BUDWOD Sp. z o.o.

25-320 Kielce, ul. Domaszowska 104

KONCEPCJA GOSPODARKI SCIEKOWEJ W GMINIE DALESZYCE WRAZ Z OCENĄ FUNKCJONOWANIA ISTNIEJĄCYCH OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

Autorzy opracowania:

prof. dr hab. inż. Zbigniew Heidrich

dr inż. Grzegorz Stańko

mgr inż. Zdzisław Wójcik – nr upraw. 192/1972/Kl

Warszawa, marzec 2012

SPIS RZECZY:

1. Przedmiot opracowania i podstawa jego wykonania 07

2. Ogólna charakterystyka gminy 08

3. Przyjęte założenia i dane wyjściowe 13

3.1. Ilość i jakość ścieków 13

3.2. Wymagana jakość ścieków oczyszczonych 16

4. Ogólna charakterystyka podstawowych układów kanalizacyjnych 19

4.1. Rozpatrywane układy kanalizacyjne 19

4.2. Zasady doboru urządzeń 23

4.2.1. Osadniki gnilne 23

4.2.2. Drenaż rozsączający 26

4.2.3. Filtry piaskowy 27

4.2.4. Złoże biologiczne 30

4.2.5. Reaktor z osadem czynnym 34

5. Charakterystyka i zakres modernizacji istniejących oczyszczalni ścieków 39

5.1. Oczyszczalnia ścieków w Daleszycach 39

5.1.1. Wprowadzenie 39

5.1.1.1. Istniejąca oczyszczalnia ścieków 39
5.1.1.2. Ilość i jakość ścieków poddawanych oczyszczaniu 40
5.1.1.3. Ilość i jakość ścieków oczyszczonych 41

5.1.2. Analiza dotychczasowych opracowań dotyczących kierunków modernizacji oczyszczalni ścieków 42

5.1.3. Analiza danych wyjściowych do opracowania koncepcji rozbudowy i modernizacji oczyszczalni ścieków w Daleszycach 49

5.1.4. Koncepcja rozbudowy i modernizacji oczyszczalni ścieków w Daleszycach 51

5.1.5. Podsumowanie 53

5.2. Oczyszczalnia ścieków w Marzyszu 53

5.2.1. Wprowadzenie 53

5.2.2. Istniejąca oczyszczalnia ścieków 55

5.2.3. Koncepcja modernizacji istniejącej oczyszczalni ścieków 57

5.2.4. Podsumowanie 59

5.3. Oczyszczalnia ścieków w Szczecnie-Komórkach 59

5.3.1. Wprowadzenie 59

5.3.2. Istniejąca oczyszczalnia ścieków 60

5.3.3. Zalecenia 61

6. Koncepcja rozwiązania systemu kanalizacyjnego dla sołectw gminy Daleszyce 63

6.1. Podstawy wyboru rozwiązania systemu kanalizacyjnego 63

6.2. Propozycje rozwiązań układów kanalizacji sanitarnej dla sołectw gminy Daleszyce 65

6.2.1. Borków 66

Charakterystyka miejscowości 66
Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej 66

6.2.2. Brzechów 67

Charakterystyka miejscowości 67
Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej 67

6.2.3. Cisów 70

Charakterystyka miejscowości 70
Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej 70

6.2.4. Daleszyce 73

Charakterystyka miejscowości 73
Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej 74

6.2.5. Danków-Wójtostwo 74

Charakterystyka miejscowości 74
Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej 74

6.2.6. Komórki 75

Charakterystyka miejscowości 75
Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej 75

6.2.7. Kranów 76

Charakterystyka miejscowości 76
Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej 76

6.2.8. Marzysz 78

Charakterystyka miejscowości 78
Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej 79

6.2.9. Mójcza 79

Charakterystyka miejscowości 79
Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej 80

6.2.10. Niestachów 80

Charakterystyka miejscowości 80
Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej 81

6.2.11. Niwy 82

Charakterystyka miejscowości 82
Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej 83

6.2.12. Sieraków 87

Charakterystyka miejscowości 87
Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej 88

6.2.13. Słopiec 91

Charakterystyka miejscowości 91
Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej 91

6.2.14. Smyków 91

Charakterystyka miejscowości 91
Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej 92

6.2.15. Suków 92

Charakterystyka miejscowości 92
Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej 93

6.2.16. Szczecno 93

Charakterystyka miejscowości 93
Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej 94

6.2.17. Trzemosna 94

Charakterystyka miejscowości 94
Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej 95

6.2.18. Widełki 96

Charakterystyka miejscowości 96
Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej 97

7. Podsumowanie 102

7.1. Ocena oczyszczalni ścieków 102

7.2. Rozwiązania systemu kanalizacyjnego dla sołectw gminy Daleszyce 103

ŹRÓDŁA 110

ZAŁĄCZNIKI 111

SPIS RYSUNKÓW:

Rys. 1. Warunki odprowadzania ścieków do gruntu według rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 roku 16

Rys. 2. Wymagania dotyczące jakości ścieków oczyszczonych odprowadzanych do wód powierzchniowych dla RLM < 2.000 17

Rys. 3. Wymagania dotyczące jakości ścieków oczyszczonych odprowadzanych do wód powierzchniowych dla 2.000 ≤ RLM < 9.999 18

Rys. 4. Generalne możliwości oczyszczania ścieków pochodzących z indywidualnych gospodarstw domowych 20

Rys. 5. Schemat zbiorczego systemu odprowadzania i oczyszczania ścieków pochodzących z wiejskich jednostek osadniczych 21

Rys. 6. Schemat grupowego systemu odprowadzania i unieszkodliwiania ścieków dla wiejskich jednostek osadniczych A, B i C 21

Rys. 7. Schematy technologiczne przydomowych oczyszczalni ścieków 22

Rys. 8. Przekrój poprzeczny filtru piaskowego o przepływie pionowym (wymiary w cm) 28

Rys. 9. Schemat układu kanalizacyjnego dla sołectwa Brzechów – wariant podstawowy 68

Rys. 10. Schemat sieci autonomicznego układu kanalizacyjnego dla sołectwa Brzechów – wariant zastępczy 69

Rys. 11. Schemat sieci autonomicznego układu kanalizacyjnego dla sołectwa Cisów – wariant podstawowy 71

Rys. 12. Schemat sieci układu kanalizacyjnego dla sołectwa Kranów – wariant podstawowy 78

Rys. 13. Schemat sieci układu kanalizacyjnego dla sołectwa Niestachów – wariant podstawowy 82

Rys. 14. Schemat rozwiązania gospodarki ściekowej dla sołectwa Niwy – wariant podstawowy 86

Rys. 15. Schemat sieci autonomicznych układów kanalizacyjnych dla dwóch największych skupisk gospodarstw w sołectwie Niwy 87

Rys. 16. Schemat sieci autonomicznego układu kanalizacyjnego dla sołectw: Sieraków i Smyków – wariant podstawowy 90

Rys. 17. Schemat sieci autonomicznego układu kanalizacyjnego dla sołectwa Trzemosna – wariant podstawowy. 96

Rys. 18. Schemat rozwiązania gospodarki ściekowej dla sołectwa Widełki – wariant podstawowy 98

SPIS TABEL:

Tab. 1. Ilości ścieków powstających w sołectwach i wsiach gminy Daleszyce 13-14

Tab. 2. Ładunki zanieczyszczeń zawarte w ściekach odprowadzanych z sołectw i wsi gminy Daleszyce 15

Tab. 3. Zalecenia dotyczące wymiarowania osadników gnilnych dla 4÷8 mieszkańców, opracowane przez Francuskie Ministerstwo Ochrony Środowiska 25

Tab. 4. Orientacyjne globalne wielkości nakładów inwestycyjnych (odniesione do całej populacji każdego z sołectw) oraz wskaźników jednostkowych 104

Tab. 5. Zestawienie, dla każdego z sołectw, opisu rozwiązań gospodarki ściekowej wraz z przybliżonymi kosztami realizacji 105-109

ZAŁĄCZNIKI:

Zał. 1. Wyniki obliczeń OŚ w Daleszycach na podstawie danych wyjściowych przyjętych przez Autorów opracowania pt. „Koncepcja przebudowy i rozbudowy OŚ w Daleszycach 112

Zał. 2. Wyniki obliczeń OŚ w Daleszycach na podstawie danych wyjściowych określonych w opracowaniu 113

Zał. 3. Wyniki obliczeń OŚ w Marzyszu na podstawie danych wyjściowych określonych w opracowaniu w wariancie bez usuwania związków biogennych 114

Zał. 4. Wyniki obliczeń OŚ w Marzyszu na podstawie danych wyjściowych określonych w opracowaniu w wariancie z usuwaniem związków biogennych 115

1. Przedmiot opracowania i podstawa jego wykonania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest ocena oczyszczalni ścieków istniejących obecnie na terenie gminy Daleszyce oraz ocena stanu istniejącego i propozycja rozwiązania gospodarki ściekowej na terenie gminy.

Opracowanie zostało wykonane w ramach umowy zawartej pomiędzy Urzędem Gminy w Daleszycach a firmą BUDWOD Sp. z o.o., z siedzibą w Kielcach.

2. Ogólna charakterystyka gminy

Gmina Daleszyce położona jest w środkowej części województwa świętokrzyskiego. Graniczy z Kielcami (od północnego-zachodu) oraz siedmioma gminami: Górno i Bieliny (od północy), Łagów i Raków (od wschodu i południowego-wschodu), Pierzchnica (od południa) i Morawica (od południowego-zachodu i zachodu).

Obszar gminy włączony jest w obręb powiatu Kielce, w województwie świętokrzyskim. Gmina Daleszyce położona jest w obrębie makroregionu Wyżyna Kielecka, w obrębie dwóch mezoregionów: Gór Świętokrzyskich i Pogórza Szydłowieckiego.

Gmina zajmuje powierzchnię 222 km^2 i liczy ponad 15 tys. mieszkańców. Pod względem obszaru jest największą gminą w województwie świętokrzyskim.

Średnia gęstość zaludnienia wynosi 61,3 osoby na km^2 a nie uwzględniając powierzchni leśnej – 141,5 osoby na km^2 i jest niższa od analogicznych wskaźników dla województwa wynoszących odpowiednio:123,3 oraz 172,9. Ponad połowę powierzchni – 58% zajmują lasy a dalsze 38% użytki rolne. Przeważają gleby o niskiej przydatności rolniczej.

W skład gminy wchodzi 18 sołectw: Borków, Brzechów, Cisów, miasto Daleszyce, Danków-Wójtostwo, Komórki, Kranów, Marzysz, Mójcza, Niestachów, Niwy, Sieraków, Słopiec, Smyków, Suków, Szczecno, Trzemosna i Widełki.

Zgodnie z zapisami Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego dla gminy Daleszyce, w obrębie istniejącego zagospodarowania przestrzennego gminy można wyróżnić pięć obszarów funkcjonalnych:

- Obszar wielofunkcyjny – obejmujący teren miasta Daleszyce i sołectwa Niwy, łączący funkcję ośrodka mieszkalno-usługowego z funkcją usługowo-przemysłową. Są to tereny o nasilonych procesach urbanizacji i uprzemysłowienia, o mało korzystnych warunkach rozwojowych dla rolnictwa,
- Obszary o dominującej funkcji rolnej – obejmujące teren sołectw: Brzechów, Sieraków, Smyków, Trzemosna. Jest to teren o najkorzystniejszych, w skali gminy, warunkach dla rozwoju rolnictwa,
- Obszary o dominującej funkcji rekreacyjnej – obejmujące teren sołectw: Borków i Marzysz,
- Obszary o dominującej funkcji rolno-rekreacyjnej – obejmujące teren sołectw: Cisów, Widełki, Szczecno, Komórki, Danków,
- Obszary o dominującej funkcji mieszkaniowej – obejmujące teren sołectw: Mójcza, Niestachów, Suków, Słopiec, Kranów.

Większość obszaru gminy położona jest w zlewni Czarnej Nidy a niewielka, wschodnia część – w zlewni Czarnej Staszowskiej. Przez jej teren przepływają rzeki Belnianka i Lubrzanka

z dopływami, które w okolicy Marzysza łączą się tworząc rzekę Czarną Nidę. We wschodniej części gminy płynie rzeka Łukawka, dopływ Czarnej Staszowskiej.

Teren gminy jest ubogi w zbiorniki wodne. Istniejące w gminie zbiorniki, to:

- zbiornik retencyjno-rekreacyjny „Borków" o pojemności 686 tys. m^3 i powierzchni 38,8 ha, położony na 2+300 km rzeki Belnianki,
- zbiornik rekreacyjny „Wojciechów" o pojemności 141 tys. m^3 i powierzchni 10,9 ha, położony na 5+100 km rzeki Pierzchnianki,
- zbiornik wodny po wyrobisku piachu, położony w miejscowości Suków, planowany na przekształcenie go w zbiornik retencyjny o charakterze rekreacyjno-wypoczynkowym,
- szereg kompleksów stawowych do których należą:
  - zbiornik wraz z przyległymi 8 stawami rybnymi, o pow. 5,8 ha, w Wojciechowie na rzece Pierzchniance,
  - kompleks o pow. 1,14 ha, w Znojowie na rzece Pierzchniance,
  - kompleks stawów rybnych, o pow. 1,54 ha, w Szczecnie na rowie ciążącym do rzeki Pierzchnianki,
  - kompleks stawów w Dankowie, o pow. 0,8 ha, na rowie ciążącym do rzeki Belnianki,
  - kompleks 5 stawów rybnych w Niwach (Niwkach Daleszyckich) na rowie ciążącym do rzeki Belnianki

Wody podziemne na obszarze gminy Daleszyce występują w dwóch poziomach wodonośnych: dewońskim związanym z wapieniami i czwartorzędowym związanym z tarasami plejstoceńskimi w dolinach rzecznych. Zarówno głębsze wody czwartorzędowe jak i dewońskie są wodami czystymi o dobrej jakości. Jednak praktyczne możliwości wykorzystania wód czwartorzędowych są uzależnione od stanu czystości wody w rzekach i ciekach powierzchniowych, a szczególnie w Lubrzance i Belniance.

Zachodnia i środkowa część gminy położona jest na Głównych Zbiornikach Wód Podziemnych – GZWP nr 417 Kielce (na terenie gminy – rejon Mójczy) oraz GZWP nr 418 Gałęzice-Bolechowice–Borków (rejon Borkowa, Marzysza, Sukowa). Wymienione zbiorniki, z uwagi na słabą izolację, zostały zaliczone do obszarów wymagających ochrony ONO[1] i OWO[2]. Jest to bardzo istotne, z punktu widzenia rozwiązania gospodarki wodno-ściekowej – w obszarach

[1] ONO – obszar najwyższej ochrony GZWP. Są to tereny wymagające najwyższego stopnia ochrony, wyznaczone na podstawie oceny potencjalnego zagrożenia wód w GZWP. Zwykle ONO obejmują obszary zasilania izolowanych zbiorników wody wysokiej jakości lub też obszary najbardziej istotne (krytyczne) dla ochrony pozostałych typów GZWP. ONO obejmują zwykle 10-30% powierzchni GZWP. Na tych obszarach muszą być stosowane specjalne nakazy i zakazy (przepisy prawne) w zakresie zagospodarowania przestrzennego.

[2] OWO – obszar wydzielonej ochrony GZWP. Są to tereny wyznaczane na podobnych zasadach jak ONO – obszar najwyższej ochrony GZWP. Stanowią je części GZWP, w których istnieją lepsze niż w obszarach ONO naturalne warunki ochrony wód (izolacja od powierzchni), oraz obszary lub wytypowane fragmenty zlewni powierzchniowych i podziemnych zasilających GZWP. W obszarach tych muszą być stosowane zaostrzone kryteria w zakresie ich przestrzennego zagospodarowania i wykorzystania.

najwyższej ochrony ONO zaleca się, m.in.: objęcie kanalizacją wszystkich zwodociągowanych wsi osiedli mieszkaniowych, które dotychczas takiej kanalizacji nie mają. Poza tym, zakazuje się, m.in.:

- wprowadzenie ścieków dla ziemi i wód powierzchniowych,
- rolniczego wykorzystania ścieków,
- budowy nowych osiedli o zabudowie zwartej jeśli ta zabudowa powoduje ograniczenie infiltracji opadów atmosferycznych na powierzchni większej niż 20% osiedla,
- budowy nowych wodociągów wiejskich i osiedlowych w mieście bez kanalizacji i lokalnej oczyszczalni ścieków.

Ze względu na wyjątkowo malowniczy krajobraz gmina Daleszyce ma uzasadnioną rangę w układzie regionalnym i krajowym. Pełni ważną funkcję w utrzymaniu przestrzennej ciągłości obszarów aktywnych biologicznie.

Na terenie gminy występują następujące formy ochrony przyrody:

- Cisowsko-Orłowiński Park Krajobrazowy (C-OPK), położony jest we wschodniej i południowej części gminy, obejmując w całości sołectwa: Cisów, Sieraków, Smyków, Trzemosna, Widełki oraz częściowo sołectwa: Daleszyce, Niwy, Szczecno. Łączna powierzchnia tego obszaru wynosi 11.063 ha, tj. 49,8% ogólnej powierzchni gminy,
- Cisowsko-Orłowiński Obszar Chronionego Krajobrazu (C-OOChK), położony na terenie otuliny Cisowsko-Orłowińskiego Parku Krajobrazowego. Tworzą go pozostałe obszary sołectw należących do parku (Daleszyce, Niwy, Szczecno) oraz dodatkowo sołectwa: Borków, Danków, Komórki, Marzysz, Słopiec. Powierzchnia obszaru wynosi 4.896 ha, tj. 22,0% ogólnej powierzchni gminy,
- Podkielecki Obszar Chronionego Krajobrazu (POCHK), położony na terenach północno-zachodniej części gminy, obejmując w całości sołectwa: Mójcza, Suków, Niestachów, co stanowi 28,2 % ogólnej powierzchni gminy,
- Rezerwaty przyrody:
  - rezerwat leśny o ochronie częściowej „CISÓW im. prof. Zygmunta Czubińskiego", o powierzchni 40.58 ha. położony we wschodniej części Pasma Cisowskiego,
  - rezerwat torfowiskowy o ochronie częściowej „BIAŁE ŁUGI", o powierzchni 408,44 ha, położony u podnóża Pasma Cisowskiego (nadleśnictwo Łagów, leśnictwo Niwy i Trzemosna),
  - rezerwat torfowiskowo-leśny o ochronie częściowej „SŁOPIEC", o powierzchni 8,18 ha, obejmujący grunty prywatne wsi Słopiec Szlachecki, działka nr 779/3,
- Użytki ekologiczne:
  - „Bagno” o powierzchni 2.12 ha położone w Nadleśnictwie Łagów,
  - „Torfowisko przejściowe” o powierzchni 5,07 ha, położone w Nadleśnictwie Łagów,

- Zespół przyrodniczo krajobrazowy "Ostra Górka", o powierzchni około 30 ha, położony w Nadleśnictwie Łagów,
- Stanowisko dokumentacyjne – pozostałości dawnego górnictwa rud żelaza, o powierzchni 2,0 ha, usytuowane w Nadleśnictwie Łagów,
- Pomniki przyrody ożywionej – tj. grupy drzew, zlokalizowane na terenie całej gminy, objęte ochroną prawną,
- Pomniki przyrody nieożywionej – tj. wychodnie geologiczne, odsłonięcie geologiczne, rumowisko skalne, objęte ochroną prawną.

Na terenie gminy zwodociągowane są wszystkie sołectwa. Gmina do zbiorowego zaopatrzenia w wodę korzysta z własnych ujęć wody zlokalizowanych w Niwach (Niwkach Daleszyckich), Słopcu, Mójczy, Sukowie, Niestachowie, Smykowie i Marzyszu oraz, z 2 ujęć zlokalizowanych poza terenem gminy w miejscowościach Grodno w gminie Raków i Pierzchnianka, w gminie Pierzchnica. Roczny pobór wody z ujęć podziemnych w roku 2003 wyniósł 270.000 m^3. Według pozwoleń wodnoprawnych całkowity pobór wody wynosi 3.252 m^3/d.

Rozwój kanalizacji sanitarnej na obszarze gminy uwarunkowany jest pokonaniem następujących barier, do których należy zaliczyć:

- duże rozproszenie pomiędzy poszczególnymi wsiami, oraz częściowo rozproszona zabudowa sołectw, co powoduje konieczność budowy lokalnych oczyszczalni ścieków i odcinków sieci kanalizacyjnej o funkcji wyłącznie tranzytowej,
- zróżnicowanie wysokościowe terenu i związana z tym konieczność budowy przepompowni ścieków,
- warunki geologiczne i geotechniczne (zła ocena geologiczna terenu przyszłych robót, trudności wykonawcze i inne).

Obecnie, na terenie gminy, skanalizowane są w całości bądź w znacznym stopniu, sołectwa: Daleszyce, Danków-Wójtostwo, Marzysz, Mojcza, Komórki, Szczecno. W sołectwach: Marzysz (Kaczyn, Podmarzysz, Przypuść, Szkoda, Znojów) oraz Suków trwa budowa nowych odcinków kanalizacji. Sołectwa: Borków, Słopiec (Słopiec Rządowy, Słopiec Szlachecki) oraz Suków (Działki, Krajszczyzna, Papiernia, Rogatka, Suków-Borki, Suków-Babie) planowane są przez gminę do dalszego skanalizowania – gmina posiada projekty budowlane. Pozostałe sołectwa gminy, tj.: Brzechów, Cisów, Kranów, Niestachów, Niwy, Sieraków, Smyków, Trzemosna oraz Widełki, nie posiadają planów rozwiązania gospodarki ściekowej.

Na terenie gminy istnieją trzy oczyszczalnie ścieków zlokalizowane w Daleszycach, Szczecnie i Marzyszu. Są to:

- mechaniczno-biologiczna oczyszczalnia ścieków w Daleszycach, typu „BIOVAC”, pracująca w oparciu o proces oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego, posiadająca pozwolenie wodnoprawne na odprowadzanie ścieków po ich oczyszczeniu do rzeki Belnianki, zbieranych z terenu wsi: Daleszyce, Niwy, Danków, Wójtostwo

i Kranów. Na oczyszczalnię dowożone są ścieki ze zbiorników bezodpływowych z terenu gminy, w ilości ok. 100 m^3/d.

- mechaniczno-biologiczna oczyszczalnia ścieków w Szczecnie, typu „BIO-PAK", pracująca w oparciu o proces oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego, o przepustowości 300 m^3/d. Oczyszczalnia posiada pozwolenie wodnoprawne na odprowadzanie ścieków po ich oczyszczeniu, do rzeki Pierzchnianki, lewego dopływu Czarnej Nidy, zbieranych z miejscowości: Szczecno i Komórki. Na oczyszczalnię dowożone są ścieki ze zbiorników bezodpływowych z terenu gminy, w ilości ok. 100 m^3/d.
- mechaniczno-biologiczna oczyszczalnia ścieków, pracująca w oparciu o proces oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego, o przepustowości 370 m^3/d, zlokalizowana we wsi Marzysz. Oczyszczalnia obsługuje miejscowości: Marzysz I, Marzysz II, Marzysz Młyny, Podmarzysz, Kaczyn Zdrój, Znojów, Kiełków z sołectwa Marzysz. Planowana docelowa przepustowość oczyszczalni ścieków to 950 m^3/d, która ma umożliwić przejęcie ścieków z pozostałej części sołectwa Marzysz oraz sołectw: Kranów, Słopiec, Borków, Suków. Ścieki po oczyszczeniu odprowadzone zostają do rzeki Czarna Nida.

Ścieki bytowe z sołectwa Mójcza trafiają na oczyszczalnię ścieków w Sitkówce-Nowinach, znajdującej się na terenie miasta Kielce.

3. Przyjęte założenia i dane wyjściowe

3.1. Ilość i jakość ścieków

Na terenie gminy Daleszyce znajduje się 18 sołectw (tj.: Borków, Brzechów, Cisów, miasto Daleszyce, Danków-Wójtostwo, Komórki, Kranów, Marzysz, Mójcza, Niestachów, Niwy, Sieraków, Słopiec, Smyków, Suków, Szczecno, Trzemosna i Widełki) skupionych w 24 wsiach. Liczba mieszkańców w poszczególnych wsiach, waha się od 46 do 2.956 osób. Ogólnie, na terenie gminy zamieszkuje 15.284 mieszkańców (wg stanu na dzień: 30 czerwca 2011 r.). Największe sołectwa, to: Daleszyce (2.956 M) oraz Suków (2.039 M). Najmniejsze wsie, to: Znojów (46 M) i Kaczyn (107 M). Obie najmniejsze wsie należą do sołectwa Marzysz.

Określając charakterystyczne ilości ścieków powstających w sołectwach i wsiach, przyjęto następujące jednostkowe ilości ścieków:

- średnia dobowa $q_{dśr}$ = 0,08 m^3/M·d,
- maksymalna godzinowa q_{hmax} = 0,008 m^3/M·h.

Dane dotyczące ilości ścieków powstających na terenie gminy, w podziale na sołectwa i wsie, zamieszczono w tabeli 1.

Tabela nr 1: Ilości ścieków powstających w sołectwach i wsiach gminy Daleszyce

Nazwa sołectwa	Nazwa wsi	Liczba mieszkańców	Ilość ścieków	
–	–	–	$Q_{dśr}$ [m^3/d]	Q_{hmax} [m^3/h]
1.	2.	3.	4.	5.
Borków	Borków	561	45,0	4,5
Brzechów	Brzechów	927	74,0	7,4
Cisów	Cisów	496	40,0	4,0
Daleszyce	Daleszyce	2.956	236,0	23,6
Danków-Wójtostwo	Danków	290	23,0	2,3
	Wójtostwo	168	13,5	1,35
Komórki	Komórki	428	34,0	3,4
Kranów	Kranów	537	43,0	4,3
Marzysz	Marzysz I	244	19,5	1,95
	Marzysz II	256	20,5	2,05
	Kaczyn	107	8,5	0,85
	Podmarzysz	117	9,5	0,95
	Znojów	46	4,0	0,4

c.d. Tabeli nr 1

1.	2.	3.	4.	5.
Mójcza	Mójcza	1.365	109	10,9
Niestachów	Niestachów	1.094	87,5	8,75
Niwy	Niwy	987	79,0	7,9
Sieraków	Sieraków	177	14,0	1,4
Słopiec	Słopiec Szlachecki	436	35,0	3,5
	Słopiec Rządowy	266	21,0	2,1
Smyków	Smyków	455	36,5	3,65
Suków	Suków	2.039	163	16,3
Szczecno	Szczecno	733	58,5	5,85
Trzemosna	Trzemosna	237	19,0	1,9
Widełki	Widełki	362	29,0	2,9
Ogółem	–	**15.284**	**1.222**	**122,2**

Z powyższego zestawienia wynika, że średnia dobowa ilość ścieków, powstających na terenie gminy Daleszyce wyniesie $\Sigma Q_{dśr}$ = 1.222 m^3/d, a maksymalna godzinowa ΣQ_{hmax} = 122,2 m^3/h.

