiec zlokalizowana jest na działce ewidencyjnej numer 56/6 obręb 156 jednostka ewidencyjna Jaworzno.

Działka pompowni zabudowana jest następującymi obiektami:

- zbiornikiem pompowni, podziemnym, wykonanym z kręgów betonowych o średnicy wewnętrznej 2,5m i głębokości 6,37m od powierzchni terenu do dna komory.
- zbiornikiem retencyjnym, żelbetowym o wymiarach zewnętrznych 6,4x6,6m i głębokości 4,15m
- kontenerem rozdzielni głównej, który mieści w sobie rozdzielnię główną i szafę sterowniczą pompowni

Dojazd do obiektów pompowni Łubowiec stanowi droga wewnętrzna będąca przedłużeniem zjazdu z ulicy Katowickiej do cmentarza Komunalnego.

Teren pompowni jest uzbrojony w następującą infrastrukturę:

- sieci energetyczne kable w tym dwustronne zasilanie pompowni
- sieci kanalizacyjne, kanalizacji ogólnospławnej
- sieć wodociągową wraz ze studnią wodomierzową
- układ dróg i chodników wewnętrznych

4. Bilans ilości ścieków i wód deszczowych w zlewni

4.1. Informacje ogólne

Pompownia ścieków Łubowiec została zaprojektowana i wykonana jako pompownia ścieków ogólnospławnych.

Należy więc uznać że pompownia ta od samego początku jej funkcjonowania zbiera zarówno wody deszczowe jak i ścieki sanitarne. Zlewnia kanałów ogólnospławnych w zakresie wód deszczowych nie pokrywa się jednak ze zlewnią, z której zbierane są ścieki sanitarne. W obszarze zlewni ścieków sanitarnych występuje również system rozdzielczy kanalizacji, przy czym odbiornikiem dla kanałów sanitarnych są kanały ogólnospławne, natomiast odbiornikiem wód deszczowych rów bezodpływowy znajdujący się po stronie południowej pompowni.

Zarówno zlewnię wód deszczowych jak i ścieków sanitarnych pokazano na mapie orientacyjnej, w zakres tej zlewni wchodzi następujące ulice:

- a) Zlewnia wód deszczowych: Emilii Plater, Kolonijna, Stara Maszyna, Wybickiego, Czwartaków, Wyspiańskiego, Wiśniowa, Ofiar faszyzmu, Długa, Strażacka, Dąbrowskiej, Spółdzielcza w zakresie wyznaczonej na orientacji zlewni.

Należy jednak zaznaczyć że ilość wpustów na ulicach odwodnionych do kanalizacji ogólnospławnej nie jest duża (nienormatywna), a w całej zlewni wód deszczowych występują trzy obszary, z których do kanalizacji ogólnospławnej są odprowadzone wody również z dachów budynków, są to: kompleks szkolny przy ulicy Dąbrowskiej, rejon zabudowy usługowej przy ul. Katowickiej 47, zabudowa wielorodzinna pomiędzy ulicami Emilii Plater a Górników z Danuty,

- b) Zlewnia ścieków sanitarnych - to zabudowania przy ulicach: Emilii Plater, Kolonijna, Stara Maszyna, Wybickiego, Czwartaków, Wyspiańskiego, Wiśniowa, Ofiar faszyzmu, Długa, Strażacka, Dąbrowskiej, Spółdzielcza, Wiśniowa, Wolna, Woda, Spółdzielcza, Długa, Dąbrowska, Jasiugi, Ofiar Faszyzmu, Strażacka – w zakresie wyznaczonej na orientacji zlewni.

Zgodnie ze stanowiskiem Wodociągów Jaworzno sp. z o.o. poza istniejący stan obszaru zlewni wód deszczowych nie przewiduje się dalszych podłączeń odwodnienia dróg jak i dachów budynków. Powiększona natomiast zostanie zlewnia ścieków sanitarnych. Obecnie podjęto realizację projektu kanalizacji sanitarnej, która będzie kontynuacją istniejącego systemu kanalizacyjnego z wpięciami do kanałów ogólnospławnych. Kanalizacja będzie realizowana na ulicach: Dąbrowskiej, Jasiugi, Szczotki, Szprotawy, Źródlanej, Brzozowej, Rejtana, Syrokomli, Starowiejskiej – w zakresie wyznaczonej na orientacji zlewni.