Charakteryzując ścieki, z punktu widzenia jakościowego, przyjęto, że ładunki zanieczyszczeń, odniesione do jednego mieszkańca, wyniosą:

- BZT_5 = 60 g/M·d,
- ChZT = 120 g/M·d,
- zawiesina ogólna = 70 g/M·d,
- azot ogólny = 11 g/M·d,
- fosfor ogólny = 1,8 g/M·d.

Z przyjętych założeń wynikają dobowe ładunki zanieczyszczeń, które zestawiono w tabeli 2.

Przy przyjętej jednostkowej średniej dobowej ilości ścieków $q_{dśr}$ = 0,08 m^3/M·d, średnie wartości i stężenia zanieczyszczeń, wyniosą:

- BZT_5 = 750 g/m^3,
- ChZT = 1.500 g/m^3,
- zawiesina ogólna = 875 g/m^3,
- azot ogólny = 137,5 g/m^3,
- fosfor ogólny = 22,5 g/m^3.

Tabela nr 2: Ładunki zanieczyszczeń zawarte w ściekach odprowadzanych z sołectw i wsi gminy Daleszyce

Nazwa sołectwa	Nazwa wsi	Ładunki zanieczyszczeń, kg/d				
		BZT_5	ChZT	Zawiesiny ogólne	Azot ogólny	Fosfor ogólny
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Borków	Borków	33,7	67,3	39,3	6,17	1,01
Brzechów	Brzechów	55,6	111,2	64,9	10,20	1,67
Cisów	Cisów	29,8	59,5	34,7	5,46	0,89
Daleszyce	Daleszyce	177,4	354,7	206,9	32,52	5,32
Danków-Wójtostwo	Danków	17,4	34,8	20,3	3,19	0,52
	Wójtostwo	10,1	20,2	11,8	1,85	0,30
Komórki	Komórki	25,7	51,4	30,0	4,71	0,77
Kranów	Kranów	32,2	64,4	37,6	5,91	0,97
Marzysz	Marzysz I	14,6	29,3	17,1	2,68	0,44
	Marzysz II	15,4	30,7	17,9	2,82	0,46
	Kaczyn	6,4	12,8	7,5	1,18	0,19
	Podmarzysz	7,0	14,0	8,2	1,29	0,21
	Znojów	2,8	5,5	3,2	0,51	0,08
Mójcza	Mójcza	81,9	163,8	95,6	15,02	2,46
Niestachów	Niestachów	65,6	131,3	76,6	12,03	1,97
Niwy	Niwy	59,2	118,4	69,1	10,86	1,78
Sieraków	Sieraków	10,6	21,2	12,4	1,95	0,32
Słopiec	Słopiec Szlachecki	26,2	52,3	30,5	4,80	0,78
	Słopiec Rządowy	16,0	31,9	18,6	2,93	0,48
Smyków	Smyków	27,3	54,6	31,9	5,01	0,82
Suków	Suków	122,3	244,7	142,7	22,43	3,67
Szczecno	Szczecno	44,0	88,0	51,3	8,06	1,32
Trzemosna	Trzemosna	14,2	28,4	16,6	2,61	0,43
Widełki	Widełki	21,7	43,4	25,3	3,98	0,65
Ogółem	–	**917,0**	**1.834,1**	**1.069,9**	**168,12**	**27,51**

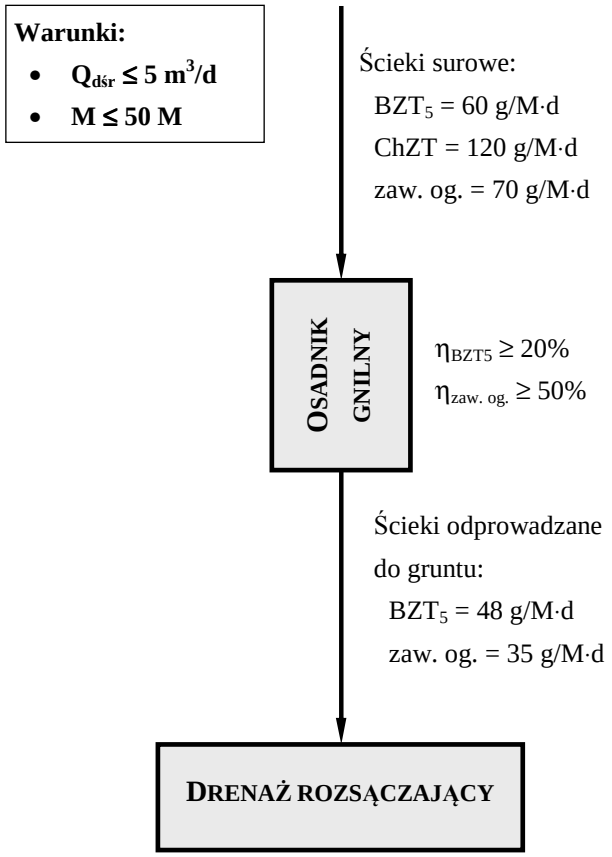
Podane wartości stężeń mogą być w rzeczywistości niższe, ze względu na dopływające wody infiltracyjne i przypadkowe.

3.2. Wymagana jakość ścieków oczyszczonych

Według rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 roku, przy ilościach ścieków nie przekraczających 5 m^3/d, tj. pochodzących najczęściej z gospodarstw domowych indywidualnych, możliwe jest odprowadzanie ścieków do gruntu za pośrednictwem drenażu rozsączającego, przy spełnieniu dwóch warunków:

1. w wyniku wstępnego oczyszczania ścieków możliwe jest obniżenie BZT_5 o nie mniej niż 20% oraz zawiesin ogólnych o nie mniej niż 50%,
2. poziom wody gruntowej, w okresie wiosennym, znajduje się nie mniej niż 1,5 m od poziomu ułożenia drenów drenażu rozsączającego; przy ułożeniu drenów 0,6÷0,9 m poniżej poziomu terenu poziom wody gruntowej nie powinien być wyższy niż 2,1÷2,4 m poniżej poziomu terenu.

Warunki jakie muszą być spełnione przy odprowadzaniu ścieków do gruntu pokazano na rys. 1.

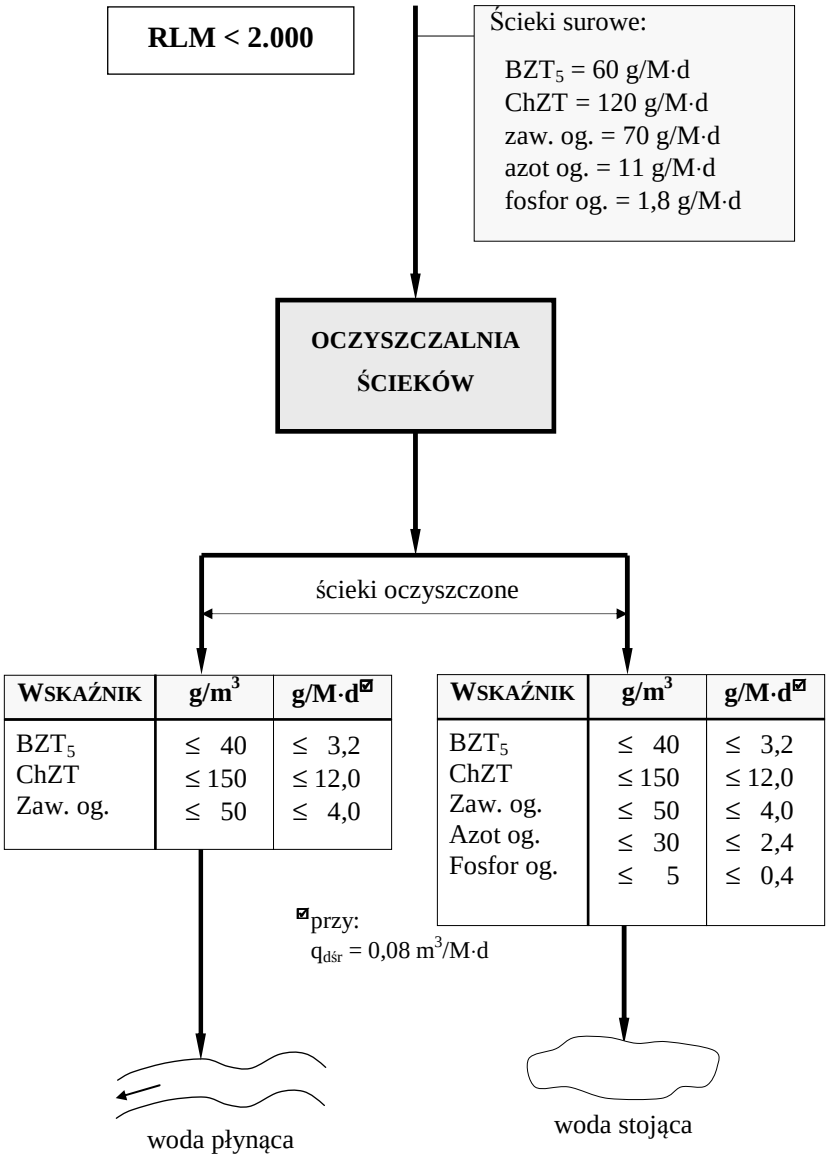


Rys. 1: Warunki odprowadzania ścieków do gruntu według rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 roku.

Przy odprowadzaniu ścieków pochodzących od nie więcej niż 2.000 mieszkańców, do wód, należy wziąć pod uwagę czy jest to woda płynąca czy też stojąca. Wówczas spełnione muszą być następujące podstawowe wymagania dotyczące stężeń zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych:

- $BZT_5 \leq 40$ g/m^3,
- ChZT ≤ 150 g/m^3,
- zawiesiny ogólne ≤ 50 g/m^3.

Oznacza to, że w przypadku wód płynących wymagane jest obniżenie tylko: BZT_5 o 94,7%, ChZT o 90% oraz stężenia zawiesin ogólnych o 94,3%. W przypadku odprowadzania ścieków do wód stojących, dodatkowo konieczne jest obniżenie stężenia azotu ogólnego o 78,2% oraz fosforu ogólnego o 77,8%. Warunki jakim powinny odpowiadać ścieki oczyszczone przedstawiono na rys. 2.

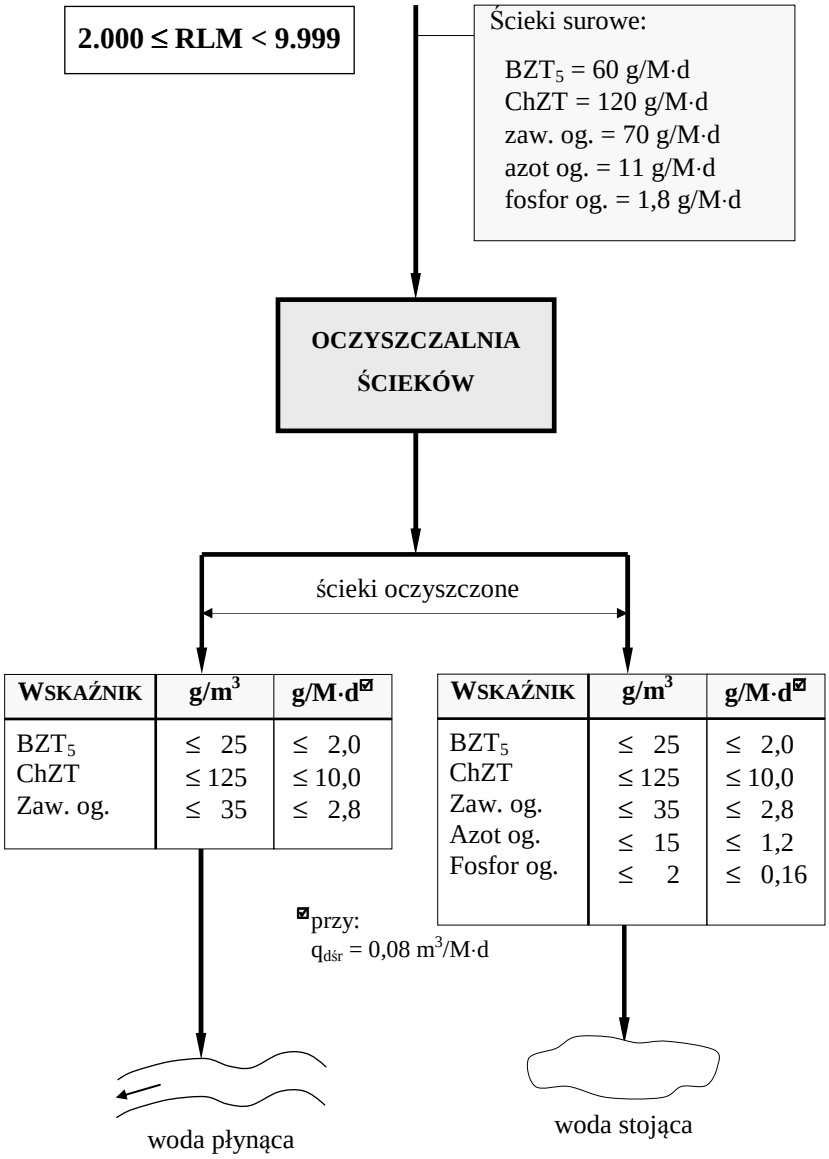


Rys. 2: Wymagania dotyczące jakości ścieków oczyszczonych odprowadzanych do wód powierzchniowych dla RLM < 2.000.

Jeżeli liczba mieszkańców obsługiwanych przez oczyszczalnię ścieków wynosi co najmniej 2.000 osób, ale jest mniejsza od 9.999 osób, to jakość ścieków oczyszczonych, odprowadzanych do wód płynących powinna spełniać następujące wymagania:

- $BZT_5 \leq 25$ g/m^3,
- ChZT ≤ 125 g/m^3,
- zawiesiny ogólne ≤ 35 g/m^3.

Wymagane jest wtedy obniżenie tylko: BZT_5 o 96,7%, ChZT o 91,7% oraz stężenia zawiesin ogólnych o 96,0% – gdy ścieki odprowadzane są do wód płynących, oraz, dodatkowo obniżenie stężenia azotu ogólnego o 89,1% oraz fosforu ogólnego o 91,1% – gdy ścieki odprowadzane są do wód stojących. Warunki jakim powinny odpowiadać ścieki oczyszczone przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3: Wymagania dotyczące jakości ścieków oczyszczonych odprowadzanych do wód powierzchniowych dla 2.000 ≤ RLM < 9.999.

4. Ogólna charakterystyka podstawowych układów kanalizacyjnych

4.1. Rozpatrywane układy kanalizacyjne

Unieszkodliwianie ścieków pochodzących z gospodarstw domowych indywidualnych może się odbywać w oczyszczalniach przydomowych z odprowadzeniem ścieków do gruntu lub do wód płynących (rzeki, potoki, rowy melioracyjne), co przedstawiono w postaci schematów A i B, pokazanych na rys. 4. W przypadku odprowadzania ścieków do gruntu odbywa się to z wykorzystaniem drenażu rozsączającego, którego długość jest zależna od warunków gruntowych (przepuszczalność gruntu), bądź też drenażu rozsączającego ścieki po wcześniejszym mechaniczno-biologicznym ich oczyszczaniu. Oczywistym jest, że w każdym przypadku pierwszym urządzeniem do którego trafiają ścieki surowe będzie osadnik gnilny pełniący rolę urządzenia do wstępnego oczyszczania ścieków i stabilizacji beztlenowej powstających osadów ściekowych.

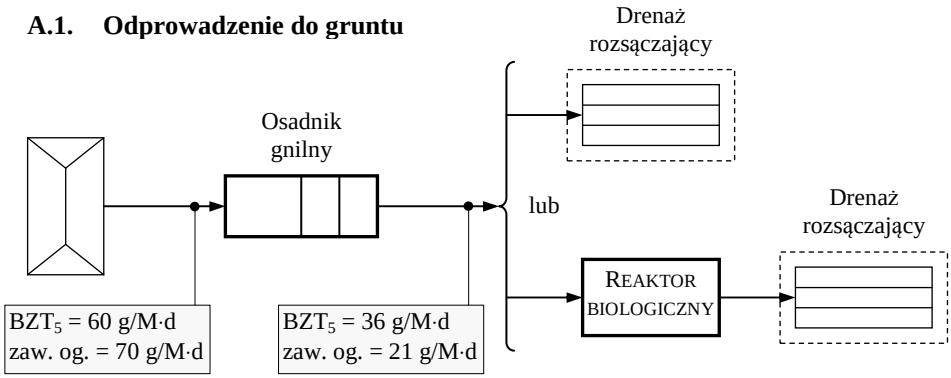
W przypadku odprowadzania do wód płynących, ścieków pochodzących z pojedynczego gospodarstwa, konieczne jest zastosowanie oprócz osadnika gnilnego, reaktora biologicznego pozwalającego na oczyszczenie ścieków w stopniu wynikającym z aktualnie obowiązujących przepisów prawnych (rys. 4 – schemat A.1 i A.2).

W wielu przypadkach charakter zabudowy na terenie wiejskiej jednostki osadniczej jest taki, że zamiast budowy przydomowych oczyszczalni ścieków przeznaczonych dla pojedynczych gospodarstw uzasadniona jest budowa wspólnej oczyszczalni ścieków dla kilku gospodarstw w zabudowie zwartej tzw. „ulicowej”. Jest to tak zwana „mała centralizacja” (rys. 4 – schemat B.). Jej zastosowanie powoduje zdecydowany spadek wartości jednostkowych nakładów inwestycyjnych odniesionych do jednego mieszkańca. „Zysk” ten jest jednak częściowo, a nawet w całości niweczony przez koszty związane z koniecznością budowy przewodu kanalizacyjnego zbierającego ścieki i doprowadzającego je do wspólnej oczyszczalni ścieków. Jeżeli w przypadku zastosowania „małej centralizacji” uzasadnione byłoby wykorzystanie drenażu rozsączającego to należy pamiętać, że jeden układ drenażowy może przyjąć ścieki w ilości nie większej od 5 m^3/d, co odpowiada łącznej liczbie mieszkańców nie większej od 5:0,0,08 = 63 mieszkańców. Należy też wziąć pod uwagę to, że sumaryczna długość drenażu nie powinna być dłuższa od 600 m, co oznacza, że jednostkowa długość drenażu (wymagana z uwzględnieniem warunków gruntowych) nie może być większa od 600:63 = 9,5 m/mieszkańca. A długość ta związana jest z charakterystyką gruntu, a zasadniczo, z jego przepuszczalnością.

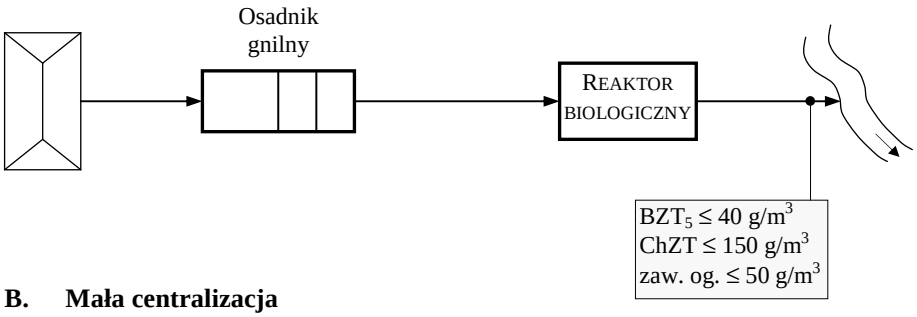
Rozwiązaniem konkurencyjnym dla przydomowych oczyszczalni ścieków, bądź też oczyszczalni wspólnych dla kilku gospodarstw położonych blisko siebie („mała centralizacja”), może się okazać zastosowanie zbiorczego systemu kanalizacyjnego obejmującego sieć kanalizacyjną oraz oczyszczalnię ścieków przeznaczoną dla wszystkich gospodarstw domowych objętych systemem (rys. 5), bądź dla kilku jednostek osadniczych – w postaci grupowej oczyszczalni ścieków (rys. 6).

A. Rozwiązanie indywidualne

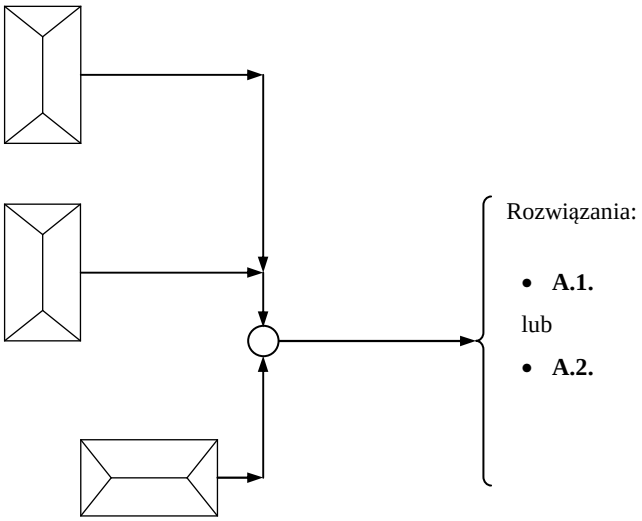
A.1. Odprowadzenie do gruntu



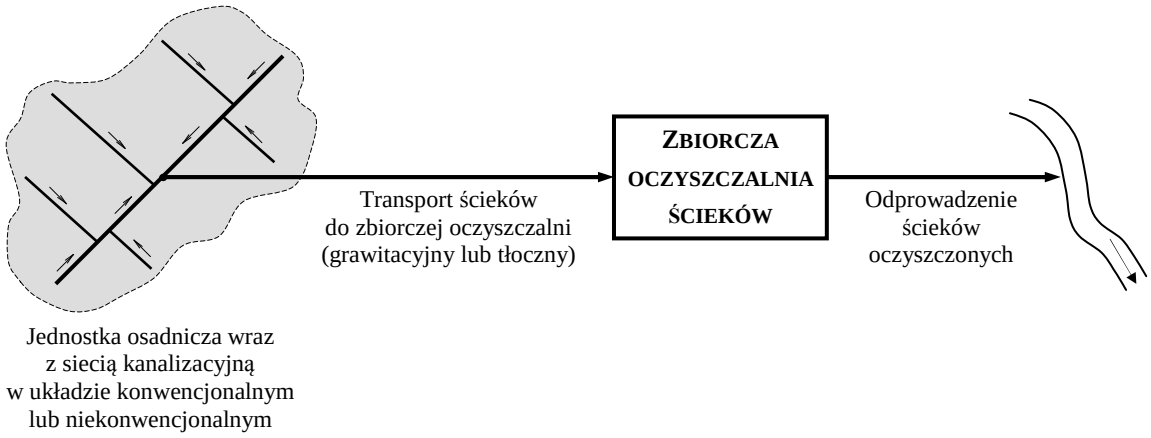
A.2. Odprowadzenie do wód płynących



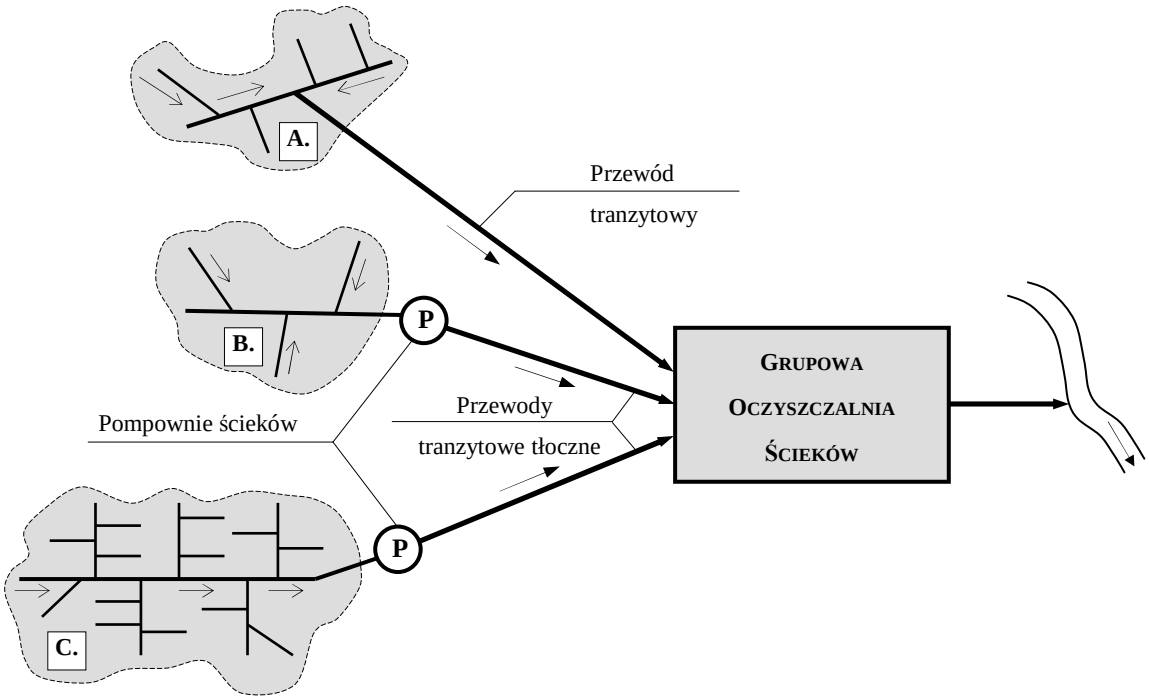
B. Mała centralizacja



Rys. 4: Generalne możliwości oczyszczania ścieków pochodzących z indywidualnych gospodarstw domowych.

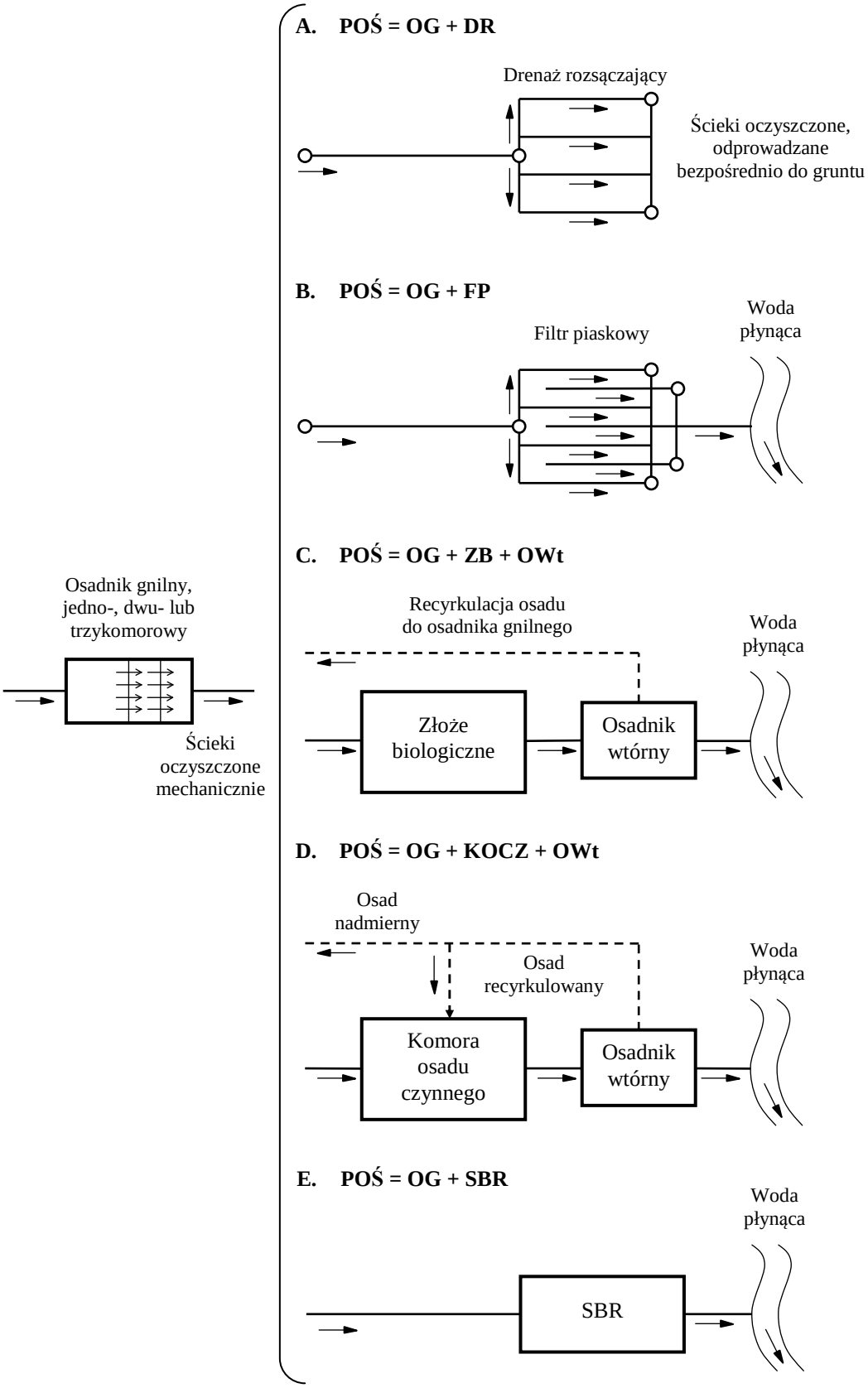


Rys. 5: Schemat zbiorczego systemu odprowadzania i oczyszczania ścieków pochodzących z wiejskich jednostek osadniczych.



Rys. 6: Schemat grupowego systemu odprowadzania i unieszkodliwiania ścieków dla wiejskich jednostek osadniczych A, B i C.

W niniejszym opracowaniu, przy wyborze rozwiązań technologicznych oczyszczalni ścieków, wzięto pod uwagę następujące parametry: możliwości odprowadzania ścieków do gruntu lub do wód płynących, ukształtowanie terenu, wymagania dotyczące ochrony szczególnej wybranych obszarów gminy (np. zbiorniki wód podziemnych, obszary chronionego krajobrazu, parki krajobrazowe, specjalne obszary ochrony, strefy ochrony ujęcia wód, itd.) oraz przyjęty przez gminę podział na obszary funkcjonalne struktury przestrzennej gminy.



Rys. 7: Schematy technologiczne przydomowych oczyszczalni ścieków.

Ostatecznie do rozważań, niezależnie od zasięgu działania oczyszczalni ścieków, przyjęto następujące układy technologiczne przydomowych oczyszczalni ścieków i/lub zbiorczych bądź grupowych oczyszczalni ścieków (rys. 7):

A. Osadnik gnilny (OG) współpracujący z drenażem rozsączającym (DR) i odprowadzeniem ścieków do gruntu:

POŚ = OG + DR → GRUNT

B. osadnik gnilny (OG) współpracujący z filtrem piaskowym o przepływie pionowym (FP) i odprowadzeniem ścieków do wody płynącej:

POŚ = OG + FP → WODA PŁYNĄCA

C Osadnik gnilny (OG) współpracujący ze złożem biologicznym (ZB) i osadnikiem wtórnym (OWT) i odprowadzeniem ścieków do wody płynącej:

POŚ = OG + ZB + OWT → WODA PŁYNĄCA

D Osadnik gnilny (OG) współpracujący z komorą osadu czynnego (KOCZ) i osadnikiem wtórnym (OWT) i odprowadzeniem ścieków do wody płynącej:

POŚ = OG + KOCZ + OWT → WODA PŁYNĄCA

E Osadnik gnilny (OG) współpracujący z komorą osadu czynnego w postaci reaktora sekwencyjnego (SBR) i odprowadzeniem ścieków do wody płynącej:

POŚ = OG + SBR → WODA PŁYNĄCA

W przypadku zbiorczych bądź grupowych oczyszczalni ścieków nie są stosowane osadniki gnilne a ich funkcję przejmuje część mechaniczna, w skład której wchodzi: krata i piaskownik oraz, w uzasadnionych przypadkach, osadnik wstępny. W urządzeniach tych zatrzymywane są skratki, zawiesina mineralna (piasek) oraz łatwoopadająca zawiesina organiczna.

4.2. Zasady doboru urządzeń

4.2.1. Osadniki gnilne

Osadnik gnilny jest podstawowym urządzeniem stosowanym w przydomowych oczyszczalniach ścieków. W urządzeniu tym zachodzą procesy sedymentacji i flotacji zanieczyszczeń zawartych w ściekach oraz fermentacji osadu.

W osadniku gnilnym zachodzi sedymentacja cząstek o gęstości większej od gęstości wody oraz flotacja cząstek o gęstości mniejszej od gęstości wody. Pierwsze z wymienionych zanieczyszczeń tworzą osad a drugie – kożuch. Gromadzony osad ulega stabilizacji biologicznej w warunkach beztlenowych, znanej powszechnie jako fermentacja psychrofilowa, zachodząca w temperaturze 8÷12 ^{O}C i trwająca 90÷120 i więcej dni. Ta ostatnia informacja wskazuje na to, że częściej niż dwa razy w roku. Przefermentowany osad, łącznie z kożuchem, jest usuwany przez tabor asenizacyjny i wywożony do najbliższej oczyszczalni ścieków gdzie poddawany jest procesom przeróbki i unieszkodliwiania.

Podstawowe zalety osadników gnilnych to: prostota konstrukcji, montażu i obsługi oraz względnie niskie nakłady inwestycyjne i bardzo niskie koszty eksploatacji. Jedyną wadą jest konieczność okresowego usuwania osadów, ale osadów ustabilizowanych a za tym nie stanowiących zagrożenia dla środowiska.

Osadniki gnilne mogą być wykonywane w konstrukcji żelbetowej lub z tworzyw sztucznych, jako zbiorniki dwu- lub trzykomorowe. Osadniki z tworzyw sztucznych oferowane są przez wiele firm oferujących dostawę przydomowych oczyszczalni ścieków. W przypadku osadników dwukomorowych obowiązuje zasada, że stosunek pojemności komór wynosi 2:1, natomiast w przypadku osadników trzykomorowych 2:1:1.

Według DIN 4261[3] osadniki gnilne mogą być wykorzystywane zarówno do wstępnego mechanicznego oczyszczania ścieków i fermentacji osadów, jak i do biologicznego oczyszczania ścieków w warunkach beztlenowych. W pierwszym przypadku norma zaleca, aby jednostkową pojemność osadnika przyjmować jako 0,3 m^3/M, jednakże z wymaganiem, żeby ogólna pojemność osadnika nie była mniejsza niż 3 m^3. Dodatkowo norma informuje, że do 4 m^3 należy stosować osadniki dwukomorowe, natomiast powyżej tej pojemności – trzykomorowe. Jeżeli osadniki gnilne byłyby stosowane do biologicznego oczyszczania ścieków w warunkach beztlenowych, to jednostkowa pojemność osadnika powinna wynosić 1,5 m^3/M, a całkowita objętość nie może być mniejsza niż 6 m^3. Osadniki te powinny być budowane, jako co najmniej trzykomorowe.

Ścieki do osadnika należy doprowadzić przewodem średnicy 150 mm, przy czym przewód doprowadzający powinien być wyniesiony o około 100 mm powyżej maksymalnego zwierciadła ścieków w osadniku.

Norma DIN 4261 precyzuje sposób połączenia komór przy założeniu, aby do przepływających ścieków nie przedostawały się ani zanieczyszczenia flotujące, ani osad. W przegrodach należy umieszczać szczeliny przepływowe, których powierzchnia powinna wynosić od 175 do 300 cm^2, a ich szerokość nie powinna być większa od 15 mm.

Odpływ ścieków z osadnika musi być chroniony przed wypłynięciem kożucha.

Zgodnie z przywoływaną tu normą napełnienie (H) osadnika gnilnego zależy od objętości czynnej osadnika; i tak dla osadników o pojemności 3÷4 m^3 – wysokość $H \leq 1,2$ m, zaś dla osadnika o pojemności 4÷10 m^3 – $H \leq 2,2$ m.

Francuskie Ministerstwo Ochrony Środowiska[4], proponuje, aby pojemność osadnika gnilnego określić na podstawie ilości gromadzącego się osadu. Orientacyjnie można przyjąć, że dobowa masa osadu wynosi 25 g s.m./M·d. W wielkości tej uwzględniono tworzący się osad zmineralizowany w ilości 35 g s.m./M·d i stratę w wysokości 10 g s.m./M·d spowodowaną unoszeniem części osadu w cieczy wypływającej z osadnika. Przy założeniu, że stężenie zawiesin w osadniku wynosi 50 g/dm^3 można przewidzieć, że przestrzeń zajmowana przez osad będzie równa

[3] DIN 4261. Kleinkläranlagen. Juni 1994.
[4] Asenizacja indywidualna. Zeszyty Techniczne Francuskiego Ministerstwa Ochrony Środowiska. Warszawa 1982.

ok. 0,5 dm^3/M·d. Dla rodziny czteroosobowej objętość osadu po roku wyniesie: 0,5·4·365 = 730 dm^3. Przy częstotliwości opróżniania osadnika z osadu – co około dwa lata – i maksymalnym wypełnieniu osadnika osadem – do połowy – wynika, że dla czterech mieszkańców jego pojemność powinna wynosić ok. 3 m^3. Zalecenia dotyczące pojemności osadników gnilnych zestawiono w tabeli 3.

Tabela nr 3: Zalecenia dotyczące wymiarowania osadników gnilnych dla 4÷8 mieszkańców, opracowane przez Francuskie Ministerstwo Ochrony Środowiska

Liczba izb w domu	2	3	4
Liczba mieszkańców	4	6	8
Pojemność osadnika, dm^3	2.840	3.410	3.790
• komora 1 (66%)	1.890	2.370	2.520
• komora 2 (33%)	950	1.040	1.270
Głębokość użytkowa, m	1,22	1,22	1,22
Maksymalna wysokość warstwy osadu w pierwszej komorze, m	0,97	1,04	1,07
Objętość osadu, dm^3	1.500	1.940	1.995
Czas między kolejnymi opróżnieniami w latach	5	4,2	3,6

Ogólne zalecenia dotyczące projektowania i doboru osadników gnilnych do wstępnego oczyszczania ścieków oraz fermentacji osadu, przy założeniu usuwania osadu jeden raz w roku, zaleca się przyjmować:

- jednostkowa pojemność czynna v = 0,4÷0,5 m^3/M, przy czym wartość 0,5 m^3/M zaleca się przyjmować dla nie więcej niż 6 mieszkańców, natomiast wartość 0,4 m^3/M dla M > 6 mieszkańców,
- minimalna pojemność czynna osadnika – 2 m^3.

Przy zachowaniu podanych wyżej parametrów można przyjąć, że efekty oczyszczania nie będą mniejsze od: 40% w stosunku do BZT_5 oraz 75% – w stosunku do zawiesin ogólnych. Wynika z tego, że ścieki będą spełniać wymagania rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 roku, w odniesieniu do ścieków odprowadzanych do drenażu rozsączającego a następnie do gruntu.

Ścieki odpływające z osadnika gnilnego będą się charakteryzować następującymi jednostkowymi ładunkami zanieczyszczeń:

- BZT_5 = 60·(1-0,4) = 36 g/M·d
- zawiesiny ogólne = 70·(1-0,75) = 17,5 g/M·d.

Jednostkowa sucha masa osadu wstępnego zatrzymanego w osadniku gnilnym wyniesie:

$$g_{OWs} = 70 \cdot 0{,}75 = 52{,}5 \text{ g s.m./M·d.}$$

4.2.2. Drenaż rozsączający

Drenaż rozsączający stanowi układ podziemnych perforowanych drenów, wprowadzających mechanicznie oczyszczone ścieki do gruntu w celu dalszego ich biologicznego oczyszczania. Ścieki infiltrujące przez porowaty grunt są oczyszczane w wyniku zachodzących procesów fizycznych, biologicznych i chemicznych. Adsorpcja zanieczyszczeń na powierzchni cząstek gruntu powoduje intensywny rozwój mikroorganizmów tworzących tzw. błonę biologiczną. Mikroorganizmy te powodują rozkład zanieczyszczeń organicznych na stałe i gazowe produkty nieorganiczne oraz na masę komórkową. Jednocześnie w gruncie zachodzą chemiczne reakcje strącania zanieczyszczeń nieorganicznych, które w zależności od panujących w środowisku warunków (pH, zawartość tlenu w gruncie) mogą być gromadzone lub wymywane. W końcowym efekcie, w gruncie odbierającym ścieki, tworzy się wokół jego cząstek warstwa biochemiczna zwana biomatą. Biomata działa zatem tak jak filtr mechaniczny i biologiczny. W dłuższym okresie eksploatacji drenażu rozsączającego następuje wzrost grubości biomaty, co może zmniejszyć szybkość przepływu ścieków, a nawet ograniczyć możliwość ich odprowadzania do gruntu. Z tego też względu zaleca się stosowanie symultanicznego doprowadzania mechanicznie oczyszczonych ścieków tak, aby zmniejszyć warstwę biologiczną oraz stworzyć warunki do właściwej infiltracji ścieków. Według Metcalfa i Eddy'ego[5] przed właściwym drenażem rozsączającym, a po osadnikach gnilnych, zaleca się stosowanie urządzeń dawkujących ścieki, przy czym w przypadku małych przydomowych oczyszczalni mogą to być dawkowniki syfonowe, natomiast w przypadku oczyszczalni przeznaczonych dla kilku domów – małe urządzenia pompowe z zastosowaniem pomp zatapialnych. Urządzenie dawkujące może być wbudowane w osadnik gnilny.

Projektując drenaż rozsączający należy pamiętać, że w istocie urządzenie to składa się z dwóch podstawowych elementów, a mianowicie z układu rowów, w których ułożone są dreny z obsypką (warstwa rozsączająca) oraz warstwy rodzimego gruntu położonego poniżej tych rowów. Właśnie ta druga warstwa decyduje o wymiarach drenażu i sposobie jego ułożenia, a przede wszystkim daje podstawę do określenia najistotniejszego parametru, jakim jest obciążenie hydrauliczne drenów, wyrażone w $dm^3/m \cdot d$. Określenie dopuszczalnego hydraulicznego obciążenia drenów wymaga przeprowadzenia każdorazowo badań gruntowych, których celem jest określenie rodzaju gruntu, a właściwie jego przepuszczalności. Przepuszczalność gruntu musi być ustalona na podstawie badań gruntowych, które powinny obejmować badanie położenia zwierciadła wody gruntowej, krzywej przesiewu oraz testu infiltracji, zwanego testem Porcheta lub testem perkolacyjnym.

Wybór sposobu przeprowadzania testu perkolacyjnego zależy tylko od jego wykonawcy. Należy jednak pamiętać, że wynik testu powinien być w każdym przypadku interpretowany zgodnie z zaleceniami wynikającymi z metodyki jego przeprowadzania. Warto również zwrócić uwagę na to, że ze względu na zazwyczaj dość znaczną powierzchnię przeznaczoną pod drenaż, właściwe jest

[5] Metcalf and Eddy: Wastewater Engineering. Treatment, Disposal, Reuse. Third edition. McGraw Hill. New York 1991.

wykonanie kilku badań w różnych miejscach, przeznaczonych pod lokalizację drenażu. Jeżeli w badanym gruncie wyniki testów są bardzo rozbieżne, to do ustalenia wymaganej długości drenów należy przyjąć najgorsze warunki gruntowe i wynikające z tego najmniejsze obciążenie drenów.

Jednostkową długość drenów tworzących drenaż rozsączający można określić ze wzoru:

$$l_M = \frac{q_{d\,max}}{q_d} \qquad (1)$$

gdzie:

l_M : jednostkowa długość drenów, m/M,

q_{dmax} : jednostkowa maksymalna dobowa ilość ścieków, $dm^3/M \cdot d$; przyjmując współczynnik nierównomierności dobowej spływu ścieków $N_d = 1,3$:

$$q_{dmax} = q_{dśr} \cdot N_d = 80 \cdot 1,3 = 104\ dm^3/M \cdot d,$$

q_d : dopuszczalne obciążenie drenów, zależne od kategorii gruntu, $dm^3/m \cdot d$.

Wartości q_d oraz wynikające z tego wartości l_M można przyjmować następująco:

A. dla gruntu o bardzo dobrej przepuszczalności (pospółka, żwir, piasek gruboziarnisty):
- $q_d = 15 \div 25\ dm^3/m \cdot d$ – średnio: $q_d = 20\ dm^3/m \cdot d$,
- $l_M = 6,9 \div 4,2$ m/M – średnio: $l_M \cong 5,6$ m/M,

B. dla gruntu o dobrej przepuszczalności (piaski średnio- i gruboziarniste, piasek gliniasty):
- $q_d = 12 \div 20\ dm^3/m \cdot d$ – średnio: $q_d = 16\ dm^3/m \cdot d$,
- $l_M = 8,7 \div 5,2$ m/M – średnio: $l_M \cong 7,0$ m/M,

Według wspomnianych zaleceń normy francuskiej jednostkową długość drenażu należy przyjmować: $l_M = 8$ m/M – dla gruntów piaszczystych o bardzo dobrej przepuszczalności oraz $l_M = 12$ m/M – dla gliny piaszczystej o umiarkowanej przepustowości.

Natomiast norma niemiecka DIN 4261 zaleca aby jednostkową długość drenażu przyjmować: $l_M = 10$ m/M – układanych w żwirze lub piasku oraz $l_M = 15$ m/M – w piasku gliniastym.

Zaleca się aby długość jednego ciągu drenażowego nie przekraczała 20 m. Odległość między ciągami drenażowymi nie powinna być mniejsza od 1 m dla gruntów o bardzo dobrej przepuszczalności oraz od 1,5 m – dla gruntów o umiarkowanej przepuszczalności.

Warstwa rozsączająca otaczająca dreny oraz umieszczona poniżej, powinna być wykonana ze żwiru o uziarnieniu 12÷32 mm i całkowitej wysokości 0,3 m oraz z piasku o wysokości 0,1 m.

4.2.3. Filtr piaskowy

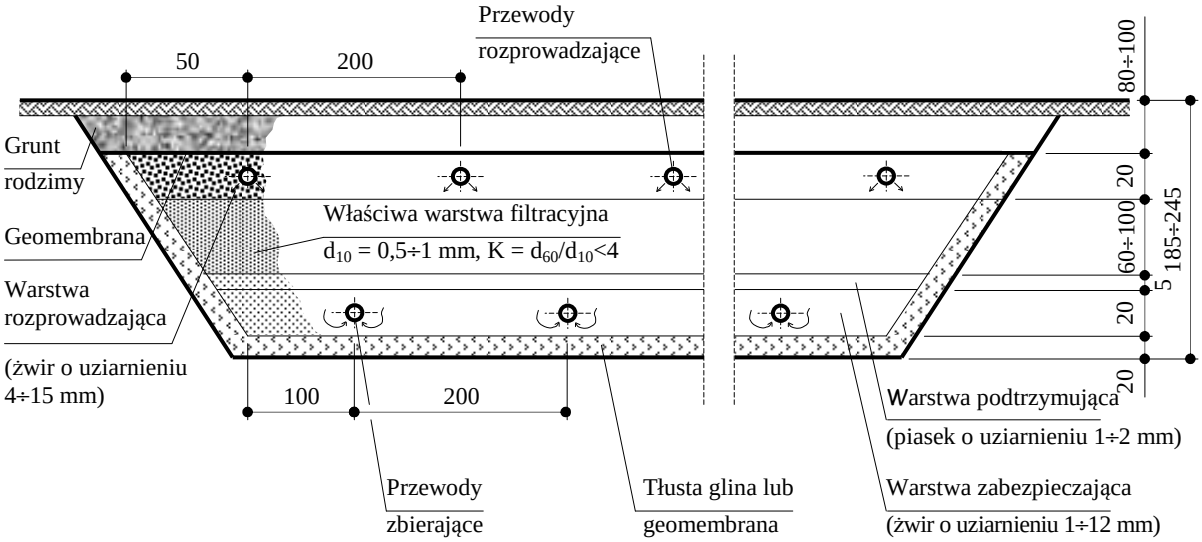
Filtry piaskowe stosowane są jako II stopień oczyszczania ścieków po osadnikach gnilnych lub osadnikach Imhoffa. W tym przypadku ścieki oczyszczone odprowadzane są zazwyczaj do wód powierzchniowych, ale mogą być również odprowadzane do gruntu przez studnię chłonną.

Istota działania filtrów piaskowych polega na okresowym doprowadzaniu ścieków do złoża filtracyjnego, w którym pod wpływem procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych następuje

oczyszczanie ścieków z zanieczyszczeń stałych, koloidalnych i rozpuszczonych. Drobne zawiesiny stałe i koloidalne są adsorbowane na powierzchni materiału złoża filtracyjnego. Dużą rolę odgrywają również procesy biologiczne. Mikroorganizmy rozwijające się w złożu powodują rozkład substancji organicznych w warunkach tlenowych oraz przemianę amoniaku w azotany (nitryfikacja). W złożu filtracyjnym może również zachodzić proces denitryfikacji w niedotlenionych częściach wypełnienia filtru.

W praktyce najczęściej stosowane są filtry piaskowe z pionowym przepływem ścieków z okresowym zalewaniem ściekami doprowadzanymi z urządzenia dawkującego lub pompowego. Dawkowniki grawitacyjne są najczęściej wyposażone w urządzenie wywrotne. Po napełnieniu odpowiednią ilością ścieków następuje przechylenie naczynia i wylanie ścieków do komory dawkownika, z której powinny odpływać do studzienki rozdzielczej na poszczególne dreny rozprowadzające. Dawkowniki pompowe to po prostu zminiaturyzowane pompownie ścieków, wyposażone w pompy zatapialne o małej wydajności.

Budowę filtru piaskowego ze wskazaniem wszystkich elementów składowych pokazano na rys. 8. W jego skład wchodzą następujące elementy:



Rys. 8: Przekrój poprzeczny filtru piaskowego o przepływie pionowym (wymiary w cm).

- układ perforowanych przewodów rozprowadzających ułożony w górnej części filtru i obsypanych żwirem,
- właściwa warstwa filtracyjna,
- żwirowa warstwa podtrzymująca,
- układ perforowanych przewodów zbierających, ułożonych w dolnej części filtru i obsypanych żwirem.

Najważniejsze zalecenia dotyczące budowy filtrów piaskowych to:

- jednostkowa długość filtru piaskowego, równa długości perforowanego przewodu rozprowadzającego, nie może być mniejsza od 6 m/M,
- maksymalna długość filtru piaskowego nie powinna przekraczać 30 m,
- przewody rozprowadzające i zbierające należy wykonać z rur średnicy 100 mm,
- warstwa filtracyjna powinna mieć grubość nie mniejszą niż 0,6 m i należy ją wykonać z piasku gruboziarnistego i grubego żwiru,
- jeżeli konieczne jest ułożenie dwóch lub więcej przewodów rozprowadzających, to odległość między nimi nie powinna być mniejsza od 1 m.

Stosując filtry piaskowe pionowe dla kilku domów położonych blisko siebie należy się liczyć z koniecznością ułożenia kilku drenów rozprowadzających i kilku zbierających. Jeżeli liczba drenów rozprowadzających jest ≥ 2, to liczba drenów zbierających powinna być o jeden mniejsza. Odległość między drenami powinna wynosić 1,2÷2,0 m.

Ściany i dno wykopu pod filtr piaskowy należy zabezpieczyć geomembraną, geowłókniną lub ekranem z ubitej gliny o grubości ok. 0,2 m.

Szczegółowe wytyczne dotyczące uziarnienia warstwy filtracyjnej są następujące:

- grubość warstwy filtracyjnej 0,6÷0,9 m,
- średnica miarodajna ziaren złoża d_{10} = 0,5÷1,0 mm,
- współczynnik nierównomierności uziarnienia $K = d_{60}/d_{10} < 4$.