Do obliczeń bilansowych ilości ścieków komunalnych założono więc:

- ilość wód z odwodnienia dróg istniejącej zlewni wód deszczowych
- obecną ilość ścieków sanitarnych powiększoną o planowany do realizacji projekt.

4.2. Ilość wód deszczowych

Do obliczeń bilansowych w zakresie ilości wód deszczowych założono:

Średnie natężenie deszczu: 174 [dm³/s/ha], deszcz o prawdopodobieństwie p=20%

Współczynnik spływu dla nawierzchni dróg 0,9

Współczynnik spływu dla obszarów 0,4 i 0,25 w zależności od charakteru obszaru

Współczynnik opóźnienia 0,59

Powierzchnie dróg i obszarów (kompleks szkolny przy ulicy Dąbrowskiej, rejon zabudowy usługowej przy ul. Katowickiej 47, zabudowa wielorodzinna pomiędzy ulicami Emilii Plater a Górników z Danuty) określono na podstawie mapy zasadniczej i podano poniżej w zestawieniu tabelarycznym. Obliczenia ilości wód deszczowych ze zlewni również podano tabelarycznie.

Obliczenia ilości wód deszczowych dokonano za pomocą wzoru Błaszczyka, tj.

$$Q = F * \Psi * q * \phi$$

gdzie:

Q - ilość wód deszczowych [l / s],

F - powierzchnia zlewni [ha],

Ψ - współczynnik spływu,

q - spływ jednostkowy [l / s * ha],

ϕ - współczynnik opóźnienia

Tabela 1:

Powierzchnie obszarów odwodnionych do kanalizacji ogólnospławnej w zakresie wód deszczowych

obszary	powierzchnia, ha
1	0,8
2	0,8
3	5,2
łącznie	6,8

Obszary zaznaczono na orientacji

Tabela 2:

Powierzchnie dróg odwodnionych do kanalizacji ogólnospławnej

ulice	długość, m	szerokość, m	powierzchnia, ha
Plater	950	6	0,57
Kolonijna	580	5,5	0,32
Stara maszyna	150	5,5	0,08
Wybickiego	600	6	0,38
Czwartaków	50	6,5	0,03
Wyspiańskiego	125	7	0,09
Wiśniowa	80	4,5	0,04
Ofiar faszyzmu	200	4,5	0,09
Długa	450	4,5	0,20
Strażacka	85	3,5	0,03
Dąbrowskiej	150	4,5	0,07
Spółdzielcza	410	5	0,21
SUMA			2,09

Tabela 3:

Ilość wód deszczowych odprowadzana systemem kanalizacji ogólnospławnej do pompowni Łubowiec – obszary

obszary	powierzchnia, ha	odpływ jednostkowy, l/sha	współczynnik spływu	współczynnik opóźnień	odpływ, l/s
1	0,8	174	0,4	0,59	32,9
2	0,8	174	0,4	0,59	32,9
3	5,2	174	0,25	0,59	133,5
	6,8				199,3

Tabela 4:

Ilość wód deszczowych odprowadzana systemem kanalizacji ogólnospławnej do pompowni Łubowiec - zlewnie dróg

ulice	powierzchnia, ha	współczynnik spływu	współczynnik opóźnień	odpływ jednostkowy, l/sha	odpływ, l/s
Emilii Plater	0,57	0,90	0,59	174,00	52,7
Kolonijna	0,32	0,90	0,59	174,00	29,6
Stara Maszyna	0,08	0,90	0,59	174,00	7,4
Wybickiego	0,38	0,90	0,59	174,00	35,1
Czwartaków	0,03	0,90	0,59	174,00	2,8
Wyspiańskiego	0,09	0,90	0,59	174,00	8,3
Wiśniowa	0,04	0,90	0,59	174,00	3,7
Ofiar faszyzmu	0,09	0,90	0,59	175,00	8,4
Długa	0,20	0,90	0,59	174,00	18,4
Strażacka	0,03	0,90	0,59	174,00	2,8
Dąbrowskiej	0,07	0,90	0,59	174,00	6,5
Spółdzielcza	0,21	0,90	0,59	174,00	19,4
Razem	2,09				195,0

4.3. Ilość ścieków sanitarnych

Ilość docelową ścieków sanitarnych przyjęto na podstawie danych Inwestora. Ilość osób jaka docelowo będzie podłączona do kanalizacji wyniesie 3400 mieszkańców.

Jednostkowe zużycie wody, a tym samym ilość ścieków od 1 mieszkańca przyjęto 120l/Mkd.