Materiał filtracyjny powinien być przemyty i nie powinien zawierać więcej niż 1% substancji organicznych.

Do ustalania wymiarów filtru piaskowego zaleca się przyjmować następujące parametry projektowe:

- obciążenie hydrauliczne powierzchni:

$$q_F \leq 40\ dm^3/m^2 \cdot d, \qquad (2)$$

- obciążenie powierzchni ładunkiem zanieczyszczeń organicznych:

$$A_F = 5\ g\ BZT_5/m^2 \cdot d, \qquad (3)$$

Przyjmując za podstawę:

- jednostkową maksymalną dobową ilość ścieków q_{dmax} = 0,104 m^3/M·d, oraz,
- jednostkowy ładunek zanieczyszczeń organicznych w ściekach po oczyszczaniu mechanicznym S_p = 60·(1-0,4) = 36 g BZT_5/M·d,

otrzymuje się, następujące wymagane jednostkowe powierzchnie filtracyjne, filtrów piaskowych pionowych:

- z warunku (2):

$$F_m \geq \frac{0{,}104 \cdot 1000}{40} = 2{,}6\ m^2/M$$

- z warunku (3):

$$F_m \geq \frac{36}{5} = 7{,}2 \ \ m^2/M.$$

Wynika stąd jednoznaczny wniosek, że jednostkowa powierzchnia filtru piaskowego o pionowym przepływie ścieków nie powinna być mniejsza niż 7,2 m^2/M.

4.2.4. Złoże biologiczne

Złoża biologiczne są urządzeniami do tlenowego rozkładu biochemicznego zanieczyszczeń organicznych zawartych w ściekach. Zasadniczym elementem złoża jest materiał, na którego powierzchni rozwija się śluzowata błona, zwana biologiczną, składająca się z mikroorganizmów roślinnych i zwierzęcych, głównie bakterii. Mikroorganizmy te wykorzystując zanieczyszczenia jako pokarm, rozkładają substancje organiczne zawarte w ściekach kontaktujących się z błoną biologiczną.

Oczyszczanie ścieków z zastosowaniem złóż biologicznych przebiega w dwóch etapach. W pierwszym następuje sorpcja zanieczyszczeń organicznych, zawartych w ściekach, na powierzchni błony biologicznej, a następnie wykorzystanie zanieczyszczeń jako pokarmu przez mikroorganizmy zasiedlające błonę. Towarzyszy temu przyrost masy błony oraz usunięcie zanieczyszczeń ze ścieków. Spływ ścieków po powierzchni błony biologicznej powoduje również mechaniczne odrywanie jej nadmiaru od powierzchni materiału złoża. Odpływem ze złoża jest, więc mieszanina ścieków oczyszczonych z kawałkami oderwanej błony biologicznej. Drugim etapem oczyszczania ścieków z zastosowaniem złóż biologicznych jest oddzielanie kawałków błony biologicznej od oczyszczonych ścieków. Zazwyczaj odbywa się to w wyniku sedymentacji w osadnikach wtórnych, aczkolwiek oddzielanie to może następować też na mikrolitach.

Procesy biochemicznego rozkładu substancji organicznych, zawartych w ściekach doprowadzanych do złoża, przebiegają w warunkach tlenowych i są połączone z wydzielaniem gazowych produktów przemian biochemicznych. Wymaga to zapewnienia dopływu do błony biologicznej odpowiedniej ilości tlenu z powietrza atmosferycznego oraz usunięcia gazowych produktów przemian biochemicznych. Realizacja procesu biochemicznego rozkładu zanieczyszczeń przez błonę biologiczną złoża wymaga, zatem zapewnienia kontaktu ścieków z błoną przy praktycznie jednoczesnym dopływie tlenu z powietrza atmosferycznego.

Ścieki poddawane oczyszczaniu w złożach biologicznych są wstępnie oczyszczane mechanicznie. W przypadku przydomowych oczyszczalni ścieków rolę urządzenia do wstępnego oczyszczania pełni osadnik gnilny.

Jak wynika z przedstawionego opisu procesu biochemicznego rozkładu zanieczyszczeń w złożach biologicznych, techniczna realizacja procesu wymaga zastosowania złoża biologicznego i osadnika wtórnego, połączonych ze sobą hydraulicznie i współpracujących technologicznie. Zazwyczaj oprócz tych dwóch urządzeń stosuje się jeszcze urządzenia do zawracania (recyrkulacji) części oczyszczanych ścieków. Celem recyrkulacji jest zmniejszenie stężenia zanieczyszczeń

w ściekach doprowadzanych do złoża lub uzyskanie takiego obciążenia hydraulicznego powierzchni złoża ściekami, aby możliwe było zrywanie części błony biologicznej. Taki zestaw urządzeń, tj. złoże biologiczne, osadnik wtórny i urządzenie do recyrkulacji, jest niezależny od wielkości oczyszczalni ścieków, a zatem obowiązuje również w przypadku przydomowych oczyszczalni ścieków.

O efektywności działania zraszanych złóż biologicznych decydują niżej podane parametry technologiczne[6]:

A. Obciążenie złoża ładunkiem zanieczyszczeń organicznych, A w kg $BZT_5/m^3 \cdot d$.

Wartość tego parametru decyduje o objętości wypełnienia złoża biologicznego, bowiem:

$$V_w = \frac{Ł_{BZT_5}}{A} \qquad (4)$$

gdzie:

V_w : objętość wypełnienia złoża, m^3,

$Ł_{BZT5}$: ładunek zanieczyszczeń organicznych (wyrażony przez BZT_5) w ściekach doprowadzanych do złoża, obejmujący ładunek w ściekach odpływających z osadnika wstępnego oraz ładunek w ściekach recyrkulowanych, kg BZT_5/d.

B. Obciążenie hydrauliczne powierzchni złoża, q w $m^3/m^2 \cdot h$.

Wartość tego parametru pozwala na określenie wymaganej powierzchni złoża, albowiem:

$$F_Z = \frac{Q_{ob}}{q} \qquad (5)$$

gdzie:

F_Z : wymagana powierzchnia złoża biologicznego, m^2,

Q_{ob} : obliczeniowy przepływ ścieków obejmujący ścieki odpływające z osadnika wstępnego i ścieki recyrkulowane, m^3/h.

C. Rodzaj wypełnienia, a szczególnie jego powierzchnia właściwa, tj. jego powierzchnia rozwinięta przypadająca na 1 m^3 objętości wypełnienia, F_w w m^2/m^3.

D. Wysokość wypełnienia, H_w w m, zależna przede wszystkim od rodzaju wypełnienia oraz wartości BZT_5 w ściekach doprowadzanych do złoża, tj. w mieszaninie ścieków po osadniku wstępnym oraz ścieków recyrkulowanych.

E. Stopień recyrkulacji, R ścieków wyrażający stosunek ilości ścieków recyrkulowanych Q_R do ilości ścieków dopływających z osadnika wstępnego Q:

$$R = \frac{Q_R}{Q} \qquad (6)$$

F. Temperatura panująca w złożu, ^{O}C, zależna od temperatury ścieków oraz od temperatury zewnętrznej powietrza.

[6] Heidrich Z., Witkowski A.: Urządzenia do oczyszczania ścieków. Wydawnictwo Seidel-Przywecki. Warszawa 2005.

G. Efektywność oczyszczania ścieków, η, która może być odniesiona do różnych wskaźników zanieczyszczeń, ale przede wszystkim do wartości BZT_5.

Wytyczna ATV A281P[7] zaleca, aby powierzchnia właściwa wypełnienia nie była wyższa od 150 m^2/m^3 ($F_w \leq 150\ m^2/m^3$). Wspomniana wytyczna zaleca też, aby dla zapewnienia właściwego efektu oczyszczania wartość BZT_5 ścieków wprowadzanych do złoża nie była wyższa od 150 g/m^3. Narzuca to konieczność znacznej recyrkulacji ścieków oczyszczonych pobranych z osadnika wtórnego i podawanych przed złoże biologiczne. Stopień recyrkulacji wyrażony wzorem (6) można też określić posługując się wzorem:

$$R = \frac{s \cdot (1 - \eta_m) - s_p}{s_p - s_k} \qquad (7)$$

gdzie:

s : jednostkowy ładunek BZT_5 w ściekach dopływających do oczyszczalni, g BZT_5/M·d; zgodnie ze wcześniejszymi zaleceniami s = 60 g BZT_5/M·d,

η_m : sprawność działania osadnika gnilnego w odniesieniu do BZT_5; zaleca się przyjmować η_m = 0,4 (40%):

$$s \cdot (1 - \eta_m) = 60 \cdot (1 - 0{,}4) = 36 \text{ g } BZT_5/M \cdot d, \qquad (8)$$

s_p : jednostkowy ładunek BZT_5 w ściekach dopływających do złoża biologicznego, g BZT_5/M·d; przyjmując, że stężenie zanieczyszczeń w ściekach dopływających do złoża nie może być wyższe od 150 g BZT_5/m^3 a jednostkowa ilość ścieków wynosi 0,08 m^3/M·d, to:

$$s_p = s^p_{BZT_5} \cdot q = 150 \cdot 0{,}08 = 12{,}0 \text{ g } BZT_5/M \cdot d, \qquad (9)$$

s_k : jednostkowy ładunek BZT_5 w ściekach odprowadzanych do odbiornika, g BZT_5/M·d; przyjmując, że zgodnie z cytowanym już rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r., stężenie zanieczyszczeń nie może być wyższe od:

- 40 g BZT_5/m^3 – dla RLM < 2.000 M, oraz
- 25 g BZT_5/m^3 – dla RLM w przedziale: 2.000÷9.999 M,

to, odpowiednio:

$$s_k = s^k_{BZT_5} \cdot q = 40 \cdot 0{,}08 = 3{,}2 \text{ g } BZT_5/M \cdot d,$$

oraz,

$$s_k = s^k_{BZT_5} \cdot q = 25 \cdot 0{,}08 = 2{,}0 \text{ g } BZT_5/M \cdot d,$$

Przy takich założeniach wartość R, ze wzoru (7), wyniesie (odpowiednio dla obsługiwanej liczby RLM):

$$R = \frac{60 \cdot (1 - 0{,}4) - 12{,}0}{12{,}0 - 3{,}2} \cong 2{,}73 \mapsto 273\% \qquad (10)$$

[7] ATV-DVWK-A281P. *Wymiarowanie złóż zraszanych i zanurzanych.* Wydawnictwo Seidel-Przywecki. Warszawa 2001.

oraz

$$R = \frac{60 \cdot (1 - 0{,}4) - 12{,}0}{12{,}0 - 2{,}0} \cong 2{,}4 \mapsto 240\% \qquad (11)$$

Zgodnie z cytowaną już wytyczną ATV-A281P, stopień recyrkulacji nie powinien być wyższy, od R = 1 (100%).

Podstawowe parametry technologiczne, wymienione już wcześniej, zaleca się przyjmować[8]:

- Obciążenie objętości złoża ładunkiem związków organicznych, dla jednostek osadniczych o liczbie mieszkańców $50 \le M \le 1.000$:

  $$A = 0{,}2 \div 0{,}4 \text{ kg } BZT_5/m^3 \cdot d,$$

  przy czym im mniejsza jednostka osadnicza tym niższa wartość tego parametru; dla przydomowych oczyszczalni ścieków wartość tego parametru powinna wynosić:

  $$A = 0{,}2 \text{ kg } BZT_5/m^3 \cdot d.$$

  Przyjmując jak poprzednio, że jednostkowy ładunek w ściekach dopływających do złoża, po zmieszaniu ze ściekami recyrkulowanymi wynosi:

  $$s_p = 12{,}0 \text{ g } BZT_5/m^3 \cdot d = 0{,}012 \text{ kg } BZT_5/m^3 \cdot d,$$

  to jednostkowa objętość wypełnienia powinna wynosić:

  $$v_M = \frac{s_p}{A} = \frac{0{,}012}{0{,}2} = 0{,}06 \ m^3/M.$$

- Obciążenie hydrauliczne powierzchni złoża, przy stosowaniu wypełnień z tworzyw sztucznych, nie powinno być mniejsze, od $q = 0{,}8 \ m^3/m^2 \cdot h$, przy czym dla małych jednostek osadniczych dopuszcza się wartość tego parametru $q = 0{,}4 \div 0{,}8 \ m^3/m^2 \cdot h$; przyjmując, że maksymalna godzinowa ilość ścieków wynosi $0{,}008 \ m^3/M \cdot h$ a stopień recyrkulacji 1,0, to jednostkowa powierzchnia złoża powinna wynosić:

  $$f_M = \frac{0{,}015 \cdot (1 + 1{,}0)}{0{,}8} \cong 0{,}0375 \ m^2/M.$$

- Wysokość wypełnienia złoża, wynika z ilorazu:

  $$H = \frac{v_M}{f_M},$$

  co przy obliczonych wyżej wartościach v_M oraz f_M odpowiada wartości:

  $$H = \frac{0{,}06}{0{,}0375} = 1{,}6 \text{ m};$$

  (dla $q = 0{,}4 \ m^3/m^2 \cdot h$, wartość $h = 1{,}6$ m); zaleca się, aby wysokość wypełnienia zawierała się w przedziale $H = 2{,}8 \div 4{,}2$ m.

[8] Heidrich Z., Witkowski A.: *Urządzenia do oczyszczania ścieków*. Wydawnictwo Seidel-Przywecki. Warszawa 2005.

4.2.5. Reaktor z osadem czynnym

Oczyszczanie ścieków metodą osadu czynnego realizowane jest z zastosowaniem dwóch podstawowych urządzeń, tj. komory osadu czynnego (komory napowietrzania) oraz osadnika wtórnego. Urządzenia te pracują w układzie przepływowym. Trzecim elementem całego układu powinny być urządzenia do recyrkulacji części osadu z osadnika wtórnego do komory napowietrzania.

W komorze osadu czynnego następuje mieszanie i napowietrzanie ścieków oraz kłaczkowatych skupisk żywych mikroorganizmów, które wykorzystują zanieczyszczenia zawarte w ściekach jako pożywkę. W wyniku tlenowego rozkładu biochemicznego zanieczyszczeń zawartych w ściekach w komorach napowietrzania następuje przyrost masy osadu czynnego. Z komory osadu czynnego odpływa mieszanina ścieków oczyszczonych i osadu. W celu oddzielenia osadu od oczyszczonych ścieków stosuje się sedymentacje wtórną w osadnikach. Oddzielony osad recyrkuluje się do komory napowietrzania, a jego nadmiar usuwa się z układu oczyszczania i poddaje procesom unieszkodliwiania i przeróbki.

W wyniku oczyszczania ścieków osadem czynnym następuje usunięcie ze ścieków znacznej ilości rozpuszczonych substancji organicznych, nieopadalnych zawiesin i cząstek koloidalnych. W znacznym stopniu zmniejszana jest też zawartość w ściekach wirusów, bakterii i innych organizmów żywych. Nie ulegają w zasadzie usunięciu rozpuszczone substancje nieorganiczne, poza związkami przyswajalnymi przez mikroorganizmy (związki azotu i fosforu).

Jeżeli oprócz usunięcia ze ścieków związków węgla organicznego (obniżenie BZT_5 i ChZT) wymagane jest również obniżenie stężenia związków azotu i fosforu konieczna jest zupełnie inna konfiguracja reaktora biologicznego. Wynika to z tego, że usuwanie związków biogennych wymaga różnych warunków z punktu widzenia zawartości tlenu rozpuszczonego w bioreaktorze. Proces usuwania związków azotu przebiega w następujących po sobie procesach nitryfikacji (utlenianie azotu amonowego do azotynów a następnie azotanów, oczywiście w warunkach tlenowych) i procesu denitryfikacji (redukcja azotanów do azotu gazowego, przebiegająca w warunkach niedotlenionych). Usuwanie związków fosforu na drodze biologicznej (biologiczna defosfatacja) odbywa się w przemiennych warunkach beztlenowych (uwalnianie związków fosforu) i tlenowych (wiązanie fosforu przez biomasę).

Z powyższego wynika, że osiągnięcie zintegrowanego usuwania związków węgla organicznego, azotu i fosforu wymaga wydzielenia w reaktorze przepływowym strefy beztlenowej, tlenowej i niedotlenionej. Oczywistym jest, że każda z tych stref powoduje obniżenie stężenia związków węgla organicznego. Naturalnie, zastosowanie takiego układu będzie uzasadnione tylko wówczas, gdy ścieki oczyszczone odprowadzane są do wód stojących, bowiem wówczas, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r., ścieki oczyszczone powinny się charakteryzować stężeniem azotu ogólnego nie wyższym od 30 g/m^3 oraz stężeniem fosforu ogólnego nie wyższym od 5 g/m^3.

Oprócz właściwego reaktora biologicznego konieczne jest zastosowanie osadnika wtórnego, pompowni recyrkulacji wewnętrznej oraz pompowni do recyrkulacji osadu czynnego. Jak łatwo zauważyć, opisywany układ oczyszczania ścieków jest bardzo złożony i dlatego bardzo rzadko jest stosowany w przydomowych oczyszczalniach ścieków – przede wszystkim stosowany jest jako układ technologiczny zbiorczych oczyszczalni ścieków.

Dlatego też, przy konieczności usuwania C_{org}, N i P, lub też przy konieczności usuwania tylko C_{org}, coraz częściej stosowane są reaktory sekwencyjne typu SBR. Reaktory te to zbiorniki, w których realizowane są wszystkie te procesy, co w układach przepływowych bez stosowania jakichkolwiek zewnętrznych urządzeń zapewniających właściwy przebieg oczyszczania ścieków. W tym układzie poszczególne procesy realizowane są w różnych fazach składających się na cykl pracy reaktora SBR. Zakłada się zazwyczaj realizację 3 lub 4 cykli w ciągu doby, a na każdy z cykli składają się takie fazy, jak: napełnianie, reakcja (lub reakcje), sedymentacja i dekantacja.

Oczyszczalnie ścieków dla pojedynczych domów lub niewielkich ich zgrupowań składają się również z komory napowietrzania oraz osadnika wtórnego i urządzeń do recyrkulacji osadu. Różnica w stosunku do większych oczyszczalni polega tylko na tym, że w przeważającej części przypadków komora osadu czynnego i osadnik wtórny są zespolone konstrukcyjnie i technologicznie wg zasady „garnek w garnku".

W przypadku przydomowych oczyszczalni ścieków stosowanie osadników wstępnych jest bezwzględnie konieczne, w związku z czym, w ściekach podawanych do części biologicznej nastąpi zmiana opisanych proporcji. Biorąc pod uwagę wartości jednostkowych ładunków zanieczyszczeń oraz efekty oczyszczania w osadniku wstępnym, jednostkowe ładunki zanieczyszczeń w ściekach po oczyszczaniu wstępnym wyniosą:

- $BZT_5 = 60 \cdot (1-0,4) = 36$ g/M·d,
- zawiesiny ogólne = 70·(1-0,7) = 21 g/M·d.

W procesie oczyszczania ścieków osadem czynnym uczestniczą skupiska mikroorganizmów zwane kłaczkami osadu czynnego. Ilość biomasy osadu czynnego charakteryzuje:

- stężenie suchej masy osadu czynnego w komorze napowietrzania – Z, w kg s.m./m^3 (komory),
- całkowita sucha masa osadu czynnego w komorze napowietrzania:

$$G = Z \cdot V_{KN}, \text{ kg s.m./m}^3 \qquad (12)$$

gdzie:

V_{KN} : pojemność komory osadu czynnego, m^3,

Z : jak wyżej, s.m./m^3; wartość Z zaleca się przyjmować następująco:

- przy braku osadnika wstępnego Z = 4,5÷5,0 kg s.m./m^3,
- przy zastosowaniu osadnika wstępnego (dotyczy to przydomowych oczyszczalni ścieków) Z = 2,5÷4,0 kg s.m./m^3.

Odpowiednie stężenie osadu czynnego oraz zapas osadu G utrzymywane są w sposób ciągły, poprzez odprowadzanie przyrostu w postaci osadu nadmiernego ΔG (w kg s.m./d). Iloraz zapasu osadu do przyrostu biomasy, to wiek osadu (WO):

$$WO = \frac{G}{\Delta G}, \text{ d} \qquad (13)$$

W uproszczeniu można przyjąć, że wiek osadu odpowiada średniemu czasowi przebywania mikroorganizmów tworzących osad czynny w komorze napowietrzania.

W przypadku rozpatrywania przydomowych oczyszczalni ścieków zaleca się przyjmowanie wieku osadu WO = 4÷5 dni, przy oczyszczaniu ścieków bez usuwania azotu i fosforu.

Przy projektowaniu komór osadu czynnego należy uwzględnić też następujące parametry technologiczne:

- obciążenie A' osadu czynnego ładunkiem zanieczyszczeń organicznych (wyrażonym przez BZT_5):

$$A' = \frac{Ł_{BZT_5}}{G}, \text{ kg } BZT_5/\text{kg s.m.}\cdot\text{d} \qquad (14)$$

gdzie:

$Ł_{BZT5}$: ładunek zanieczyszczeń organicznych wprowadzany do komory napowietrzania, kg BZT_5/d,

G : jak wyżej.

- obciążenie A reaktora ładunkiem zanieczyszczeń organicznych (wyrażonym przez BZT_5):

$$A = \frac{Ł_{BZT_5}}{V_{KN}}, \text{ kg } BZT_5/\text{m}^3\cdot\text{d} \qquad (15)$$

gdzie:

$Ł_{BZT5}$: jak wyżej,

V_{KN} : jak wyżej.

Pomiędzy parametrami Z, A' oraz A istnieje związek:

$$Z \cdot A' = \left[\frac{\text{kg s.m.}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{kg } BZT_5}{\text{kg s.m.} \cdot \text{d}} = \frac{\text{kg } BZT_5}{\text{m}^3 \cdot \text{d}}\right] = A \qquad (16)$$

czyli:

$$Z \cdot A' = A \qquad (17)$$

Wartość obciążenia osadu czynnego ładunkiem zanieczyszczeń organicznych można wyznaczyć ze wzoru, będącego przekształceniem wzoru (14):

$$A' = \frac{1}{WO \cdot \Delta m}, \text{ kg } BZT_5/\text{kg s.m.}\cdot\text{d} \qquad (18)$$

gdzie:

WO : [d],

Δm : jednostkowy przyrost nadmiernego osadu czynnego, kg s.m./kg BZT_5, który zależy od ilorazu stężenia zawiesin ogólnych do BZT_5 oraz wieku osadu.

Przyjmując iloraz:

$s_{ZO}:s_{BZT5}$ jako: $s_{ZO} : s_{BZT_5} = [70 \cdot (1-0{,}7)] : [60 \cdot (1-0{,}4)] = 21:36 \cong 0{,}6$

wartość Δm, dla wieku osadu WO = 4,0 doby, Δm = 0,91 kg s.m./kg BZT_5.

Na tej podstawie można określić zalecaną wartość parametru A' która według wzoru (18) wyniesie:

$$A' = \frac{1}{4 \cdot 0{,}91} = 0{,}275 \text{ kg } BZT_5/\text{kg s.m.}\cdot\text{d}$$

Posiłkując się wartościami parametrów A' oraz Z, albo parametrem A, przy znanej wartości ładunku zanieczyszczeń $Ł_{BZT5}$, można wyznaczyć wymaganą pojemność reaktora ze wzoru:

$$V_{KN} = \frac{Ł_{BZT_5}}{A' \cdot Z} = \frac{Ł_{BZT_5}}{A}, \text{ m}^3 \qquad (19)$$

gdzie:

$Ł_{BZT5}$: [kg/d].

Im wyższa jest wartość stężenia osadu Z, tym mniejsza wymagana pojemność reaktora, zgodnie z zasadą stałego iloczynu pracy osadu określanego jako T·Z (gdzie T – czas przebywania ścieków w komorze napowietrzania).

Objętość komory napowietrzania można też obliczyć ze wzoru:

$$V_{KN} = \frac{WO \cdot \Delta G}{Z}, \text{ m}^3 \qquad (20)$$

gdzie:

WO : [d],

ΔG : [kg s.m./d],

Z : [kg s.m./m^3].

Ponieważ jednostkowy ładunek zanieczyszczeń wyrażony przez BZT_5, po oczyszczaniu wstępnym wynosi $0{,}06 \cdot (1-0{,}4) = 0{,}036$ kg BZT_5/M·d, to przy stałej wartości stężenia osadu Z = 3,5 kg s.m./m^3, jednostkowa pojemność komory osadu czynnego wyniesie:

$$v_{KN}^{M} = \frac{0{,}036}{3{,}5 \cdot 0{,}275} = 0{,}0374 \text{ m}^3/\text{M}$$

Bakterie tlenowe osadu czynnego w swych przemianach metabolicznych muszą mieć stałą podaż tlenu rozpuszczonego w ściekach. Szybkość zużycia tlenu przez biomasę osadu czynnego waha się w granicach 4÷8 mg O_2/g s.m.·h. Tlen zużywany przez bakterie należy doprowadzać w sposób ciągły do komory z osadem czynnym, umożliwiając jego rozpuszczanie w ściekach.

Stężenie tlenu w warstwie granicznej ścieków przylegającej do powierzchni komórek bakteryjnych, czyli stężenie tlenu w komorze napowietrzania, powinno wynosić 1,5÷2,0 g O_2/m^3.

Oceniając zapotrzebowanie na tlen można się też posłużyć się współczynnikiem natleniania k, którego wartość (przy pełnym biologicznym oczyszczaniu) można przyjmować na poziomie – k = 1,5÷2,0 kg O_2/kg BZT_5.

Zapotrzebowanie na tlen można wyznaczyć z wzoru:

$$OC_d = k \cdot Ł_{BZT_5}, \text{ kg } O_2/\text{kg } BZT_5 \qquad (21)$$

gdzie:

$Ł_{BZT5}$: ładunek zanieczyszczeń wprowadzany do komory osadu czynnego w ciągu doby, kg BZT_5/d.

Przy doborze urządzeń napowietrzających należy określić wartość rzeczywistego godzinowego zapotrzebowania na tlen OC_h odniesionego do ścieków, posługując się wzorem:

$$OC_h = \frac{OC_d}{T_N \cdot \alpha}, \text{ kg } O_2/h \qquad (22)$$

gdzie:

OC_h : [kg O_2/d],

T_N : czas pracy urządzeń napowietrzających w ciągu doby, h/d; w przypadku przydomowych oczyszczalni ścieków T_N = 24 h/d,

α : współczynnik korygujący, uwzględniający zmniejszoną adsorpcję tlenu w zanieczyszczonych ściekach z biomasą, w stosunku do wody wodociągowej; zazwyczaj α = 0,75÷0,9.

W przypadku przydomowych oczyszczalni ścieków, do napowietrzania zawartości komór osadu czynnego wykorzystywane są dyfuzory skonstruowane z przegród perforowanych – stałych lub elastycznych, wprowadzających do ścieków powietrze podawane dmuchawami.

Ilość sprężonego powietrza można obliczyć na podstawie podanych wcześniej zaleceń do projektowania, a szczególnie wartości współczynnika natleniania k = 2,5 kg O_2/kg BZT_5. Doprowadzany z powietrzem tlen wykorzystuje się tylko w 5÷15%, zależnie od głębokości zanurzenia i rodzaju napowietrzania. Ponieważ 1 m^3 powietrza zawiera 280 g tlenu, to przy wykorzystaniu 11% tlenu (napowietrzanie drobnopęcherzykowe) należy doprowadzić:

$$\frac{2{,}5 \cdot 10^3 \cdot 100}{280 \cdot 11} \cong 80 \text{ Nm}^3 \text{ powietrza,}$$

w celu usunięcia 1 kg BZT_5 (Nm^3/kg BZT_{5us}).

Przyjmując, że jednostkowy ładunek BZT_5 ścieków po sedymentacji wstępnej wynosi 36 g/M·d, z czego w biologicznym oczyszczaniu trzeba usunąć 31,5 g/M·d (BZT_5), to wymaga to doprowadzenia powietrza w ilości:

$$\frac{2{,}5 \cdot 31{,}5 \cdot 100}{280 \cdot 11} = 2{,}56 \text{ Nm}^3/\text{M}\cdot\text{d.}$$

5. Charakterystyka i zakres modernizacji istniejących oczyszczalni ścieków

5.1. Oczyszczalnia ścieków w Daleszycach

5.1.1. Wprowadzenie

Oczyszczalnia ścieków w Daleszycach przeznaczona jest do przyjmowania i oczyszczania ścieków pochodzących z miasta Daleszyce, zamieszkałego przez 2.956 mieszkańców, z miejscowości Danków, zamieszkałej przez 290 mieszkańców, oraz miejscowości Wójtostwo, zamieszkałej przez 168 mieszkańców.

Istniejąca oczyszczalnia ścieków została zaprojektowana i zrealizowana przy założeniu, że ilość ścieków poddawanych oczyszczaniu nie przekroczy:

- średnia dobowa, $Q_{dśr}$ = 750 m^3/d,
- maksymalna dobowa, Q_{dmax} = 950 m^3/d,
- maksymalna godzinowa, Q_{hmax} = 65 m^3/h.

Wielkości te zostały zapisane w pozwoleniu wodnoprawnym, udzielonym Gminie Daleszyce przez Starostwo Powiatowe w Kielcach (nr decyzji: RO.II.6223-44/10). W pozwoleniu tym określono również, że dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń nie będą przekraczać:

- BZT_5 = 25 g/m^3,
- ChZT = 125 g/m^3,
- zawiesina ogólna = 35 g/m^3.

Ścieki oczyszczone odprowadzane są do rzeki Czarnej Nidy, w km 42+700.

Pozwolenie wodnoprawne ważne jest do 15 listopada 2020 r.

5.1.1.1. Istniejąca oczyszczalnia ścieków

Istniejąca oczyszczalnia ścieków to oczyszczalnia mechaniczno-biologiczna, w której do biologicznego oczyszczania ścieków wykorzystano metodę osadu czynnego realizowaną w reaktorach sekwencyjnych typu SBR.

W skład części mechanicznej wchodzą następujące obiekty technologiczne:

- punkt zlewny ścieków dowożonych taborem asenizacyjnym, wyposażony w kratę oczyszczaną ręcznie.
- pompownia ścieków, wyposażona w dwa agregaty pompowe typu AFP 1041.2 M30/4-12 firmy ABS; wydajność pomp wynosi 43,2 m^3/h, wysokość podnoszenia – 9,2 m oraz silnik o mocy 4,1 kW.
- jedno sito ślimakowe, firmy Hydrobudowa-9 z prześwitami 5 mm oraz wydajnością 122 m^3/h.

- jeden piaskownik o przepływie pionowo-wirowym, którego średnica wynosi 2,2 m, średnica pierścienia wewnętrznego – 1,4 m, głębokość czynna – 0,45 m oraz powierzchnia czynna – 2,26 m^2; piaskownik współpracuje z separatorem piasku.

Część biologiczna oczyszczalni ścieków to: zbiorniki retencyjne (2 szt.) współpracujące z reaktorami biologicznymi typu SBR. Ta część oczyszczalni została podzielona na dwa ciągi technologiczne (A i B) w których zastosowano reaktory BIOVAC SBR.

W ciągu A (tzw. „ciąg stary") zbiornik retencyjny posiada pojemność 50 m^3 i charakteryzuje go średnica 2,5 m. Wyposażenie zbiornika stanowią 2 agregaty pompowe (1 – rezerwowy) typu AFP1541.1 M60/4-22 firmy ABS, o wydajności 108 m^3/h, wysokości podnoszenia – 15,0 m oraz mocy silnika – 7,2 kW, jak też mieszadło typu RW3021 firmy ABS o mocy silnika – 1,5 kW. Właściwe oczyszczanie biologiczne realizowane jest w 14 reaktorach, o pojemności czynnej każdego z nich – 15 m^3, średnicy – 2,1 m i głębokości czynnej – 4,3 m. Wyposażenie każdego z reaktorów stanowi 30 dyfuzorów talerzowych o wydajności każdego z nich 10 m^3/h oraz dekanter. Sprężone powietrze podawane jest przez 5 dmuchaw typu DR-T firmy Spomasz, o wydajności – 160 m^3/h, sprężu – 6,0 m oraz mocy silnika – 5,5 kW.

W ciągu B (tzw. „ciąg nowy") zbiornik retencyjny to dwa zbiorniki o pojemności 60 m^3 każdy. Wyposażenie każdego ze zbiorników to 2 agregaty pompowe typu AFP1541.1 M60/4-22 firmy ABS, o wydajności 108 m^3/h, wysokości podnoszenia – 15,0 m oraz mocy silnika – 7,2 kW, oraz mieszadło typu RW3021 firmy ABS o parametrach takich ja w ciągu A. Reaktory biologiczne to 3 szt. zbiorników o pojemności czynnej każdego z nich – 105 m^3, średnicy 5,0 m i głębokości czynnej – 5,4 m. Wyposażenie każdego z reaktorów to 30 sztuk dyfuzorów talerzowych o wydajności każdego z nich 10 m^3/h oraz dekanter. System natleniania to 3 dmuchawy typu RBS 25 firmy CompRot, o wydajności każdej z nich – 270 m^3/h, sprężu – 6,0 m oraz mocy silnika – 7,5 kW.

Część osadowa ciągu B to 2 komory tlenowej stabilizacji osadu o pojemności czynnej 70 m^3, średnicy – 4,5 m oraz głębokości czynnej – 4,6 m. Powietrze do tych komór dostarczane jest przez 2 dmuchawy o wydajności 114 m^3/h i sprężu – 6,0 m. Powstające osady, po ich stabilizacji tlenowej, poddawane są odwadnianiu mechanicznemu na prasie taśmowej typu Monobelt NP08 CEK, pracującej z wydajnością hydrauliczną – 4,0 m^3/h.

5.1.1.2. Ilość i jakość ścieków poddawanych oczyszczaniu

Informacje dotyczące ilości i jakości ścieków poddawanych oczyszczaniu, uzyskano z Zakładu Usług Komunalnych, na podstawie danych pochodzących z 2010 i 2011 roku.

W roku 2010 poddano oczyszczaniu 240.000 m^3 ścieków, co odpowiada średniej dobowej ilości ścieków, $Q_{dśr}$ = 658 m^3/d, co stanowi ok. 88% ilości ścieków, przyjętej na etapie projektowania oczyszczalni. W pierwszy półroczu 2011 r. oczyszczaniu poddano 122.736 m^3 ścieków, co odpowiada średniej dobowej ilości ścieków, $Q_{dśr}$ = 673 m^3/d, co stanowi blisko 90% wielkości projektowanej. Wynika z tego, że w przedmiotowej oczyszczalni ścieków istnienie niewielka

rezerwa hydrauliczna, która może być wykorzystana w miarę rozbudowy sieci kanalizacyjnej w Daleszycach.

Jakość ścieków dopływających do oczyszczalni podlega bardzo dużym wahaniom. W odniesieniu do trzech podstawowych wskaźników zanieczyszczeń, można podać następujące informacje:

- w odniesieniu do BZT_5:

  W roku 2010 wskaźnik ten wahał się w przedziale, od 54 g/m^3 do 310 g/m^3, przy wartości średniej – 231 g/m^3, określonej dla czterech badań w skali roku. W roku 2011 wykonywano badania raz w miesiącu, z których wynika, że BZT_5 wahało się w przedziale, od 230 g/m^3 do 730 g/m^3, przy wartości średniej z 8 badań – 491 g/m^3.
- w odniesieniu do ChZT:

  W roku 2010 wartość ChZT w ściekach dopływających do oczyszczalni wahała się w przedziale, od 79 g/m^3 do 621 g/m^3, przy wartości średniej – 392 g/m^3, określonej dla czterech badań w skali roku. W roku 2011 wartość ChZT wahała się w przedziale od 463 g/m^3 do 1.296 g/m^3, przy wartości średniej z 8 badań – 818 g/m^3.
- w odniesieniu do zawiesiny ogólnej:

  W roku 2010 stężenie zawiesiny ogólnej w ściekach dopływających do oczyszczalni wahało się w przedziale, od 110 g/m^3 do 340 g/m^3, przy wartości średniej – 193 g/m^3, określonej dla czterech badań w skali roku. W roku 2011 stężenie zawiesiny ogólnej wahało się w przedziale od 160 g/m^3 do 780 g/m^3, przy wartości średniej z 8 badań – 374 g/m^3.

Ostatecznie, można podać, że dla 12 badań, średnie stężenia zanieczyszczeń (w latach 2010-2011) wyniosły:

- w odniesieniu do BZT_5 = 405 g/m^3 (w zaokrągleniu – 400 g/m^3).
- w odniesieniu do ChZT = 675 g/m^3.
- w odniesieniu do zawiesiny ogólnej = 313 g/m^3 (w zaokrągleniu – 315 g/m^3).

Podane wartości stężeń przyjęto jako miarodajne do określenia zakresu modernizacji przedmiotowej oczyszczalni ścieków.

5.1.1.3. Jakość ścieków oczyszczonych

W latach 2010-2011 wykonano 12 badań jakościowych, dotyczących ścieków oczyszczonych, odprowadzanych do odbiornika. Z zebranych danych wynikają następujące informacje, dotyczące tych ścieków:

- w odniesieniu do BZT_5:

  W roku 2010 wskaźnik ten wahał się w przedziale, od 8,4 g/m^3 do 19 g/m^3, przy wartości średniej – 15 g/m^3, określonej dla czterech badań w skali roku. W roku 2011

wykonywano badania raz w miesiącu, z których wynika, że BZT_5 wahało się w przedziale, od 9,3 g/m^3 do 230 g/m^3, przy wartości średniej z 8 badań – 93 g/m^3.

- w odniesieniu do ChZT:

  W roku 2010 wartość ChZT w ściekach oczyszczonych, odprowadzanych z oczyszczalni, wahała się w przedziale, od 36 g/m^3 do 50 g/m^3, przy wartości średniej – 44 g/m^3, określonej dla czterech badań w skali roku. W roku 2011 wartość ChZT wahała się w przedziale od 70 g/m^3 do 303 g/m^3, przy wartości średniej z 8 badań – 181 g/m^3.

- w odniesieniu do zawiesiny ogólnej:

  W roku 2010 stężenie zawiesiny ogólnej w ściekach oczyszczonych, odprowadzanych z oczyszczalni, wahało się w przedziale, od 10 g/m^3 do 29 g/m^3, przy wartości średniej – 17 g/m^3, określonej dla czterech badań w skali roku. W roku 2011 stężenie zawiesiny ogólnej wahało się w przedziale od 160 g/m^3 do 780 g/m^3, przy wartości średniej z 8 badań – 60 g/m^3.

Analizując powyższe dane można zauważyć, że w roku 2011 nastąpiło istotne pogorszenie jakości ścieków oczyszczonych, w stosunku do roku 2010. W roku 2011, kilka badań jakościowych wskazuje, że nie są dotrzymane wymagania określone w pozwoleniu wodnoprawnym. Można przypuszczać, że przyczyną takiego stanu rzeczy są zrzuty ścieków z dwóch zakładów przemysłowych, tj. z „Zakładu Masarskiego Henryka Zychowicz" oraz zakładu produkcji smalcu i wędliniarni – AVEX Sp. j. Negatywny wpływ mają też liczne małe zakłady autohandlu.

Biorąc powyższe pod uwagę, wydaje się, że konieczne byłoby przeprowadzenie badań dotyczących ścieków przemysłowych z uwzględnieniem sytuacji ekstremalnych. Takie badania wskazałyby – być może – na konieczność podczyszczania ścieków przemysłowych, dla osiągnięcia takich stężeń zanieczyszczeń, jak w ściekach powstających w budownictwie mieszkaniowym.

5.1.2. Analiza dotychczasowych opracowań dotyczących kierunków modernizacji oczyszczalni ścieków

W latach 2008-2009, wykonano dwa, następujące opracowania, zmierzające do określenia kierunków modernizacji oczyszczalni ścieków w Daleszycach:

1. „Koncepcja przebudowy i rozbudowy oczyszczalni ścieków w Daleszycach", opracowana przez Profesjonalne Doradztwo Technologiczne w Oczyszczaniu Ścieków i Przeróbce Osadów, pod kierunkiem dr. inż. K. Żeglin-Kurbiel oraz dr. inż. Z. Muchy (Kraków, lipiec 2008).
2. „Analiza i ocena aktualnych warunków pracy oczyszczalni ścieków w Daleszycach, wraz z propozycją optymalnych zmian, zapewniających uzyskanie wymaganych efektów ekologicznych", wykonana w Katedrze Biotechnologii Środowiskowej Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej, pod kierunkiem dr. inż. J. Sikory (Gliwice, maj 2009, symbol pracy: NB-52/RIE-8/2009).

W pierwszym, z wymienionych opracowań, przyjęto, że docelowa średnia dobowa ilość ścieków poddawanych oczyszczaniu, wyniesie $Q_{śrd}$ = 1.188 m^3/d, a maksymalna godzinowa Q_{hmax} = 119 m^3/h. Przyjęto też, że docelowe ładunki zanieczyszczeń wyniosą: w odniesieniu do BZT_5 – 746 kg/d, w odniesieniu do ChZT – 1.413 kg/d, w odniesieniu do zawiesiny ogólnej – 736 kg/d. Z przyjętych danych wynika, że równoważna liczba mieszkańców, wyniesie docelowo RLM = 12.438. Przy podanej wartości RLM, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska, z dnia 24 lipca 2006 r., ścieki oczyszczone powinny spełniać następujące wymagania: $BZT_5 \leq 25$ g/m^3, ChZT ≤ 125 g/m^3, stężenie zawiesiny ogólnej ≤ 15 g/m^3. Ponadto, konieczne będzie obniżenie stężenia azotu ogólnego o 35% i stężenia fosforu ogólnego o 40%. W omawianym opracowaniu przyjęto, że biologiczne oczyszczanie ścieków realizowane będzie w technologii zintegrowanego usuwania związków węgla, azotu i fosforu. Przewiduje się w związku z tym likwidację istniejącej oczyszczalni ścieków i wybudowanie w jej miejsce układu przepływowego w postaci dwóch ciągów technologicznych z wydzielonymi strefami: beztlenową, niedotlenioną i tlenową, oraz dwóch osadników wtórnych poziomych radialnych.

Jak wynika z przedstawionych obliczeń, łączna kubatura dwóch reaktorów biologicznych powinna wynosić nie mniej niż 2.160 m^3, w tym, w każdym w ciągów przewidziano wydzielenie strefy beztlenowej o pojemności 20 m^3, strefy niedotlenionej o pojemności 220 m^3 oraz komory tlenowej o pojemności 840 m^3. Pojemności reaktorów określono przy stężeniu osadu czynnego na poziomie 4 kg s.m./m^3, wieku osadu 12 dni oraz jednostkowym przyrostem osadu – 1 kg s.m./kg BZT_5. Do współpracy z reaktorami biologicznymi przewidziano zrealizowanie dwóch osadników poziomych radialnych, o średnicy 10,5 m. Nadmierny osad czynny poddawany będzie procesowi tlenowej stabilizacji w komorach których łączna pojemność wyniesie 988 m^3. Przy założeniu wykorzystania dwóch istniejących komór stabilizacji, o łącznej pojemności 140 m^3, oraz wykorzystaniu trzech reaktorów SBR do realizacji tego procesu, o łącznej pojemności 315 m^3, konieczne byłoby dobudowanie komór stabilizacji – o pojemności 533 m^3. Zaproponowano wybudowanie dodatkowej komory o średnicy 11,6 m i głębokości czynnej 5 m. Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że ilość osadu po stabilizacji tlenowej wyniesie 512 kg s.m./d, co przy zawartości suchej masy na poziomie 3% s.m., odpowiada objętości osadu 17,08 m^3/d. Przy tej ilości osadów nie jest konieczne zamontowanie dodatkowej prasy taśmowej do odwadniania osadów (docelowo istniejąca prasa powinna pracować 5 dni w tygodniu, po 6 h/d).

Autorzy koncepcji rozpatrywali również możliwość zastosowania wydzielonej komory fermentacyjnej o pojemności 900 m^3, przy założeniu, że do przedmiotowej oczyszczalni ścieków dowożone byłyby również osady z oczyszczalni w Marzyszu i Szczecnie.

Ostateczne zagospodarowanie osadów ściekowych, przed ich rolniczym wykorzystaniem, zaproponowano w dwóch wersjach. Pierwsza z nich to budowa suszarni słonecznej, a druga – to budowa kompostowni.

Całkowity koszt inwestycji, przy zastosowaniu suszarni słonecznej, wyniósłby 8.784.000,- złotych, natomiast przy zastosowaniu kompostowni kontenerowej – 5.900.000,- złotych.

Analizując treść zaprezentowanej koncepcji przebudowy i rozbudowy oczyszczalni ścieków w Daleszycach, można sformułować następujące uwagi:

1. W koncepcji przyjęto, że średnia dobowa ilość ścieków, dla oczyszczalni po jej rozbudowie, wynosi średniodobowo 1.188 m^3/d. Ponieważ jednostkowa ilość ścieków na terenach wiejskich nie przekracza 0,1 m^3/d, to oznacza, że liczba obsługiwanych mieszkańców przez przedmiotową oczyszczalnię wynosiłaby 11.880 mieszkańców. Według informacji podanych przez Urząd Miasta, liczba mieszkańców w Daleszycach wynosi 2.956 osób. Przyjmując, tak jak w koncepcji, że do oczyszczalni w Daleszycach doprowadzane będą ścieki z Kranowa (537 mieszkańców), Brzechowa (927 mieszkańców) i Niw (987 mieszkańców), to łączna liczba mieszkańców, obsługiwanych przez oczyszczalnię, wyniesie – 5.407 mieszkańców. Zwiększając tę liczbę mieszkańców, o około 10%, liczba obsługiwanych mieszkańców może wzrosnąć do ok. 6.000 M. Wynika z tego, że nie uwzględniając ścieków przemysłowych, ilość oczyszczanych ścieków (bez przemysłu) wyniosłaby nie więcej niż 600 m^3/d. Istniejąca oczyszczalnia ścieków została zaprojektowana na przyjęcie ścieków w ilości 750 m^3/d, a zatem nie ma żadnego uzasadnienia zwiększania obciążenia hydraulicznego oczyszczalni ścieków w Daleszycach. Można przyjąć, że różnica wynosząca 750 – 600 = 150 m^3/d to „rezerwa hydrauliczna" na przyjęcie ścieków przemysłowych. Brak jest natomiast informacji na temat jakości ścieków przemysłowych, wyrażonej w RLM. Być może, jest to wielkość wynosząca 11.880 – 6.000 = 5.880 RLM. Tę ostatnią wartość można potraktować jako równoważną liczbę mieszkańców, charakteryzujących zakłady przemysłowe.
2. Analizę ładunków zanieczyszczeń i wynikających z tego stężeń przeprowadzono przy założeniu, podawanych w literaturze, jednostkowych ładunków zanieczyszczeń, odniesionych do 1 mieszkańca w ciągu doby. Przyjęto przy tym, że równoważna liczba mieszkańców wynosi: RLM = 12.438. Wyniknęły z tego następujące ładunki zanieczyszczeń oraz ich stężenia: BZT_5 = 746 kg/d przy wartości BZT_5 = 628 g/m^3, ChZT = 1.413 kg/d przy wartości ChZT = 1.189 g/m^3, zawiesina ogólna = 736 kg/d, przy stężeniu 620 g/m^3, azot ogólny = 149 kg/d, przy stężeniu 126 g/m^3 oraz fosfor ogólny = 23 kg/d, przy stężeniu 20 g/m^3. Podane wielkości określono na podstawie danych literaturowych, pomijając rzeczywiste analizy jakości ścieków, odniesione do rzeczywistych warunków pracy oczyszczalni ścieków. Informacje na temat rzeczywistej jakości ścieków surowych zawarto w punkcie 5.1.1.2. niniejszego opracowania. Wyniki tych rozważań wskazują na duże rozbieżności. Wydaje się, że do

opracowania koncepcji modernizacji oczyszczalni ścieków należałoby przyjąć informacje dotyczące stężeń zanieczyszczeń przyjęte na podstawie badań bezpośrednich.

3. Ponieważ liczba mieszkańców równoważnych (RLM) jest większa od 10.000 to, zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi, stężenia zanieczyszczeń nie mogą przekraczać określonych w tymże rozporządzeniu wartości maksymalnych stężeń zanieczyszczeń, obejmujących BZT_5, ChZT, zawiesinę ogólną, azot ogólny i fosfor ogólny. W odniesieniu do azotu ogólnego i fosforu ogólnego określa się wyłącznie % redukcji, który powinien wynosić, odpowiednio: 35% i 40%. Wynika z tego, że istotnie oczyszczalnia ścieków powinna być przygotowana na daleko idące usuwanie związków węgla organicznego oraz ograniczone usuwanie związków azotu i fosforu. Z tego też względu praca istniejących, bądź docelowych reaktorów SBR, powinna być tak zaprogramowana aby było możliwe spełnienie wymagań dotyczących usuwania związków azotu i fosforu w wymaganym stopniu. Można zatem przyjąć, że opracowana koncepcja powinna obejmować dwa warianty. Jednym z nich byłaby przewidywana rozbudowa istniejących reaktorów SBR a drugim – budowa nowej oczyszczalni ścieków na bazie układu przepływowego, z uwzględnieniem reaktorów z osadem czynnym, z podziałem ich pojemności na strefy: beztlenową, niedotlenioną i tlenową, jak też, z koniecznością budowy osadników wtórnych. Wybór wariantu powinien wynikać z analizy techniczno-ekonomicznej, obejmującej nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacji.

4. W ocenianej koncepcji przyjęto *a priori*, że istniejący układ oczyszczalni ścieków, w którym zastosowano reaktory typu SBR, powinien być zlikwidowany i w to miejsce należałoby zastosować reaktory przepływowe do zintegrowanego usuwania związków węgla organicznego, azotu i fosforu. Brak jest jednoznacznego uzasadnienia takiego właśnie podejścia do zagadnienia. Szkoda, że nie zdecydowano się na pozostawienie reaktorów SBR przewidując ich ewentualną rozbudowę. Warto nadmienić, że istniejące SBR-y charakteryzują się łączną pojemnością 525 m^3, co stanowi ok. 25% pojemności reaktorów określonej w koncepcji. Należałoby opracować alternatywną koncepcję, w której określono by wymagany zakres rozbudowy reaktorów SBR, tak jak to podano w punkcie 3 uwag.

5. W zaproponowanym rozwiązaniu modernizacji oczyszczalni ścieków przyjęto, że pojemność reaktorów biologicznych wyniesie: 2.160 m^3 i składać będzie się z dwóch komór beztlenowych o pojemności każdej z nich – 20 m^3, dwóch komór niedotlenionych o pojemności każdej z nich – 220 m^3 i dwóch komór tlenowych o pojemności każdej z nich – 840 m^3. Wielkości komór określono przy stężeniu osadu

w reaktorze – 4 kg s.m./m^3, wieku osadu – 12 dni i jednostkowym przyroście osadu – 1 kg s.m./kg BZT_5.

Poprawność doboru wielkości reaktorów biologicznych sprawdzono przy użyciu programu komputerowego *„Ekspert osadu czynnego v.1.27”*, opracowanego na podstawie wytycznej ATV A131P (wyniki obliczeń – w załączniku nr 1). Do obliczeń przyjęto dane wyjściowe, określone przez Autorów koncepcji, zakładając jednocześnie, że w ściekach oczyszczonych: BZT_5 nie może być wyższe od 25 g/m^3, ChZT – nie wyższe od 125 g/m^3, zawiesina ogólna – nie wyższa od 35 g/m^3. Przyjęto też, że konieczne jest obniżenie stężenia azotu ogólnego o 35% (tj. do wartości 69 g/m^3) oraz obniżenie stężenia fosforu ogólnego o 40% (tj. do wartości 12 g/m^3). Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że łączna pojemność reaktorów biologicznych powinna wynosić – 2.250 m^3, w tym: komora beztlenowa – 150 m^3 (w koncepcji przyjęto – 40 m^3), komora niedotleniona – 525 m^3 (w koncepcji przyjęto – 440 m^3) oraz komora tlenowa – 1.575 m^3 (w koncepcji przyjęto – 1.680 m^3). Można zatem przyjąć, że pojemności reaktorów biologicznych, określone w koncepcji, są zasadniczo prawidłowe. Konieczne jest jednakże powiększenie komory beztlenowej. Obliczenia wykazały, że średnica każdego z dwóch osadników wtórnych nie powinna być większa od 8 m (obciążenia hydrauliczne powierzchni osadników – 1,18 m/h, a obciążenie objętością osadu – 473 $dm^3/m^2/h$). W koncepcji przyjęto, że średnica osadnika wyniesie 10,5 m.