Dla obliczenia przepływu maksymalnego godzinowego przyjęto ponadto następujące współczynniki

- współczynnik nierównomierności dobowej 1,5
- współczynnik nierównomierności godzinowej 2,0.

Ilość ścieków sanitarnych w dobie średniej wyniesie 408m³/d

Maksymalna godzinowa ilość ścieków jaka dopłynie do pompowni Łubowiec to

$408 \times 1,5 \times 2 / 24 = 51 \text{ m}^3 / \text{godz.}$ co stanowi 14,2l/s.

4.4. Razem dopływ do pompowni

Mając na uwadze obliczenia przeprowadzone w pkt. 4.3 i 4.4. ilość ścieków komunalnych, dopływająca do pompowni Łubowiec wynosi:

- w okresie bez opadów 14,2l/s

- w czasie deszczy nawalnych 408,5l/s, przy założeniu deszczu o prawdopodobieństwie $p=20\%$ i natężeniu 174l/sha .

Ścieki sanitarne w czasie obliczeniowego deszczu nawalnego stanowią nieco ponad 3% wartości dopływu.

5. Analiza układu hydraulicznego pompowni

5.1. Kanał doprowadzający ścieki do pompowni

Do pompowni ścieki komunalne doprowadzone są kanałem grawitacyjnym o średnicy 400mm. Ostatni odcinek przed pompownią posiada spadek 0,66%.

Przepustowość kanału 400mm przy spadku 0,66% wynosi 200l/s. W przypadku dopływów przewyższających wartość 200l/s ścieki w kanale płynąć będą pod ciśnieniem.

5.2. Kanał tłoczny ścieków

Kanał tłoczny to rurociąg PE100 SDR11 o średnicy 355mm. Kanał ten prowadzony jest zarówno w pasch drogowych dróg miejskich jak i w działkach prywatnych. Przebieg rurociągu tłoczego i jego rozprężenie pokazano na załączonej do koncepcji mapie orientacyjnej,

Dla oszacowania strat lokalnych w pompowni na potrzeby koncepcji przyjęto: rurociąg tłoczny, indywidualny pompy – stal nierdzewna DN200, długość ok. 5m, kolano sprzęgające – 1x, zawór zwrotny kulowy DN200 – 1x, zasuwa klinowa DN200 – 1x, kolano 90o – 1x.

Rurociąg tłoczny w pompowni: stal nierdzewna DN250, długość ok. 1m, dyfuzor DN200/DN250 – 1x, zasuwa nożowa DN250 – 1x.

Straty lokalne na długości rurociągu ułożonego w ziemi do punktu rozprężenia przyjęto równe 10% wysokości strat liniowych.

Dane do wysokości geometrycznej podnoszenia:

Rzędna zwierciadła max roboczego w pompowni Rz. zw. max = 248,06 mnpm

Rzędna osi na wylocie z rurociągu w komorze rozprężnej wynosi:

$$\text{Rz. wyl.} = 259,97 + 0,355/2 = 260,15$$

Wysokość geometryczna wynosi:

$$H_g = 260,15 - 248,06 = 12,09 \text{ m}$$

Dla stanu istniejącego i wydajności pompowni w rurociągu panują następujące warunki hydrauliczne:

- dla jednej pompy pracującej prędkość przepływu 1,3m/s
- dla dwóch pomp pracujących prędkość przepływu 1,89m/s.

Przepływ w rurociągu tłocznym generuje następujące straty liniowe:

- dla jednej pompy pracującej 6,6mśł
- dla dwóch pomp pracujących 13,5mśł

5.3. Pompownia ścieków

W zbiorniku pompowni ścieków zamontowane są 2 pompy kanalizacyjne ABS typ AFP 1526-M300/4-43. Dla istniejącego układu hydraulicznego (pompa+rurociąg tłoczny) przy pracy 1 pompą wydajność pompowni wynosi 82 l/s przy wysokości podnoszenia 23,5m. Jeżeli pracować będą dwie pompy, co dopuszcza układ zasilania energetycznego i sterowania, wydajność pompowni wyniesie 108 l/s przy wysokości podnoszenia 29,5m.