Działanie komory tlenowej będzie wymagało dostarczenia tlenu którego wymagany transfer nie powinien być niższy od 104 kg O_2/h.

6. W koncepcji przyjęto, że sucha masa osadu nadmiernego wyniesie 716,6 kg s.m./d. Z obliczeń kontrolnych wynika, że jest to wartość prawidłowa, bowiem uzyskany wynik to 703 kg s.m./d. Można zatem przyjąć, że przy uwodnieniu osadu nadmiernego – 99,3%, jego objętość wyniesie ok. 100 m^3/d. Decydując się na pozostawienie komór tlenowej stabilizacji osadu, przy czasie stabilizacji – 14 dni, pojemność komór stabilizacji powinna wynosić 1.400 m^3, co jest wartością dziesięciokrotnie wyższą od pojemności istniejących komór stabilizacji. Możliwe jest obniżenie wymaganej pojemności komór stabilizacji tlenowej osadu, poprzedzając właściwy proces zagęszczaniem osadu. Wówczas to możliwe byłoby obniżenie objętości osadu do ok. 11,7 m^3/d (uwodnienie – 94%) co wymagałoby pojemności komór stabilizacji – ok. 160 m^3, co jest wielkością o 23 m^3 większą od pojemności istniejących zbiorników. W tym miejscu należałoby przeanalizować czy możliwe jest zastosowanie mechanicznego zagęszczania osadu przy użyciu np. zagęszczaczy typu SCRUDRAIN oferowanych przez EKOFINN-POL.

Propozycja zawarta w opiniowanej koncepcji a dotycząca realizacji wydzielonej zamkniętej komory fermentacyjnej może być potraktowana jako nieporozumienie. Jak wynika z danych literaturowych, zastosowanie wydzielonej beztlenowej stabilizacji osadu (fermentacji metanowej) jest uzasadnione dla jednostek osadniczych o RLM wyższej od 35.000 (tu, według koncepcji, RLM = 12.433).

7. W koncepcji przyjęto, że ostateczne unieszkodliwianie osadu będzie dokonane poprzez zastosowanie kompostowni. Nie negując takiego rozwiązania należałoby wziąć pod uwagę, jako rozwiązanie alternatywne, zastosowanie suszarni słonecznej, której powierzchnia nie powinna wynosić więcej niż 250 m^2.

W drugim z wymienionych opracowań, wykonanym przez Politechnikę Śląską, przedstawiono charakterystykę istniejącej oczyszczalni ścieków, podając informację na temat układu technologicznego oczyszczalni ścieków, charakterystykę podstawowych obiektów, warunki odprowadzania ścieków do odbiornika oraz projektowe parametry pracy oczyszczalni ścieków. W dalszej części opracowania zaprezentowano analizę aktualnych warunków pracy oczyszczalni ścieków, obejmującą: obciążenie oczyszczalni, parametry technologiczne, efekty oczyszczania, przeanalizowano ilość powstających osadów i sposób ich zagospodarowania, oraz czynniki ograniczające efektywność pracy oczyszczalni. Końcowa część opracowania to propozycje zmian technologicznych i technicznych oraz sposób i harmonogram wdrażania proponowanych rozwiązań. Opracowanie kończy się wnioskami końcowymi.

Z informacji podanych w opracowaniu wynika, że oczyszczalnia ścieków w Daleszycach projektowana była na średniodobową ilość ścieków, równą 750 m^3/d oraz maksymalną godzinową – 65 m^3/h. Przyjęto również następujące stężenia zanieczyszczeń: BZT_5 = 400 g/m^3, ChZT = 633 g/m^3, zawiesina ogólna =380 g/m^3, azot ogólny = 67 g/m^3 oraz fosfor ogólny = 14,5 g/m^3. W odniesieniu do reaktorów SBR, przyjęto cztery cykle pracy w ciągu doby, z wydzieleniem faz napełniania i napowietrzania, napowietrzania, sedymentacji i dekantacji ścieków oczyszczonych. Przyjęto również, że obciążenie osadu wyniesie – 0,11 kg BZT_5/kg s.m.·d, stężenie osadu – 5 kg s.m./m^3, wiek osadu – 13 dni oraz jednostkowy przyrost osadu – 0,7 kg s.m./kg BZT_5. Z analizy aktualnych warunków pracy oczyszczalni ścieków, na podstawie danych z 2008 r., wynika, że liczba mieszkańców obsługiwanych przez oczyszczalnię (Daleszyce, Danków i Wójtostwo) wynosiła 3.457 osób. Ilość wytworzonych ścieków to zaledwie 138,4 m^3/d (jednostkowa ilość ścieków – 0,021 do 0,042 m^3/M·d). Na podstawie danych z 2009 r. określono, że średnia dobowa ilość ścieków poddawanych oczyszczaniu, wahała się w przedziale, od 462 do 596 m^3/d, przy wartości średniej – 518 m^3/d. Średnie stężenia zanieczyszczeń wynosiły: ChZT = 1.336 g/m^3 (zakres wartości: 317÷3.871 g/m^3), BZT_5 = 735 g/m^3 (zakres wartości: 188÷2.127 g/m^3), zawiesina ogólna = 722 g/m^3 (zakres wartości: 118÷1.847 g/m^3) oraz ekstrakt eterowy = 467 g/m^3 (zakres wartości: 4÷2.233 g/m^3). Wartość ekstraktu eterowego świadczy o tym, że do oczyszczalni ścieków w Daleszycach dopływają

znaczne ilości ścieków przemysłowych, zawierających tłuszcze. Z wykonanego bilansu kontrolnego wynika, że liczba obsługiwanych mieszkańców, przeliczonych na RLM, wynosi 6.343 osoby. Według tegoż bilansu, średnie stężenia zanieczyszczeń, to: BZT_5 = 735 g/m^3, ChZT = 1.336 g/m^3, zawiesina ogólna = 722 g/m^3, azot ogólny = 147 g/m^3 oraz fosfor ogólny = 22 g/m^3.

Autor opracowania stwierdził, że część mechaniczna oczyszczalni ścieków nie wymaga modernizacji i rozbudowy.

Wyniki obliczeń technologicznych, określających warunki pracy oczyszczalni ścieków w Daleszycach, dla bilansu kontrolnego wykazały, że ciąg technologiczny A może przyjąć 40% powstających ścieków, tj. 207 m^3/d. Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że istniejące reaktory typu SBR dla ciągu technologicznego A, o pojemności 209 m^3 łącznie, pracować powinny w układzie 3,4 cykli na dobę, o czasie trwania cyklu – 7,1 h.

Dla ciągu technologicznego B przyjęto, że ilość ścieków kierowana do tego ciągu wyniesie 311 m^3/d (łączna ilość ścieków, dla obu ciągów technologicznych – 518 m^3/d). Liczbę cykli pracy w ciągu doby oraz wynikający z tego czas trwania cyklu, przyjęto takie same jak dla ciągu technologicznego A.

Przeprowadzone przez Autora rozważania wykazały, że dla osiągnięcia wymaganej jakości ścieków oczyszczonych możliwe jest wykorzystanie tylko istniejących reaktorów biologicznych, bez konieczności ich rozbudowy – ale tylko przy obniżonej ilości ścieków oczyszczanych oraz obniżonych ładunkach zanieczyszczeń, w stosunku do stanu istniejącego i docelowego.

W odniesieniu do części osadowej określono, że w okresie zimy sucha masa powstającego osadu wyniesie – 501 kg s.m./d, a jego objętość – 51 m^3/d. Do przeróbki powstających osadów przewidziano wykorzystanie istniejących zbiorników stabilizacji tlenowej, przy czym, rzeczywisty czas stabilizacji wyniesie zaledwie ok. 5 dni, co jest wielkością 2÷3-krotnie mniejszą od wymaganego, określonego na poziomie 10÷15 dni.

W podsumowaniu Autor stwierdza, że jedynym skutecznym działaniem pozwalającym na uzyskanie wymaganej jakości ścieków oczyszczonych oraz właściwej przeróbki osadów ściekowych, jest rozbudowa oczyszczalni, przy czym część biologiczna wymagałaby zwiększenia pojemności reaktorów biologicznych o ok. 100% oraz zwiększenie objętości zbiorników do stabilizacji tlenowej osadów – o 300%. Ze względu na to, że istniejąca oczyszczalnia ścieków pracuje przy wykorzystaniu kilkunastu reaktorów SBR, Autor proponuje żeby istniejące reaktory wykorzystać jako zbiorniki do tlenowej stabilizacji osadu, natomiast właściwe oczyszczanie ścieków prowadzić w nowych reaktorach biologicznych, pracujących w układzie przepływowym lub w układzie z reaktorami sekwencyjnymi typu SBR. W opracowaniu można znaleźć stwierdzenie, że „*takie rozwiązanie pozwoli optymalnie wykorzystać istniejące urządzenia oraz przeprowadzić cały proces modernizacyjny bez wyraźnego pogorszenia warunków pracy istniejącej oczyszczalni*”. W opracowaniu podano również zalecenia dotyczące doraźnych działań zmierzających do poprawy funkcjonowania istniejącej oczyszczalni ścieków. Oto one:

- ograniczenie ilości ścieków, poprzez skierowanie ścieków dowożonych do innej oczyszczalni ścieków i przepompowanie części ścieków (ok. $^1/_3$) z istniejącej zlewni do innej oczyszczalni ścieków.
- zwiększenie przepustowości istniejących reaktorów biologicznych, poprzez wykorzystanie istniejących komór stabilizacji tlenowej do realizacji procesów biologicznego oczyszczania ścieków; powstający osad byłby kierowany do innej oczyszczalni ścieków, w której możliwa byłaby sposobność jego przeróbki.
- wprowadzenie zmian w cyklu pracy reaktorów SBR, poprzez wyeliminowanie fazy anoksycznej, niezbędnej do realizacji procesu denitryfikacji, który to proces nie jest wymagany ze względu na wymagania dotyczące jakości ścieków oczyszczonych.
- budowa nowego, oddzielnego odtłuszczacza bądź odtłuszczacza połączonego z piaskownikiem (piaskownik napowietrzany).

Analizując treść omawianego opracowania można zauważyć, że jego Autor nie przeprowadził szczegółowej analizy ilości i jakości ścieków dopływających do oczyszczalni, dla stanu obecnego i perspektywy. Podane przez Autora ilości ścieków na poziomie 517 m^3/d (łącznie dla obu ciągów technologicznych) są zaniżone i wydaje się, że dla określenia zakresu rozbudowy i modernizacji oczyszczalni ścieków należałoby przyjąć, że średnia dobowa ilość ścieków powinna być przyjęta tak jak w projekcie podstawowym, tj. 750 m^3/d. Dalszy zakres tego opracowania nie obejmuje szczegółowej analizy stężeń zanieczyszczeń na podstawie aktualnie prowadzonych badań. Na podstawie szczegółowej analizy danych wyjściowych należałoby jednoznacznie określić liczbę mieszkańców równoważnych (RLM), gdyż ma to decydujący wpływ na określenie wymaganego zakresu oczyszczania (konieczne jest stwierdzenie, czy niezbędne jest częściowe usuwanie związków azotu i fosforu).

W opracowaniu ograniczono się jedynie do analizy pracy istniejącej oczyszczalni ścieków oraz wskazano ogólne zalecenia dotyczące rozbudowy i modernizacji oczyszczalni ścieków, bez określenia wymaganej pojemności i wyposażenia reaktorów biologicznych, czy to w układzie przepływowym czy też w układzie sekwencyjnym. Zasadniczo pominięto też zagadnienie związane z usuwaniem tłuszczów (obniżenie ekstraktu eterowego) odprowadzanych z istniejących zakładów produkcyjnych. Zdaniem autorów niniejszego opracowania, należałoby przeprowadzić badania dotyczące ilości i jakości ścieków z zakładów produkcyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem wartości ekstraktu eterowego. Być może istniejące w zakładach separatory tłuszczu mają zbyt małą wydajność i związaną z tym efektywność działania.

5.1.3. Analiza danych wyjściowych do opracowania koncepcji rozbudowy i modernizacji oczyszczalni ścieków w Daleszycach

Przedmiotowa oczyszczalnia ścieków obsługuje miejscowości: Daleszyce, Danków i Wójtostwo. Po zrealizowaniu całego systemu kanalizacyjnego, oczyszczalnia ta będzie obsługiwać

3.414 mieszkańców. Ponadto, do oczyszczalni trafiają ścieki z zakładu masarskiego oraz zakładu produkcji smalcu, jak też z małych zakładów autohandlu. Brak jest pomiarów ilości ścieków odprowadzanych z tych zakładów. Według koncepcji systemu kanalizacyjnego gminy Daleszyce docelowo, do oczyszczalni w Daleszycach, doprowadzane będą ścieki z Kranowa, Brzechowa i Niw, w których to jednostkach osadniczych liczba mieszkańców wynosi: 2.451 mieszkańców. Można zatem przyjąć, że docelowo, przedmiotowa oczyszczalnia będzie przyjmować ścieki od 5.407 mieszkańców. Zakładając, że docelowo liczba mieszkańców wzrośnie o ok. 10% to liczba obsługiwanych mieszkańców wyniesie ok. 6.000. Przyjmując, że jednostkowa ilość ścieków wynosi 0,1 m^3/M·d, to średnia dobowa ilość ścieków bytowo-gospodarczych wyniesie $Q_{dśr}$ = 600 m^3/d. Oczyszczalnia ścieków była projektowana na ilość ścieków wynoszącą $Q_{dśr}$ = 750 m^3/d (wielkość podana również w pozwoleniu wodnoprawnym). Różnica między podanymi wielkościami, wynosząca 150 m^3/d, może być przyjęta jako ta, która charakteryzuje ścieki pochodzące z zakładów produkcyjnych i autohandlu.

Biorąc powyższe pod uwagę, przyjęto następujące charakterystyczne ilości ścieków:

- średnia dobowa ilość ścieków $Q_{dśr}$ = 750 m^3/d,
- maksymalna dobowa ilość ścieków Q_{dmax} = 950 m^3/d,
- maksymalna godzinowa ilość ścieków Q_{hmax} = 65 m^3/d.

Przyjęte tu wielkości zawierają w sobie pewną rezerwę hydrauliczną bowiem, na podstawie danych pochodzących z lat 2010-2011, średnia dobowa ilość ścieków wynosi ok. 660 m^3/d. Pozostawiona rezerwa będzie wykorzystana przy rozbudowie systemu kanalizacyjnego jednostek osadniczych położonych w zlewni oczyszczalni ścieków.

Dane dotyczące składu ścieków i wynikających z tego ładunków zanieczyszczeń przyjęto na podstawie analiz z lat 2010-2011, Informacje na ten temat które omówiono w punkcie 5.1.1.2. niniejszego opracowania. Oceniając wartości stężenia zanieczyszczeń wzięto pod uwagę, że na terenie oczyszczalni istnieją zbiorniki retencyjne o łącznej pojemności 170 m^3. Daje to podstawę do przyjęcia średnich stężeń zanieczyszczeń, wynikających z przeprowadzonej analizy. Z tego też względu, przyjęto średnie stężenia zanieczyszczeń, określone na podstawie 12 dostępnych badań z lat 2010-2011, na poziomie:

- BZT_5 = 400 g/m^3,
- ChZT = 675 g/m^3,
- zawiesina ogólna = 315 g/m^3.

Biorąc pod uwagę średni dobowy przepływ ścieków oraz średnią wartość BZT_5, równoważna liczba mieszkańców wyniesie:

$$RLM = \frac{750 \cdot 400}{60} = 5.000$$

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. wymagana jakość ścieków oczyszczonych powinna spełniać następujące warunki:

- $BZT_5 \leq 25$ g/m^3,
- ChZT ≤ 125 g/m^3,
- zawiesina ogólna ≤ 35 g/m^3,

przy przyjęciu, że odbiornikiem ścieków jest woda płynąca i w związku z tym nie jest konieczne obniżenie stężenia azotu ogólnego i fosforu ogólnego.

5.1.4. Koncepcja rozbudowy i modernizacji oczyszczalni ścieków w Daleszycach

Na podstawie danych, zawartych w punkcie 5.1.1.2., przeprowadzono obliczenia reaktorów biologicznych, przy wykorzystaniu programu komputerowego „*Ekspert osadu czynnego ver. 1.27*" bazującego na wytycznej ATV A131P. Wyniki obliczeń zamieszczono w załączniku nr 2 do niniejszego opracowania.

Zgodnie z sugestiami zawartymi w opracowaniu dr. J. Sikory rozpatrzono dwa warianty rozbudowy i modernizacji przedmiotowej oczyszczalni ścieków. Pierwszy z nich to utrzymanie dotychczasowego układu, bazującego na reaktorach sekwencyjnych typu SBR, z wydzieloną tlenową stabilizacją osadu, a drugi to układ z zastosowaniem reaktorów przepływowych, współpracujących z osadnikiem wtórnym.

Przeprowadzone obliczenia wykazały, że wymagana pojemność reaktorów biologicznych nie może być mniejsza od 367 m^3. Wielkość tę uzyskano przy ładunku BZT_5 = 300 kg/d, stężeniu osadu w reaktorze – 4 kg s.m./m^3, obciążenie osadu ładunkiem zanieczyszczeń organicznych – 0,2 kg BZT_5/kg s.m.·d oraz wieku osadu – 5 d. Podana objętość odzwierciedla sytuację gdzie zamiast istniejących reaktorów sekwencyjnych typu SBR zastosowany byłby układ przepływowy, tzn. reaktor biologiczny współpracujący z osadnikiem wtórnym.

W układzie przepływowym, którego zastosowanie wiązałoby się z koniecznością likwidacji istniejącej oczyszczalni ścieków, reaktor biologiczny o pojemności 367 m^3 byłby przygotowany do usuwania węgla organicznego. Zgodnie z załączonymi wynikami obliczeń, reaktor biologiczny współpracowałby z osadnikiem wtórnym poziomym radialnym o średnicy 10 m i miarodajnej głębokości – 3,62 m. Taki osadnik pracowałby przy obciążeniu powierzchni 0,83 m/h i obciążeniu objętością osadu – 397 dm^3/m^2·h. Działanie takiego układu wymagałoby zastosowania recyrkulacji osadu, z osadnika wtórnego do reaktora biologicznego, którego stopień nie powinien być niższy od 0,75 (75%).

W wariancie, w którym przewidywano by pozostawienie istniejącego układu, pojemność reaktorów biologicznych powinna być większa niż by to wynikało z przeprowadzonych obliczeń. Przyjmując, że reaktory SBR pracować będą w układzie 3 cykli na dobę długość trwania poszczególnych faz proponuje się przyjąć następująco:

- faza napełniania i mieszania – 60 minut,
- faza napowietrzania – 330 minut,
- faza sedymentacji – 60 minut,
- faza dekantacji – 30 minut.

Z tak przyjętych czasów trwania poszczególnych faz wynika, że pojemność reaktorów typu SBR powinna być większa od wykazanej w obliczeniach i powinna wynosić:

$$\sum V_{SBR} = 367 \cdot \frac{24}{24 - 3 \cdot (1{,}0 + 0{,}75)} = 452 \text{ m}^3$$

Taka pojemność reaktorów SBR jest mniejsza od pojemności rzeczywistej która, w odniesieniu do całej oczyszczalni ścieków, wynosi ΣV_{SBR} = 525 m^3, co jest wielkością o 16% mniejszą. Ta ostatnia wielkość stanowić będzie rezerwę związaną z rozbudową systemu kanalizacyjnego.

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że wymagany transfer tlenu nie powinien być niższy od $\alpha \cdot OC$ = 17,7 kg O_2/h, a ilość doprowadzanego powietrza – 50 m^3/min. Istniejące dmuchawy są w stanie pokryć zapotrzebowanie na sprężone powietrze i w związku z tym nie jest wymagane dostawienie dodatkowych dmuchaw.

W trakcie oczyszczania ścieków powstawać będzie nadmierny osad czynny, którego sucha masa wyniesie 293 kg s.m./d. Przy uwodnieniu osadu – 99,3% jego objętość to 42 m^3/d. Zakładając, że osad nie będzie poddawany zagęszczaniu przed jego wprowadzeniem do komór stabilizacji tlenowej, pojemność tych komór nie powinna być mniejsza od 627 m^3. Jest to zatem pojemność 4,5-krotnie większa od pojemności istniejących komór (w obliczeniach przyjęto, że czas stabilizacji osadu wyniesie 15 d). Wobec tego, że istniejące zbiorniki stabilizacji tlenowej osadu charakteryzuje pojemność 140 m^3, to mogą one przyjąć nie więcej niż 10 m^3/d osadu. Spełnienie tego warunku byłoby możliwe wówczas, gdyby przed komorami stabilizacji osadu zainstalować zagęszczacz mechaniczny, który powinien zapewnić uwodnienie osadu na poziomie 96%. Można by tu wziąć pod uwagę zagęszczacz typu SCRUDRAIN oferowany przez EKOFINN-POL Sp. z o.o. w Gdańsku, typu AD 04C, którego przepustowość wynosi 100 kg s.m./h. Wynika z tego, że zagęszczacz nie pracowałby dłużej niż 3 h/d. Działanie zagęszczacza wymagać będzie dostarczenia roztworu polielektrolitu. Przy dawce polielektrolitu – 5 g/kg s.m., jego dobowe zużycie wyniesie ok. 1,5 kg/d. Układ wysokościowy istniejącej oczyszczalni ścieków wymusza konieczność podniesienia powstających osadów na wysokość pozwalającą na dostarczenie tych osadów do istniejących komór stabilizacji. Wiązałoby się to z koniecznością budowy zbiornika osadu o pojemności ok. 5 m^3, w którym to zainstalowana byłaby pompa podająca osad.

Powstający, zagęszczony osad podawany byłby do istniejącej stacji mechanicznego odwadniania. Wydajność działającej prasy taśmowej jest wystarczająca do odwodnienia powstających osadów, przy założeniu, że prasa będzie działała kilka godzin w ciągu doby.

Podjęcie decyzji o ostatecznym zagospodarowaniu osadu ściekowego wymagać będzie przeprowadzenia badań kontrolnych z uwzględnieniem właściwości bakteriologicznych

i parazytologicznych oraz określeniem zawartości metali ciężkich w osadzie. Spełnienie warunków wynikających z obowiązującego aktu prawnego (Rozporządzenie Ministra Środowiska z 2010 r.) pozwoli na rolnicze zagospodarowanie osadu.

Istotnym problemem, wymagającym rozwiązania, jest ograniczenie wartości ekstraktu eterowego, którego stężenie w skrajnym przypadku (patrz – ekspertyza wykonana przez dr. J. Sikorę, przekracza 2.000 g/m^3; badanie z dn. 21.04.2009 r.). Rozwiązanie tego problemu, dotyczącego dwóch zakładów przemysłowych (ubojnia i produkcja smalcu) wymagałoby zwiększenia efektywności działania separatorów tłuszczu, zainstalowanych w tych zakładach. Możliwe to jest poprzez dostawienie dodatkowych separatorów oraz wprowadzenie biopreparatów do rozkładu tłuszczy (np. produktów firmy bioArcus Sp. z o.o., ul. Białostocka 22 lok. 9, 03-741 Warszawa).

5.1.5. Podsumowanie

Przeprowadzone rozważania oraz obliczenia wykazały, że istniejący układ technologiczny oczyszczalni ścieków w Daleszycach nie wymaga zwiększenia pojemności reaktorów sekwencyjnych typu SBR – działających obecnie. Istniejąca pojemność reaktorów – 525 m^3 jest absolutnie wystarczająca do przeprowadzenia skutecznego procesu oczyszczania ścieków, z usuwaniem tylko związków węgla organicznego. Ze względu na wielkość oczyszczalni oraz odbiornik w postaci wody płynącej, nie jest wymagane usuwanie związków azotu i fosforu.

Modernizacji wymaga część osadowa przedmiotowej oczyszczalni ścieków. Istniejące komory do prowadzenia procesu tlenowej stabilizacji osadu są zdecydowanie za małe w odniesieniu do stanu istniejącego. W związku z tym niezbędne jest dobudowanie dodatkowych komór stabilizacji lub też, w przypadku decyzji o pozostawieniu istniejących komór bez ich rozbudowy, dobudowanie układu zagęszczania osadu.

Absolutnie konieczne jest działanie władz Miasta i Gminy mające na celu zwiększenie efektywności działania separatorów tłuszczu, zainstalowanych w zakładach przemysłowych. Można by to osiągnąć przez dawkowanie do ścieków biopreparatu do rozkładu tłuszczów lub/i zwiększenie wydajności istniejących separatorów (dobudowa nowych jednostek).

Decyzja dotycząca ostatecznego zagospodarowania osadu powinna być podjęta po przeprowadzeniu badań obejmujących właściwości bakteriologiczne, parazytologiczne oraz zawartość metali ciężkich.

5.2. Oczyszczalnia ścieków w Marzyszu

5.2.1. Wprowadzenie

Oczyszczalnia ścieków w Marzyszu przeznaczona jest do przyjmowania i oczyszczania ścieków pochodzących z miejscowości: Marzysz – zamieszkałej przez 770 mieszkańców (Marzysz I – 244 M, Marzysz II – 256 M, Kaczyn – 107 M, Podmarzysz – 117 M, Znojów – 46 M), Słopiec –

zamieszkałej przez 702 mieszkańców (Słopiec Szlachecki – 436 M, Słopiec Rządowy – 266 M), Suków – zamieszkałej przez 2.039 mieszkańców oraz Borków – zamieszkałej przez 561 mieszkańców. Możliwe jest również przyjmowanie ścieków od części mieszkańców Kranowa oraz Mójczy. Docelowo, przyjęto, że liczba mieszkańców, obsługiwana przez system kanalizacyjny „Marzysz" wyniesie 4.072 mieszkańców, a w perspektywie – ok. 8.000 mieszkańców.

Istniejąca oczyszczalnia ścieków została zaprojektowana i zrealizowana przy założeniu dwuetapowości jej pracy. Obecnie, w pierwszym etapie, oczyszczalnia przygotowana jest do przyjęcia 370 m^3/d ścieków. Po wybudowaniu realizowanej aktualnie sieci kanalizacyjnej w zlewni oczyszczalni, będzie ona w stanie, w drugim etapie, przyjąć 950 m^3/d ścieków. Planowany termin realizacji drugiego etapu to wiosna 2012 r.

Projektowana ilość ścieków dopływających do oczyszczalni, w pierwszym etapie budowy, to:

- średnia dobowa, $Q_{dśr}$ = 370 m^3/d,
- maksymalna dobowa, Q_{dmax} = 444 m^3/d,
- maksymalna godzinowa, Q_{hmax} = 37 m^3/h.

Projektowana ilość ścieków dopływających do oczyszczalni, w drugim etapie budowy, to:

- średnia dobowa, $Q_{dśr}$ = 950 m^3/d,
- maksymalna dobowa, Q_{dmax} = 1.138 m^3/d,
- maksymalna godzinowa, Q_{hmax} = 86 m^3/h.

Pozwolenie wodnoprawne, udzielone Gminie Daleszyce przez Starostwo Powiatowe w Kielcach (nr decyzji: RO.II.6223-33/03 oraz RO.II.6223-45/05) określa, że dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych nie będą przekraczać:

- BZT_5 = 25 g/m^3,
- ChZT = 125 g/m^3,
- zawiesina ogólna = 35 g/m^3.

Ścieki oczyszczone odprowadzane są do rzeki Czarnej Nidy, w km 30+000.

Pozwolenie wodnoprawne jest ważne do 31 lipca 2013 r.

Według danych, uzyskanych od eksploatatora oczyszczalni ścieków (Zakład Gospodarki Komunalnej w Daleszycach), w roku 2010, poddano oczyszczaniu około 40.000 m^3/a, co odpowiada średniej dobowej ilości ścieków $Q_{dśr}$ = 110 m^3/d. W pierwszym półroczu 2011 roku oczyszczaniu poddano 24.007 m^3 ścieków, co odpowiada średniej dobowej ilości ścieków $Q_{dśr}$ = 130 m^3/d. W obu okresach ilość oczyszczanych ścieków jest znacznie mniejsza od przepustowości przewidzianej dla I-go etapu budowy oczyszczalni. W roku 2010 stanowiła ona 30% przepustowości a w roku 2011 – 35% przepustowości projektowanej.

Przy ocenie jakości ścieków wykorzystano dane uzyskane z ZGK w Daleszycach. Jest to 7 badań wykonanych w latach 2010-2011 (badania raz na kwartał, zgodnie z pozwoleniem wodnoprawnym). W odniesieniu do ścieków dopływających do oczyszczalni można podać następujące dane:

- BZT_5 – w zakresie: od 64 g/m^3 do 500 g/m^3, przy wartości średniej – 225 g/m^3,
- ChZT – w zakresie: od 98 g/m^3 do 609 g/m^3, przy wartości średniej – 330 g/m^3,
- zawiesina ogólna – w zakresie: od 37 g/m^3 do 660 g/m^3, przy wartości średniej – 220 g/m^3.

Występujące niskie stężenia zanieczyszczeń świadczą o tym, że do sieci kanalizacyjnej dopływają znaczne ilości wód infiltracyjnych.

Ścieki oczyszczone można scharakteryzować następującymi wartościami i stężeniami zanieczyszczeń:

- BZT_5 – w zakresie: 3,6 g/m^3 do 18 g/m^3, przy wartości średniej – 10 g/m^3,
- ChZT – w zakresie: od 19 g/m^3 do 60 g/m^3, przy wartości średniej – 40 g/m^3,
- zawiesina ogólna – w zakresie: od 10 g/m^3 do 25 g/m^3, przy wartości średniej – 17 g/m^3.

Z powyższego wynika, że wartości i stężenia zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych spełniają wymagania określone w aktualnie obowiązującym pozwoleniu wodnoprawnym.

Z charakterystyki ścieków dopływających do oczyszczalni, przy średnim dobowym przepływie ścieków z lat 2010-2011 na poziomie 120 m^3/d, wynika, że ładunki zanieczyszczeń zawarte w tych ściekach kształtują się na poziomie:

- BZT_5 – 27 kg/d,
- ChZT – 40 kg/d,
- zawiesina ogólna – 26 kg/d.

Wynika z tego, że aktualna równoważna liczba mieszkańców wynosi RLM = 450, co jest wielkością nieporównywalną z wynikającą liczbą mieszkańców zasiedlających teren zlewni przedmiotowej oczyszczalni ścieków. Określony aktualny ładunek zanieczyszczeń, odniesiony do BZT_5, stanowi zaledwie 13% ładunku przyjętego w projekcie dla I-go etapu budowy, tj. dla przepustowości 370 m^3/d i wartości BZT_5 w ściekach surowych – 565 g/m^3.

Odnosząc się do powyższych danych można jednoznacznie stwierdzić, że nie ma żadnych podstaw do rozbudowy istniejącej oczyszczalni ścieków, dla której to przyjęto, że średnia dobowa ilość ścieków wyniesie 950 m^3/d a ładunek BZT_5 – 432 kg/d.

5.2.2. Istniejąca oczyszczalnia ścieków

Istniejąca oczyszczalnia ścieków w Marzyszu to oczyszczalnia mechaniczno-biologiczna przystosowana do zintegrowanego usuwania węgla organicznego (obniżenie BZT_5 i ChZT) oraz związków azotu i fosforu.

Z ustaleń zawartych w pozwoleniu wodnoprawnym oraz wymagań określonych w rozporządzeniu Ministra Środowiska, z dnia 24 lipca 2006 r., wynika, że dla tej wielkości oczyszczalni ścieków nie jest wymagane usuwanie związków azotu i fosforu.

W skład istniejącej oczyszczalni ścieków wchodzą następujące obiekty i urządzenia technologiczne:

- pompownia ścieków surowych z rzadką kratą koszową o prześwitach 40 mm, z zainstalowanymi pompami zatapialnymi (2 + 1R) firmy Metalchem MS1-32Z,
- sito szczelinowe obrotowe HUBER ROTOMAT Ro9/500 z praską odwadniającą do skratek, zlokalizowane w kontenerze technologicznym,
- piaskownik poziomy ze skośnym przenośnikiem odwadniającym piasek,
- punkt zlewny ścieków dowożonych, zaopatrzony w stanowisko zlewcze z kratą oraz ultradźwiękową sondą poziomu,
- blok oczyszczania biologicznego, w skład którego wchodzą:
  - 2 komory beztlenowe o objętości łącznej V = 106 m^3, wyposażone w wolnoobrotowe mieszadła o osi pionowej i przegrody zapewniające wymieszanie dopływających ścieków z recyrkulowanym osadem,
  - 2 komory denitryfikacji o objętości łącznej V = 514 m^3, wyposażone w wolnoobrotowe mieszadła o osi poziomej oraz układy pomiaru temperatury, odczynu ścieków, tlenu rozpuszczonego oraz gęstości osadu,
  - 2 komory nitryfikacji o objętości łącznej V = 1.380 m^3, wyposażone w pompy zatapialne recyrkulacji wewnętrznej, ruszty napowietrzające drobnopęcherzykowe z możliwością wyciągania poszczególnych sekcji (dyfuzory membranowe, rurowe) i układy pomiaru ilości tlenu rozpuszczonego,
  - 2 osadniki wtórne o przepływie pionowym, wyposażone w rury centralne z deflektorem, koryta odpływowe z obustronnie regulowanym przelewem pilastym, pompy zatapialne do recyrkulacji osadu czynnego lub usuwania nadmiernego osadu czynnego, pompy powietrzne do usuwania części pływających,
  - 2 komory zagęszczania osadu nadmiernego o pojemności 30 do 45 m^3, wyposażone w regulowany przelew do odprowadzania wód nadosadowych, pompy zatapialne do usuwania osadu zagęszczonego, zasuwy do opróżniania przewodu w okresie zimowym,
- stanowisko magazynowania osadu i stanowisko dmuchaw pod wiatą technologiczną,
- pomieszczenie odwadniania osadu wyposażone w prasę taśmową filtracyjną, flokulator obrotowy, pompę ślimakową osadu odwodnionego, przenośnik ślimakowy, stację z manualnym przygotowywaniem roztworu polielektrolitu, układ płukania ściekami oczyszczonymi,
- zbiornik ścieków oczyszczonych o pojemności czynnej V = 4 m^3, wyposażony w pompę zatapialną tłoczącą ścieki oczyszczone do układu spłukującego taśmy prasy poprzez panel filtracyjny,

- wylot kanału ścieków oczyszczonych z zamontowaną klapą zwrotną,
- rurociągi technologiczne, międzyobiektowe.

5.2.3. Koncepcja modernizacji istniejącej oczyszczalni ścieków

W ramach koncepcji pracy istniejącej oczyszczalni ścieków w Marzyszu przeprowadzono obliczenia przy założeniu, że ilość ścieków, pochodzących z wszystkich miejscowości które planowane są do objęcia systemem kanalizacji sanitarnej, wyniesie – tyle, ile przewidziano w pierwszym etapie budowy oczyszczalni, tj. $Q_{dśr}$ = 370 m^3/d. Ścieki te pochodzić będą od 4.072 mieszkańców, zamieszkałych w zlewni, co oznacza, że jednostkowa ilość ścieków, odniesiona do 1 mieszkańca wyniesie 0,09 m^3/M·d. Jest to wielkość która dobrze odzwierciedla ścieki powstające na terenie wiejskich jednostek osadniczych (według badań przeprowadzonych w Politechnice Warszawskiej, jednostkowe zużycie wody na terenach wiejskich wynosi, średnio 0,08 m^3/M·d). W związku z powyższym, docelowa ilość ścieków, która będzie odprowadzana po skanalizowaniu całej zlewni oraz po wyeliminowaniu wód infiltracyjnych wyniesie tyle, ile przewidywano dla pierwszego etapu budowy oczyszczalni ścieków. Ostatecznie więc, do obliczeń przyjęto następujące charakterystyczne ilości ścieków – jako wielkości docelowe:

- średnia dobowa ilość ścieków $Q_{dśr}$ = 370 m^3/d,
- maksymalna dobowa ilość ścieków Q_{dmax} = 444 m^3/d,
- maksymalna godzinowa ilość ścieków Q_{hmax} = 37 m^3/h.

Ładunki zanieczyszczeń określono dla docelowej liczby mieszkańców którzy będą obsługiwani przez oczyszczalnię (4.072 mieszkańców) oraz przy założeniu jednostkowych ładunków zanieczyszczeń, odniesionych do jednego mieszkańca, na poziomie: BZT_5 = 60 g/M·d, ChZT = 120 g/M·d oraz zawiesina ogólna = 70 g/M·d. **Przy bilansowaniu pominięto ładunki zanieczyszczeń odniesione do azotu i fosforu bowiem w świetle pozwolenia wodnoprawnego oraz obowiązujących przepisów prawnych nie jest konieczne usuwanie tych zanieczyszczeń.** Ostatecznie, w opracowaniu, przyjęto następujące obliczeniowe ładunki zanieczyszczeń:

- BZT_5 = 244 kg/d,
- ChZT = 488 kg/d,
- zawiesina ogólna = 285 kg/d.

Dla tak przyjętych danych wyjściowych przeprowadzono obliczenia zmierzające do określenia wielkości reaktorów biologicznych, posługując się programem komputerowym „*Ekspert osadu czynnego, ver. 1.27*”, opracowanego na podstawie wytycznej ATV A131P. Wyniki obliczeń dołączono do niniejszego opracowania w dwóch wariantach, tj. bez usuwania związków azotu i fosforu oraz z usuwaniem związków azotu i fosforu (załączniki: nr 3 i nr 4).

Bez usuwania związków azotu i fosforu, pojemność reaktora biologicznego nie powinna być mniejsza od 368 m^3, co jest wielkością 5,4-krotnie mniejszą od pojemności istniejących

i działających reaktorów biologicznych. Podaną niezbędną pojemność reaktora biologicznego uzyskano przy następujących parametrach charakteryzujących pracę reaktora:

- stężenie osadu czynnego – 4 kg s.m./m^3,
- obciążenie osadu czynnego ładunkiem BZT_5 – 0,17 kg BZT_5/kg s.m.·d,
- obciążenie objętości komory ładunkiem BZT_5 – 0,66 kg BZT_5/m^3·d,
- wiek osadu – 5 d.

Reaktor biologiczny może współpracować z istniejącym osadnikiem wtórnym o przepływie pionowym. Wówczas to obciążenie hydrauliczne powierzchni osadnika wyniesie 0,84 m/h, a obciążenie objętością osadu – 335 dm^3/m^2·h.

W związku z powyższym, modernizując istniejącą oczyszczalnię ścieków w Marzyszu należałoby wyłączyć z ruchu komorę beztlenową o pojemności 106 m^3, komorę denitryfikacji o pojemności 514 m^3 i jedną z komór nitryfikacji o pojemności 690 m^3. Wówczas to, w bloku biologicznego oczyszczania pozostałaby w ruchu jedna komora nitryfikacji traktowana jako komora tlenowa, której pojemność wyniosłaby 690 m^3, co jest wartością około 1,8-raza większą od pojemności wymaganej.

Jeżeli, w porozumieniu ze Starostwem Powiatowym w Kielcach, rozszerzono by pozwolenie wodnoprawne o usuwanie związków azotu i fosforu, to stężenia tych zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych nie powinny przekraczać, odpowiednio – 15 g/m^3 i 2,0 g/m^3. Jak wykazały przeprowadzone obliczenia (załącznik nr 4) wówczas to łączna pojemność komór nitryfikacji i denitryfikacji powinna wynosić 825 m^3. Wynika z tego, że można by wyłączyć z ruchu jedną komorę nitryfikacji i pozostawić w eksploatacji drugą komorę nitryfikacji o pojemności 690 m^3 oraz komorę denitryfikacji o pojemności 514 m^3. Wówczas to łączna pojemność tych dwóch stref wyniesie 1.204 m^3, co jest wielkością o blisko 50% wyższą od wymaganej. Oczywistym jest, że ta dodatkowa pojemność będzie stanowiła istotną rezerwę. Komora beztlenowa byłaby pozostawiona bez zmian.

Niezależnie od rozpatrywanego wariantu w trakcie oczyszczania ścieków powstawać będzie osad nadmierny którego sucha masa wynosić będzie ok. 290 kg s.m./d, co przy uwodnieniu 99,2% odpowiada objętości ok. 36 m^3/d. Zgodnie z istniejącym układem technologicznym osad ten jest zagęszczany w zagęszczaczu grawitacyjnym, znajdującym się w bloku biologicznego oczyszczania a następnie poddawany odwadnianiu z wykorzystaniem prasy taśmowej. Wielkość i wydajność prasy jest absolutnie wystarczająca do odwodnienia powstających osadów, do poziomu uwodnienia ok. 80%, co odpowiada objętości 1,45 m^3/d. Odwodniony osad może być wykorzystywany rolniczo pod warunkiem spełnienia wymagań dotyczących właściwości bakteriologicznych i parazytologicznych oraz zawartości metali ciężkich. W związku z tym konieczne jest przeprowadzenie stosownych badań.

5.2.4. Podsumowanie

Oczyszczalnia ścieków w Marzyszu obsługiwać będzie zlewnię sołectw: Suków, Marzysz, Borków, Słopiec, oraz, ewentualnie częściowo: Kranów i Mójcza. W chwili obecnej zlewnię zamieszkuje ok. 4.070 mieszkańców, a docelowo – około 8 tyś. mieszkańców.

Istniejąca oczyszczalnia ścieków, której docelowa przepustowość (pierwszy etap) wynosi 370 m^3/d, obecnie oczyszcza ścieki w ilości ok. 120 m^3/d, w tym znaczne ilości wód infiltracyjnych.

Jak wynika z prowadzonych badań jakościowych, stężenia zanieczyszczeń w ściekach dopływających do oczyszczalni są znacznie niższe niż przyjęte na etapie projektowania. Związane to jest także ze znaczną ilością wód infiltracyjnych.

Zgodnie z pozwoleniem wodnoprawnym, wydanym przez Starostwo Powiatowe w Kielcach, w ściekach oczyszczonych nie powinny być przekroczone wartości BZT_5 (25 g/m^3), ChZT (125 g/m^3) i stężenie zawiesiny ogólnej (35 g/m^3). Istniejąca oczyszczalnia ścieków została jednakże dostosowana do zintegrowanego usuwania związków węgla (BZT_5 i ChZT) oraz związków azotu i fosforu. Przeprowadzone obliczenia sprawdzające wykazały, że:

- w przypadku spełnienia wymagań określonych w pozwoleniu wodnoprawnym możliwe jest wyłącznie z pracy komory beztlenowej, komory denitryfikacji i jednej z komór nitryfikacji,
- w przypadku usuwania związków węgla organicznego, azotu i fosforu możliwe jest wyłączenie z pracy jednej z komór nitryfikacji; pozostawienie w eksploatacji komory beztlenowej, komory denitryfikacji i jednej komory nitryfikacji daje jeszcze około 50% rezerwę w odniesieniu do danych wyjściowych określonych jako I-y etap budowy oczyszczalni ścieków.

Reasumując można stwierdzić, że działająca obecnie oczyszczalnia ścieków jest przygotowana do przyjęcia ścieków w ilości 555 m^3/d, co jest wielkością znacznie przekraczającą potrzeby zlewni tej oczyszczalni. Do prawidłowej pracy oczyszczalni wystarczy jeden – istniejący – ciąg technologiczny, i to niezależnie od wymagań dotyczących jakości ścieków oczyszczonych. Istnieje znaczna rezerwa przepustowości umożliwiająca podłączanie nowych kompleksów osiedlowych – nawet do 4.000 mieszkańców.

Powyższe uwagi jednoznacznie wskazują, że budowa drugiego ciągu technologicznego jest absolutnie nieuzasadniona.

5.3. Oczyszczalnia ścieków w Szczecnie-Komórkach

5.3.1. Wprowadzenie

Istniejąca oczyszczalnia ścieków obsługuje miejscowości: Szczecno – o liczbie mieszkańców 733 oraz Komórki – o liczbie mieszkańców 428. Łącznie, liczba obsługiwanych mieszkańców, wyniesie docelowo – 1.161 osób.

Według danych, uzyskanych z Zakładu Usług Komunalnych, w 2010 r. oczyszczaniu poddano ścieki w ilości 21 tys. m^3/a, co odpowiada wielkości średniej dobowej – 58 m^3/d. W pierwszym półroczu roku 2011 oczyszczaniu poddano 10.354 m^3, co odpowiada wielkości średniej dobowej – 57 m^3/d.

Ścieki doprowadzane do oczyszczalni charakteryzują się bardzo niskimi stężeniami zanieczyszczeń, a mianowicie (badania prowadzone raz na kwartał – 7 pomiarów):

- BZT_5, w zakresie od 35 g/m^3 do 350 g/m^3, przy średniej – 125 g/m^3,
- ChZT, w zakresie od 81 g/m^3 do 614 g/m^3, przy średniej – 250 g/m^3,
- zawiesina ogólna, w zakresie od 37 g/m^3 do 660 g/m^3, przy średniej – 215 g/m^3.

Ścieki oczyszczone charakteryzowane są przez następujące wartości i stężenia zanieczyszczeń:

- BZT_5, w zakresie od 2,3 g/m^3 do 15 g/m^3, przy średniej – 10 g/m^3,
- ChZT, w zakresie od 25 g/m^3 do 67 g/m^3, przy średniej – 40 g/m^3,
- zawiesina ogólna, w zakresie od 10 g/m^3 do 34 g/m^3, przy średniej – 20 g/m^3.

Zgodnie z decyzją Starosty Powiatowego w Kielcach (nr RO.II.6223-43/06) z dnia 12 października 2006 r., ścieki oczyszczone powinny się charakteryzować następującymi stężeniami zanieczyszczeń:

- $BZT_5 \leq 25$ g/m^3,
- ChZT$\leq$ 125 g/m^3,
- zawiesina ogólna $\leq$ 35 g/m^3.

Wynika z tego, że nie jest wymagane usuwanie związków azotu i fosforu – co jest zgodne z aktualnie obowiązującymi przepisami prawnymi.

5.3.2. Istniejąca oczyszczalnia ścieków

Zgodnie z projektem technologicznym, opracowanym przez firmę BIO-TECH Sp. z o.o., oczyszczalnia ścieków powinna być przygotowana do oczyszczania następujących ilości ścieków:

- średnia dobowa ilość ścieków $Q_{dśr}$ = 300 m^3/d, w tym ścieki dowożone – 80÷100 m^3/d,
- maksymalna dobowa ilość ścieków Q_{dmax} = 360 m^3/d,
- maksymalna godzinowa ilość ścieków Q_{hmax} = 30 m^3/h.

Założono też, że ładunki zanieczyszczeń przyjęte dla oczyszczalni ścieków to: BZT_5 = 230 kg/d (wartość BZT_5 – 730 g/m^3), zawiesina ogólna = 260 kg/d (stężenie – 870 g/m^3), azot ogólny = 40 kg/d (stężenie – 130 g/m^3) oraz fosfor ogólny = 7,5 kg/d (stężenie – 25 g/m^3). Dane te dotyczą mieszaniny ścieków dowożonych i dopływających siecią kanalizacyjną. Dla ścieków dopływających siecią kanalizacyjną przyjęto: BZT_5 = 350 g/m^3 i zawiesina ogólna = 300 g/m^3, natomiast dla ścieków dowożonych, przyjęto: BZT_5 = 1.600 g/m^3 i zawiesina ogólna = 2.000 g/m^3.

Wszystkie te dane są zdecydowanie wyższe od danych uzyskanych w wyniku pomiarów i badań przeprowadzonych w funkcjonującej oczyszczalni ścieków (patrz punkt 5.3.1.).

Ścieki dowożone taborem asenizacyjnym trafiają do punktu zlewnego, w skład którego wchodzi sito obrotowe z praską do skratek. Następnie ścieki dowożone trafiają do zbiornika uśredniającego napowietrzanego. Dalej, ścieki te poddawane są chemicznemu oczyszczaniu z wykorzystaniem procesu wstępnej koagulacji z zastosowaniem glinianu sodowego. W instalacji tej znajduje się komora flokulacji oraz osadnik wstępny, w którym następuje separacja sflokulowanej zawiesiny. Tak przygotowane ścieki dowożone dopływają do pompowni głównej.

Ścieki dopływające siecią kanalizacyjną poddawane są oczyszczaniu mechaniczno-biologicznemu. Oczyszczanie mechaniczne realizowane jest z wykorzystaniem kraty oczyszczanej ręcznie oraz piaskownika pionowego napowietrzanego. Zasadniczy proces oczyszczania ścieków realizowany jest w reaktorach typu BIO-PAK w których to mogą być realizowane procesy nitryfikacji, denitryfikacji i sedymentacji wtórnej. Są to dwa bliźniacze reaktory (aktualnie pracuje jeden bioreaktor). Pojemność każdego z nich wynosi 412 m^3, w tym: pojemność strefy nitryfikacji wynosi – 186 m^3 a pojemność strefy denitryfikacji również – 186 m^3. Centralnie, w bioreaktorach umieszczone są osadniki wtórne o przepływie pionowym, średnicy 5,65 m i objętości czynnej – 40,8 m^3. Ścieki do osadnika doprowadzane są rurą centralną a następnie przepływają od dołu ku górze. W kompaktowych bioreaktorach prowadzona jest recyrkulacja wewnętrzna ścieków bogatych w azotany oraz recyrkulacja zewnętrzna osadu zgromadzonego w osadniku wtórnym.

Nadmiar fosforu usuwany jest w procesie strącania chemicznego przy czym koagulant (PIX) podawany jest do komory nitryfikacji.

W trakcie oczyszczania ścieków powstaje nadmierny osad czynny, którego ilość oceniono na poziomie 250 kg s.m./d (jednostkowy przyrost osadu – 0,83 kg s.m./kg BZT_5). Powstający osad kierowany jest do zbiornika umieszczonego w budynku techniczno-socjalnym. Do osadu dodawany jest flokulant Flopan a następnie osad kierowany jest ze zbiornika do prasy komorowej. Zagęszczony osad wywożony jest na plac i składowany w kontenerze.

5.3.3. Zalecenia

Oczyszczalnia ścieków dla zlewni Szczecno-Komórki została przygotowana do mechaniczno-biologicznego oczyszczania ścieków ze zintegrowanym usuwaniem związków węgla organicznego, azotu i fosforu. Zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi (rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. oraz aktualnie obowiązującym pozwoleniem wodnoprawnym) oraz biorąc pod uwagę, że docelowo liczba obsługiwanych mieszkańców wyniesie 1.161 osób, oczyszczalnia ścieków o takiej wielkości zobligowana jest jedynie do obniżenia wartości BZT_5 (do 25 g/m^3), ChZT (do 125 g/m^3) oraz stężenia zawiesiny ogólnej (do 35 g/m^3). W związku z tym, reaktory biologiczne powinny być przygotowane do usuwania tylko tych zanieczyszczeń, bez konieczności usuwania związków azotu i fosforu. Istniejąca komora denitryfikacji, zlokalizowana

w bioreaktorach typu Bio-Pak, powinna być przekształcona w napowietrzaną komorę osadu czynnego (istnieje w niej system napowietrzania, której zadaniem byłoby wyłącznie usuwanie związków węgla organicznego).