6. Proponowane warianty rozwiązań

6.1. Wymiana pomp

Najprostszym rozwiązaniem zwiększenia wydajności w przypadku pompowni to wymiana pomp w zbiorniku pompowni na większe jednostki. W przypadku pompowni Łubowiec w tabeli poniżej podano dane dobranych pomp, o wydajnościach kolejno proporcjonalnie większych wraz z informacją jaki to ma wpływ na straty w rurociągu oraz moce pomp przy założeniu pozostawienia bez zmian istniejącego rurociągu tłocznego.

Tabela 5

Zestawienie wyników obliczeń strat całkowitych, oraz przykładowy dobór pompy z oferty firmy FLYGT. Dotyczy pracy jednej pompy.

Lp	Dodatkowy przepływ % Q _{sanit} [%]	Przepływ Q [dm ³ /s]	Hg [m]	ΣHstr [m]	Hc [m]	Przykładowy dobór pompy FLYGT
1	Poniżej istniejącego	52	11,91	3,6	15,7	CP 3152 181 MT o mocy 13,5 kW
2	+20%	62	11,91	5,1	17,2	NP 3171 181 HT o mocy 18,5 kW
3	+50%	78	11,91	8,0	20,1	NP 3171 181 MT o mocy 22 kW
Dla wyższych przepływów założono wymianę indywidualnych rurociągów tłocznych w komorze pompowni z DN 200 na DN250						
4	+100%	104	11,91	12,6	24,7	NP 3202 180 MT o mocy 45 kW
5	+150%	130	11,91	19,5	31,6	CP 3300 280 HT o mocy 54 kW
6	+200%	156	11,91	28,0	40,1	NP 3315 180 HT o mocy 105 kW

Jak widać nie uzyskano zadowalających wyników wzrostu wydajności układu w stosunku do stanu obecnego. Nie da się znacząco zwiększyć wydajności pompowni poprzez wymianę pomp na większe jednostki. Wartość 108l/s wydajności istniejącej pompowni przy pracy dwóch pomp wydaje się być optymalnym rozwiązaniem dla istniejącego rurociągu tłoczego.

6.2. Przebudowa rurociągu tłoczego wraz z równoczesną wymianą pomp

Jednym z możliwych działań ale najtrudniejszym z punktu widzenia terenowo-prawnego jest zwiększenie przepustowości układu tłoczego poprzez wymianę rurociągu tłoczego na rurociąg większej średnicy. Obecnie jest to rurociąg PE100SDR11 o średnicy 355mm.

W przypadku pompowni Łubowiec zwiększenie średnicy wiąże się z przebudową rurociągu na całej jego długości tj. ok. 1350mb. Rurociąg tłoczny przebiega zarówno przez działki prywatne jak i w pasach dróg gminnych.

Przy uwzględnieniu istniejącego na terenie pompowni zbiornika retencyjnego o pojemności czynnej 100m³ dla odprowadzenia ścieków w ilości rzędu 300l/s (100l/s gromadzone byłoby w istniejącym zbiorniku) należałoby wykonać rurociąg PE100 SDR11 o średnicy 500mm. Koszt budowy takiego rurociągu to około 1 500 000,00zł.

6.3. Wykonanie przelewu burzowego

Polskie prawo dopuszcza na kanalizacji ogólnospławnej wykonanie przelewów burzowych. Ze względu jednak na brak odbiornika nie bierze się pod uwagę takiego rozwiązania.

6.4. Budowa zbiornika retencyjnego

Przy dopływie do pompowni ścieków komunalnych w ilości rzędu 408,5 l/s i wydajności układu tłoczego 108l/s pojemność zbiornika retencyjnego powinna wynosić 270m³.

Zbiornik retencyjny na terenie pompowni już jest. Posiada on pojemność czynną 100m³. Tym samym do realizacji pozostaje zbiornik o pojemności 170m³.

Jedynym miejscem do realizacji zbiornika retencyjnego jest teren przed ogrodzeniem pompowni tj. wzdłuż dojazdu do obiektu. Proponuje się realizację zbiornika kanałowego o średnicy 2,0m z rur GRP. Dla uzyskania zbiornika o pojemności 170m³ należałoby wykonać 54mb takiego rurociągu.

Przyjęto na potrzeby koncepcji zbiornik o długości 60mb. Daje to pojemność 188,4m³, czyli wartość o około 10% większą niż obliczeniowa. Różnica ta stanowić będzie rezerwę pojemnościową.

Najkorzystniej byłoby aby w czasie bez opadów przez zbiornik retencyjny nie przepływały ścieki dla tego też proponuje się ujęcie do zbiornika ścieków z kanału dopływowego na wysokości 0,3m powyżej jego dna. Proponowane profile zbiornika wraz z profilami połączeń załączono do koncepcji.

Zbiornik kanałowy będzie wymagał sukcesywnych przeglądów po wystąpieniu deszczy nawalnych, a w razie konieczności czyszczenia z osadów.

Istniejący zbiornik również wymaga prac budowlanych – modernizacyjnych ze względu na niezadowalającą jego pracę. Zbiornik ten posiada wlot ścieków nieznacznie ponad dnem. Wlot ten zabezpieczony jest kratą rzadką kosзовą. Następnie ścieki po kracie rzadkiej odpływają do pompowni. Ponadto zbiornik posiada przelew na poziomie maksymalnym również do pompowni ścieków. Krata działa poprawnie jedynie przy napływach mniejszych niż wydajność pomp. Przy napływach większych z kosza kraty do zbiornika retencyjnego przedostają się skratki – kosz kraty w tych przypadkach jest zalany.

Ponieważ opady deszczu i określenie jego natężenia są nieprzewidywalne, a krata czyszczona ręcznie, więc taki układ nie jest poprawny technologicznie i należy go zmodyfikować.

Kratę koszową na wlocie do istniejącego zbiornika należy wymienić na automatyczną kratę np. hakowo-taśmową o prześwicie nie mniejszym niż 20mm i wydajności min. 250l/s (108 wydajność układu tłoczego dopływ z magazynowaniem ścieków w zbiorniku retencyjnym). Kratę proponuje się zbudować przed istniejącym zbiornikiem retencyjnym. W tym celu wykonać należy kanał o szerokości zabudowy co najmniej szerokości kraty lecz nie mniejszej niż 1,2m i długości 3m. Głębokość kanału równa głębokości kanału dopływowego powiększona o wymaganą wysokość zabudowy kraty w kanale.

Alternatywnie kratę można zbudować w przestrzeni zbiornika w miejscu istniejącej kraty koszowej, wykonując kanał na wlocie ścieków w formie konstrukcji stalowej lub żelbetowej. Krata ta osadzona byłaby na końcówce tego kanału. Wysokość ścian tego kanału równa musiałaby być wysokości zbiornika.

Wybór rozwiązania zabudowy kraty powinien być dokonany na etapie projektu budowlanego. Miejsce zabudowy kanału przed zbiornikiem pokazano na planie sytuacyjnym.

Szacunkowy koszt inwestycyjny tego rozwiązania szacuje się na 710 000,00zł

7. Wnioski

- 7.1. Do pompowni ścieków Łubowiec dopływają ścieki komunalne, będące mieszaniną ścieków sanitarnych i wód opadowych. W koncepcji określono ilość wód w czasie deszczów nawalnych na poziomie 408,5l/s – deszcz przy prawdopodobieństwie $p=20\%$ i natężeniu 174l/sha. Istniejący kanał dopływowy ma jednak ograniczoną przepustowość, którą określono na 200l/s przy pełnym napełnieniu i przepływie grawitacyjnym. Należy więc przyjąć że w czasie deszczów nawalnych o przepływie powyżej 200l/s ścieki dopływają do pompowni pod „ciśnieniem”.
- 7.2. Pompownia ścieków nie działa prawidłowo w okresach deszczów nawalnych, wydajność pompowni jest zbyt mała na przejęcie wszystkich ścieków komunalnych dopływających do pompowni. Istniejący zbiornik retencyjny nie poprawia sytuacji gdyż jest za mały, ponadto z kosza istniejącej kraty koszowej w przypadku napełniania zbiornika przedostają się skratki (są unoszone przez ścieki).
- 7.3. Właściwie jedynym rozwiązaniem poprawy sytuacji na pompowni Łubowiec jest budowa dodatkowego zbiornika retencyjnego z równoczesną modernizacją istniejącego. Proponuje się zbiornik kanałowy, „zbocznikowany”, o pojemności 230m³. Dopływ do zbiornika powinien być ukształtowany w sposób taki, aby ścieki do wielkości przepływu około 150l/s płynęły istniejącym kanałem sanitarnym. Takie rozwiązanie spowoduje, że do zbiornika retencji kanałowej dopływać będą ścieki wysoce rozcieńczone (rozcieńczenie jak 1:10). Istniejący zbiornik należy wyposażyć w kratę automatyczną o prześwicie nie mniejszym niż 20mm na kanale dopływowym do zbiornika.