W istniejącej oczyszczalni ścieków zrealizowane zostały dwa bioreaktory przygotowane do przyjęcia ścieków w ilości 300 m^3/d, w tym ścieków dowożonych, w ilości 80÷100 m^3/d. Podane ilości ścieków nie odzwierciedlają stanu faktycznego. Obecnie, do oczyszczalni, trafiają ścieki w ilości 57 m^3/d, przy bardzo niewielkiej ilości ścieków dowożonych taborem asenizacyjnym (przyjęta w projekcie ilość ścieków dowożonych wymagałaby wykonania 8 do 10 kursów dziennie przy pojemności beczki taboru asenizacyjnego – 8 do 10 m^3). Uruchomienie drugiego bioreaktora byłoby uzasadnione wówczas, gdy ilość dobowa ścieków przekroczy 100 m^3/d, co wiązałoby się z rozbudową sieci kanalizacyjnej (przy 1.161 obsługiwanych mieszkańcach i objęciu ich wszystkich zbiorczym systemem kanalizacyjnym – ilość ścieków nie osiągnie podanej wyżej wielkości granicznej).

W ramach ewentualnych prac modernizacyjnych, należałoby rozpatrzyć możliwość:

- zmiany kraty oczyszczanej ręcznie na kratę oczyszczaną mechanicznie,
- uzupełnienia systemu napowietrzania w komorze denitryfikacji, w takim stopniu aby komora ta pełniła rolę komory nitryfikacji, a w rzeczywistości – komory przeznaczonej do usuwania związków węgla organicznego,
- zastosowania zagęszczacza mechanicznego (np. SCRUDRAIN), dystrybuowanego przez firmę Ekofinn-Pol w Gdańsku, umiejscowionego pomiędzy zbiornikiem osadu nadmiernego a prasą komorową.

6. Koncepcja rozwiązania systemu kanalizacyjnego dla sołectw gminy Daleszyce

6.1. Podstawy wyboru rozwiązania systemu kanalizacyjnego

W zdecydowanej większości tereny wiejskich jednostek osadniczych charakteryzują się rozproszoną zabudową, co stwarza istotne problemy w rozwiązaniu praktycznie wszystkich elementów infrastruktury technicznej. Dotyczy to w szczególności odprowadzania i unieszkodliwiania ścieków, a zatem systemów kanalizacyjnych. Charakter zabudowy narzuca więc konieczność wyboru pomiędzy centralnym i decentralnym systemem kanalizacyjnym. Wybór powinien być dokonany przy uwzględnieniu aspektów technologicznych, technicznych i ekonomicznych.

Zgodnie z Krajowym Programem Oczyszczania Ścieków Komunalnych (KPOŚK) zastosowanie scentralizowanego (zbiorczego) systemu kanalizacyjnego jest uzasadnione wówczas, gdy na jeden kilometr sieci kanalizacyjnej (z wyłączeniem przykanalików) przypada nie mniej niż 120 mieszkańców. Oznacza to, że jednostkowa długość sieci kanalizacyjnej nie powinna być większa od ok. 8 m/M. Przy założeniu wskaźnika 4 mieszkańców na jedno gospodarstwo jednostkowa długość sieci kanalizacyjnej nie powinna przekraczać 32 m/gospodarstwo (G). Graniczne jednostkowe długości sieci kanalizacyjnej będą też zależne od rodzaju zabudowy mieszkaniowej. Jeżeli będzie to zabudowa jednostronna to spełnione powinny być podane wyżej wymagania, natomiast przy zabudowie dwustronnej, wzdłuż ulicy jeden kilometr sieci będzie mógł obsługiwać nie więcej niż 240 mieszkańców. Utrzymanie wskaźnika na poziomie nie wyższym od 8 m/M wskazuje, że przy zabudowie dwustronnej długość sieci kanalizacyjnej obsługującej 240 mieszkańców (ok. 60 gospodarstw) nie powinna przekraczać 2 km. Przekroczenie podanych wskaźników długości sieci kanalizacyjnej wskazuje na konieczność stosowania zdecentralizowanego systemu kanalizacyjnego polegającego na budowie przydomowych (indywidualnych) oczyszczalni ścieków.

Każdorazowo przy wyborze systemu kanalizacyjnego należy wziąć pod uwagę warunki miejscowe, a przede wszystkim warunki gruntowo-wodne oraz istnienie i możliwość wykorzystania odbiornika ścieków oczyszczonych.

Wybór systemu kanalizacyjnego powinien być dokonany przy uwzględnieniu aspektów technologicznych, technicznych i ekonomicznych. O ile czynniki technologiczne i związane z tym czynniki techniczne są dość jednoznacznie określone (poprzez ilości ścieków i ładunki zanieczyszczeń w ściekach poddawanych oczyszczaniu oraz stężenia i ładunki zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych), to czynniki ekonomiczne muszą być przedmiotem odrębnej analizy obejmującej nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacji. W niniejszym opracowaniu rozważania ograniczono do oceny nakładów inwestycyjnych, odniesionych do przydomowych oczyszczalni ścieków (system indywidualny) i zbiorczego systemu odprowadzania i oczyszczania ścieków.

Generalnie można przyjąć, że wybór rozwiązania bazującego na przydomowych oczyszczalniach ścieków będzie uzasadniony tylko wtedy gdy spełniona będzie nierówność:

$$\Sigma I_{POŚ} \leq I_{ZOŚ} + I_{SK} \qquad (23)$$

gdzie:

$\Sigma I_{POŚ}$: sumaryczne nakłady inwestycyjne ponoszone przy budowie przydomowych oczyszczalni ścieków, zł,

$I_{ZOŚ}$: nakłady inwestycyjne ponoszone przy budowie zbiorczej oczyszczalni ścieków obsługującej tę samą liczbę mieszkańców co przydomowe oczyszczalnie ścieków, zł,

I_{SK} : nakłady inwestycyjne ponoszone przy realizacji sieci kanalizacyjnej obsługującej tę samą liczbę mieszkańców co przydomowe oczyszczanie ścieków i zbiorcza oczyszczalnia ścieków, zł.

Przyjęto tu założenie, że albo wszyscy mieszkańcy danej jednostki osadniczej podłączeni są do przydomowych (indywidualnych) oczyszczalni ścieków albo też korzystają ze zbiorczego systemu kanalizacyjnego. Bardzo często sytuacja jest zgoła odmienna bowiem część domów wyposażonych jest w przydomowe oczyszczalnie ścieków a część jest podłączona do oczyszczalni zbiorczej. Część domów może też mieć swoje indywidualne oczyszczalnie ścieków a część może być włączona do większej przydomowej oczyszczalni w ramach tzw. małej centralizacji.

Przyjmując, że każde gospodarstwo będzie korzystało ze swojej oczyszczalni o identycznym układzie technologicznym, to lewą stronę nierówności (23) można wyrazić jako iloczyn:

$$\Sigma I_{POŚ} = n \cdot i_{POŚ} \qquad (24)$$

gdzie:

n : liczba przydomowych oczyszczalni ścieków, -,

$i_{POŚ}$: nakłady inwestycyjne charakteryzujące przydomową oczyszczalnię ścieków, zł.

Jeżeli na terenie jednostki osadniczej znajdować się będą przydomowe oczyszczalnie ścieków o różnych układach technologicznych to wzór (24) przybiera postać:

$$\Sigma I_{POŚ} = n_1 \cdot i^1_{POŚ} + n_2 \cdot i^2_{POŚ} + \ldots + n_i \cdot i^i_{POŚ} \qquad (25)$$

gdzie:

i : liczba typów przydomowych oczyszczalni ścieków, -.

Nakłady inwestycyjne ponoszone przy budowie zbiorczych oczyszczalni ścieków można wyznaczyć ze wzoru:

$$I_{ZOŚ} = 4967 \cdot M^{0,731} \qquad (26)$$

gdzie:

M : liczba mieszkańców korzystających ze zbiorczej oczyszczalni ścieków.

Wartość I_{SK}, występującą we wzorze (23), można wyznaczyć z równania:

$$I_{SK} = M \cdot l_M \cdot i_{SK} \qquad (27)$$

gdzie:

l_M : jednostkowa długość sieci kanalizacyjnej, m/M,

i_{SK} : jednostkowe koszty budowy sieci kanalizacyjnej wraz z uzbrojeniem, zł/m; dla jednostek osadniczych o M ≤ 2.000 mieszkańców można tu przyjąć i_{SK} = 615 zł/m[9].

Biorąc pod uwagę powyższe zależności można przyjąć, że stosowanie przydomowych oczyszczalni ścieków będzie uzasadnione wówczas gdy będzie spełniony warunek:

$$i_{POŚ} \le \frac{4967 \cdot M^{0,731} + 615 \cdot M \cdot l_M}{n} \qquad (28)$$

Jako ilustrację powyższych rozważań, można podać dwa przykłady:

- dla liczby mieszkańców M = 500, przewidywanej liczby przydomowych oczyszczalni ścieków n = 125 oraz jednostkowej długości sieci kanalizacyjnej l_M = 8 m/M, jednostkowy koszt realizacji przydomowej oczyszczalni ścieków nie powinien być wyższy od:

$$i_{POŚ} = \frac{4967 \cdot (500)^{0,731} + 615 \cdot 500 \cdot 8}{125} \cong 23.400,- \text{zł}$$

- natomiast dla M = 1.000, n = 250 oraz l_M = 2 m/M, wartość ta wynosi:

$$i_{POŚ} \cong 8.000 \text{ zł}$$

Pierwsza z wartości $i_{POŚ}$ wskazuje na uzasadnione podjęcie decyzji o budowie przydomowych oczyszczalni ścieków natomiast druga, wskazuje na to, że uzasadniona byłaby budowa zbiorczego systemu kanalizacyjnego.

6.2. Propozycje rozwiązań układów kanalizacji sanitarnej dla sołectw gminy Daleszyce

Przy analizie ekonomicznej rozpatrywanych układów kanalizacyjnych przyjęto, w porozumieniu z Zakładem Usług Komunalnych w Daleszycach, następujące założenia dotyczące cen jednostkowych:

- przewody kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej DN200 : 615,- zł/m,
- przewody kanalizacji sanitarnej ciśnieniowej DN160 : 180,- zł/m,
- przewody tłoczne DN 90 DN 110: : 180,- zł/m,
- pompownia sieciowa : 150.000,- zł/szt.,
- pompownia przydomowa : 10.000,- ÷ 15.000,- zł/szt.,
- przykanaliki DN 160 : 350,- zł/m.

[9] zgodnie z informacją podaną przez Zakład Usług Komunalnych w Daleszycach.

Przyjmując ceny jednostkowe należy mieć świadomość, że wielkość tych cen kształtują różnorodne czynniki. Można tu przytoczyć takie składowe, jak: rodzaj gruntu, ukształtowanie terenu, warunki gruntowo-wodne, wyniki badań geotechnicznych i ich zakres, dostępność terenu pod inwestycje gminne i inne.

6.2.1. Borków

Charakterystyka miejscowości

Rejon Borkowa, położony jest nad Głównym Zbiornikiem Wód Podziemnych (GZWP) nr 418. Z uwagi na słabą izolację obszar ten jest zaliczony do wymagających ochrony ONO i OWO. Jednym z nakazów wynikających z istnienia GZWP nr 418 jest nakaz objęcia kanalizacją wszystkich zwodociągowanych wsi i osiedli mieszkaniowych, które dotychczas takiej kanalizacji nie mają. Na obszarach tych obowiązuje m.in. zakaz wprowadzania ścieków do ziemi i wód powierzchniowych, zakaz rolniczego wykorzystania ścieków oraz zakaz budowy nowych wodociągów wiejskich i osiedlowych w jednostkach osadniczych bez kanalizacji i lokalnej oczyszczalni ścieków.

Na terenie sołectwa Borków znajduje się Cisowsko-Orłowiński Obszar Chronionego Krajobrazu (C-OOChK).

Sołectwo Borków charakteryzuje obszar o dominującej funkcji rekreacyjnej. Lasy w tym rejonie poddane są masowej i narastającej penetracji turystycznej. Na jego obszarze znajduje się zbiornik retencyjno-rekreacyjny „Borków". Zabudowa wsi ma charakter wsi wielodrożnej. Brak jest centrum mieszkaniowo-usługowego budującego przestrzeń publiczną.

Sołectwo zamieszkuje 561 osób (stan na: 30 czerwca 2011 r.). Przyjmując współczynnik 3,5 M na jedno gospodarstwo, można założyć, że w sołectwie znajduje się ok. 160 gospodarstw.

Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej

Uwzględniając uwarunkowania wynikające z ograniczeń narzuconych przez strefy ONO i OWO należy zauważyć, że w rejonie sołectwa Borków zabroniona jest m.in.: budowa przydomowych oczyszczalni ścieków, rolnicze wykorzystanie ścieków oczyszczonych, budowa nowych wodociągów wiejskich i osiedlowych w jednostkach osadniczych bez kanalizacji i lokalnej oczyszczalni ścieków. W związku z tym zdecydowanie postuluje się prowadzenie dalszych prac mających na celu całkowite skanalizowanie sołectwa, z odprowadzeniem ścieków do oczyszczalni w Marzyszu. Dla terenów które, ze względów technicznych i ekonomicznych, nie mogą być objęte systemem kanalizacji sanitarnej, bezwzględnie należy przewidzieć budowę zbiorników bezodpływowych z wywozem ścieków do stacji zlewnej w oczyszczalni ścieków w Marzyszu. Szczelność każdego zbiornika bezodpływowego powinna być potwierdzona stosownymi atestami.

6.2.2. Brzechów

Charakterystyka miejscowości

Sołectwo Brzechów charakteryzuje obszar o dominującej funkcji rolnej. Jest to teren o najkorzystniejszych, w skali gminy, warunkach dla rozwoju rolnictwa.

Zabudowa części Brzechowa to zabudowa częściowo zwarta i częściowo rozproszona, lokalizowana na długich dojazdach z drogi głównej, bez wyraźnie ukształtowanej linii zabudowy. Brak jest centrum mieszkaniowo – usługowego budującego przestrzeń publiczną. Wokół wsi Brzechów istnieją grupy zwartych zabudowań, z których największe skupisko to przysiółek Nowiny.

Sołectwo zamieszkuje 927 mieszkańców (stan na: 30 czerwca 2011 r.). Przyjmując współczynnik 3,5 M na jedno gospodarstwo, można założyć, że w sołectwie znajduje się ok. 265 gospodarstw.

Średnia dobowa ilość ścieków:

$$Q_{dśr} = 927 \cdot 0{,}08 = 74{,}0\ m^3/d.$$

Średnie dobowe ładunki zanieczyszczeń w ściekach surowych:

$$BZT_5 = 927 \cdot 0{,}06 = 55\ kg/d$$

$$\text{zawiesiny ogólne} = 927 \cdot 0{,}07 = 65\ kg/d$$

Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej

- *Wariant podstawowy:*

Budowa układu kanalizacyjnego (rys. 9), przygotowanego do przyjęcia wszystkich ścieków powstających na terenie zwartej zabudowy wsi Brzechów i transport zebranych ścieków do układu kanalizacji sanitarnej miasta Daleszyce i dalej, do oczyszczalni ścieków w Daleszycach. W skład systemu wchodzić będą przewody kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej (o długości L_{sk} = 3,6 km, I_{graw} = 2.214.000,- zł), przyłącza kanalizacyjne (o orientacyjnej liczbie n_{pk} = 205 szt. i przyjętej średniej długości jednego przyłącza l_{pk} = 12 m, I_{pk} = 861.000,- zł), pompownia sieciowa (1 szt., $I_{pomp} \cong$ 150.000,- zł) oraz przewód przesyłowy ciśnieniowy ($L_{ciśn}$ = 2,35 km, $I_{ciśn} \cong$ 423.000,- zł), transportujący zebrane ścieki do oczyszczalni w Daleszycach.

Przyjęto, że sieć kanalizacyjna obsługiwać będzie ok. 720 M, zamieszkałych w zwartej części zabudowy wsi. Pozostali mieszkańcy zaopatrzeni zostaną w przydomowe oczyszczalnie ścieków.

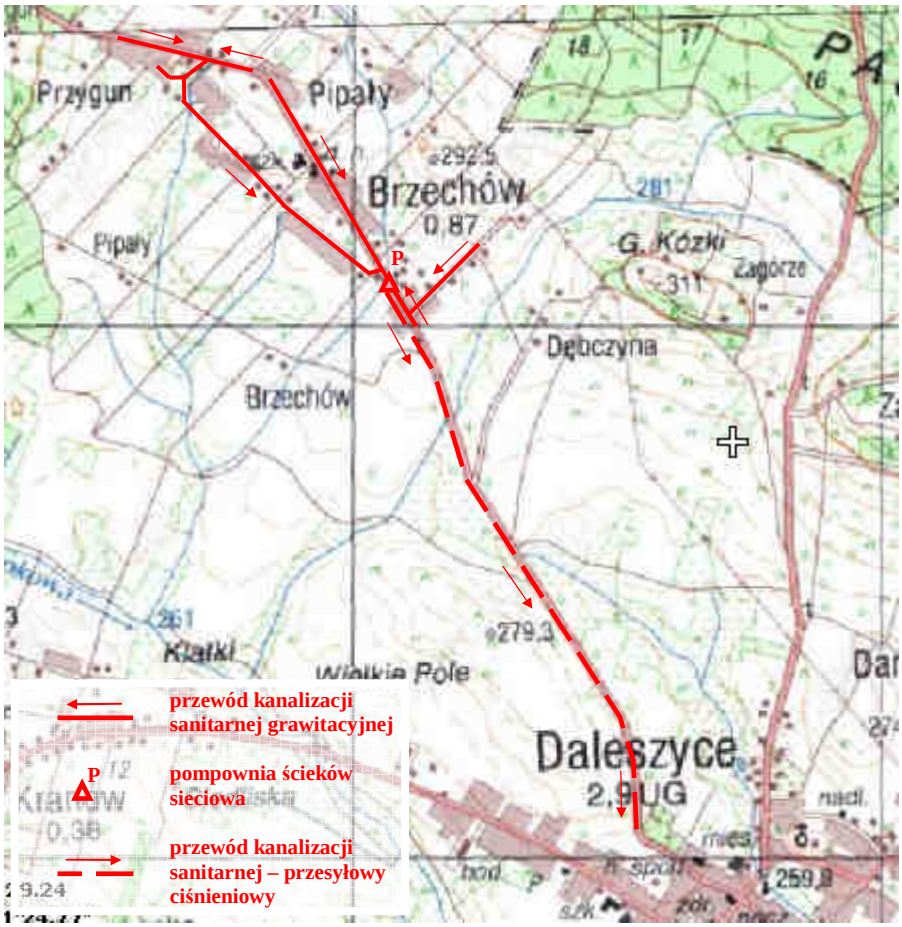
Łączny orientacyjny koszt realizacji układu wyniesie:

• przewody kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej	–	2.214.000,- zł
• przyłącza kanalizacyjne	–	861.000,- zł
• pompownia ścieków sieciowa	–	150.000,- zł
• przewód przesyłowy ciśnieniowy	–	423.000,- zł
Łącznie:	–	3.648.000,- zł

Orientacyjny koszt budowy całego układu w tym wariancie to: I ≅ 2.787.000,- zł (bez uwzględnienia przyłączy kanalizacyjnych) i, I ≅ 3.648.000,- zł (z uwzględnieniem przyłączy kanalizacyjnych). Jednostkowy wskaźnik kosztów realizacji powinien kształtować się na poziomie – odpowiednio: i_M ≅ 3.850,- zł/M oraz i_M ≅ 5.050,- zł/M.

W związku z tym, że część gospodarstw znajduje się w przysiółkach które zlokalizowane są w dalszej odległości od zabudowy zwartej wsi i nie mogą zostać objęte siecią kanalizacyjną (zostanie przekroczony wskaźnik: 8 m/M), należy przewidzieć zastosowanie przydomowych oczyszczalni ścieków. Dotyczy to około 10 skupisk gospodarstw, z których największe skupisko to przysiółek Nowiny. W uzasadnionych przypadkach możliwe jest zastosowanie, dla części zabudowy, tzw. „małej centralizacji".

Orientacyjny koszt jednej przydomowej oczyszczalni ścieków kształtuje się na poziomie ok. 14.000,- zł (zakup urządzeń i ich instalacja). Przyjmując orientacyjnie, że ok. 60 gospodarstw wymaga zastosowania przydomowych oczyszczalni ścieków, koszt realizacji tej inwestycji wyniesie około I ≅ 840.000,- zł.



Rys. 9: Schemat układu kanalizacyjnego dla sołectwa Brzechów – wariant podstawowy.

Wariant zastępczy:

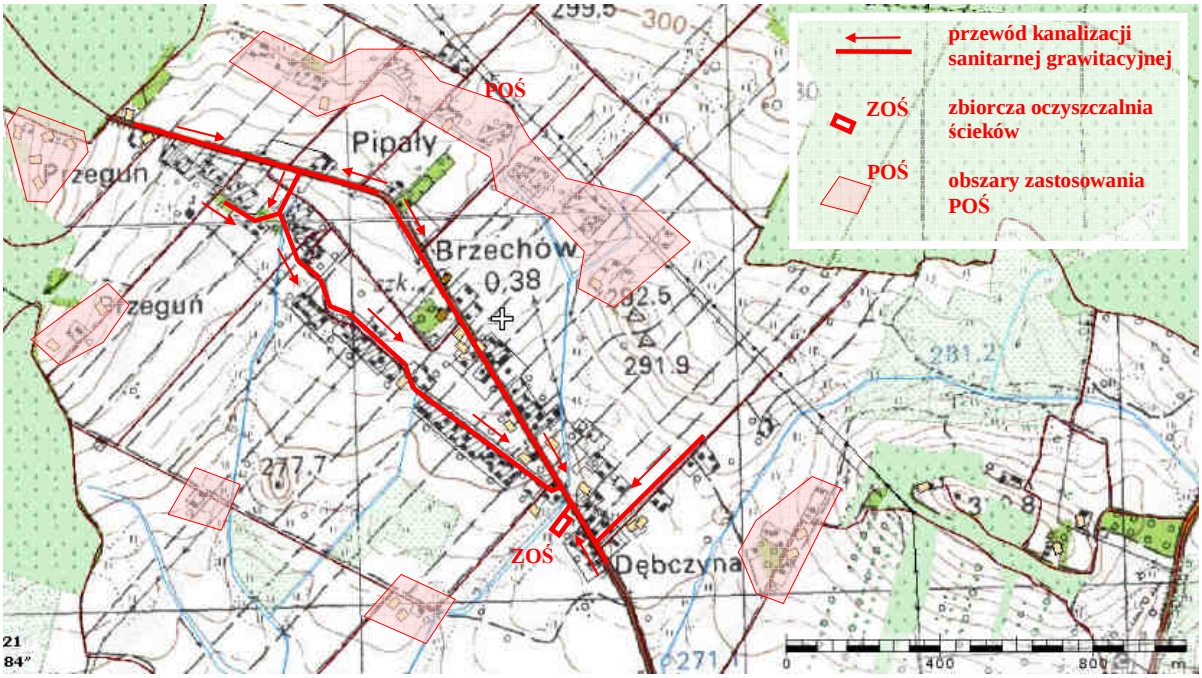
Budowa autonomicznego układu kanalizacyjnego (rys. 10), przygotowanego do przyjęcia wszystkich ścieków powstających na terenie zwartej zabudowy wsi Brzechów. W skład systemu wchodzić będą przewody kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej (o długości L_{sk} = 3,6 km), przyłącza kanalizacyjne (o orientacyjnej liczbie n_{pk} = 205 szt. i przyjętej średniej długości jednego przyłącza l_{pk} = 12 m) oraz zbiorcza oczyszczalnia ścieków pracująca w układzie: osadnik gnilny (2×70 m^3) + złoże biologiczne, typu BIOCLERE (EP + BIOCLERE 2×B500).

Przyjęto, że sieć kanalizacyjna obsługiwać będzie około 720 mieszkańców, zamieszkałych w zwartej części zabudowy wsi.

Łączny orientacyjny koszt realizacji układu wyniesie:

• przewody kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej	–	2.214.000,- zł
• przyłącza kanalizacyjne	–	861.000,- zł
• oczyszczalnia ścieków typu BIOCLERE 2×B500	–	960.000,- zł
Łącznie:	–	4.035.000,- zł

Schemat układu kanalizacyjnego w wariancie zastępczym przedstawia rys. 10.



Rys. 10: Schemat sieci autonomicznego układu kanalizacyjnego dla sołectwa Brzechów – wariant zastępczy.

Przewidywane całkowite koszty to: I ≅ 3.174.000,- zł – bez uwzględnienia budowy przyłączy kanalizacyjnych i, I ≅ 4.035.000,- zł – łącznie z budową przyłączy kanalizacyjnych. Jednostkowy wskaźnik kosztów realizacji powinien kształtować się na poziomie – odpowiednio: i_M ≅ 4.400,- zł/M oraz i_M ≅ 5.600,- zł/M.

Pozostałe skupiska gospodarstw (ok. 60 gospodarstw) obsługiwane będą przez przydomowe oczyszczalnie ścieków – tak jak w opisie wariantu podstawowego, powyżej.

6.2.3. Cisów

Charakterystyka miejscowości

Sołectwo Cisów charakteryzuje obszar o dominującej funkcji rolno-rekreacyjnej o szczególnych walorach, pozwalających na rozwój infrastruktury rekreacyjnej. Obserwuje się nadmierną penetrację turystyczną, szczególnie w pobliżu wsi Cisów.

Zabudowa sołectwa jest dość zwarta, głównie ulicowa. Brak centrum mieszkaniowo – usługowego budującego przestrzeń publiczną.

Zachodnią część wsi Cisów przecina ciek wodny – rz. Grodno.

Większość terenu sołectwa to lasy. Na terenie całości sołectwa znajduje się rezerwat leśny „Cisów" – Cisowsko-Orłowiński Park Krajobrazowy (C-OPK) oraz, w części, Cisowsko-Orłowiński Obszar Chronionego Krajobrazu (C-OOChK). Są to tereny chronione prawne.

Sołectwo zamieszkuje 496 mieszkańców (stan na: 30 czerwca 2011 r.). Przyjmując współczynnik 3,5 M na jedno gospodarstwo, można założyć, że w sołectwie znajduje się ok. 142 gospodarstwa.

Średnia dobowa ilość ścieków:

$$Q_{dśr} = 496 \cdot 0{,}08 = 39{,}7\ m^3/d.$$

Średnie dobowe ładunki zanieczyszczeń w ściekach surowych:

$$BZT_5 = 496 \cdot 0{,}06 = 30\ kg/d$$

$$\text{zawiesiny ogólne} = 496 \cdot 0{,}07 = 35\ kg/d$$

Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej

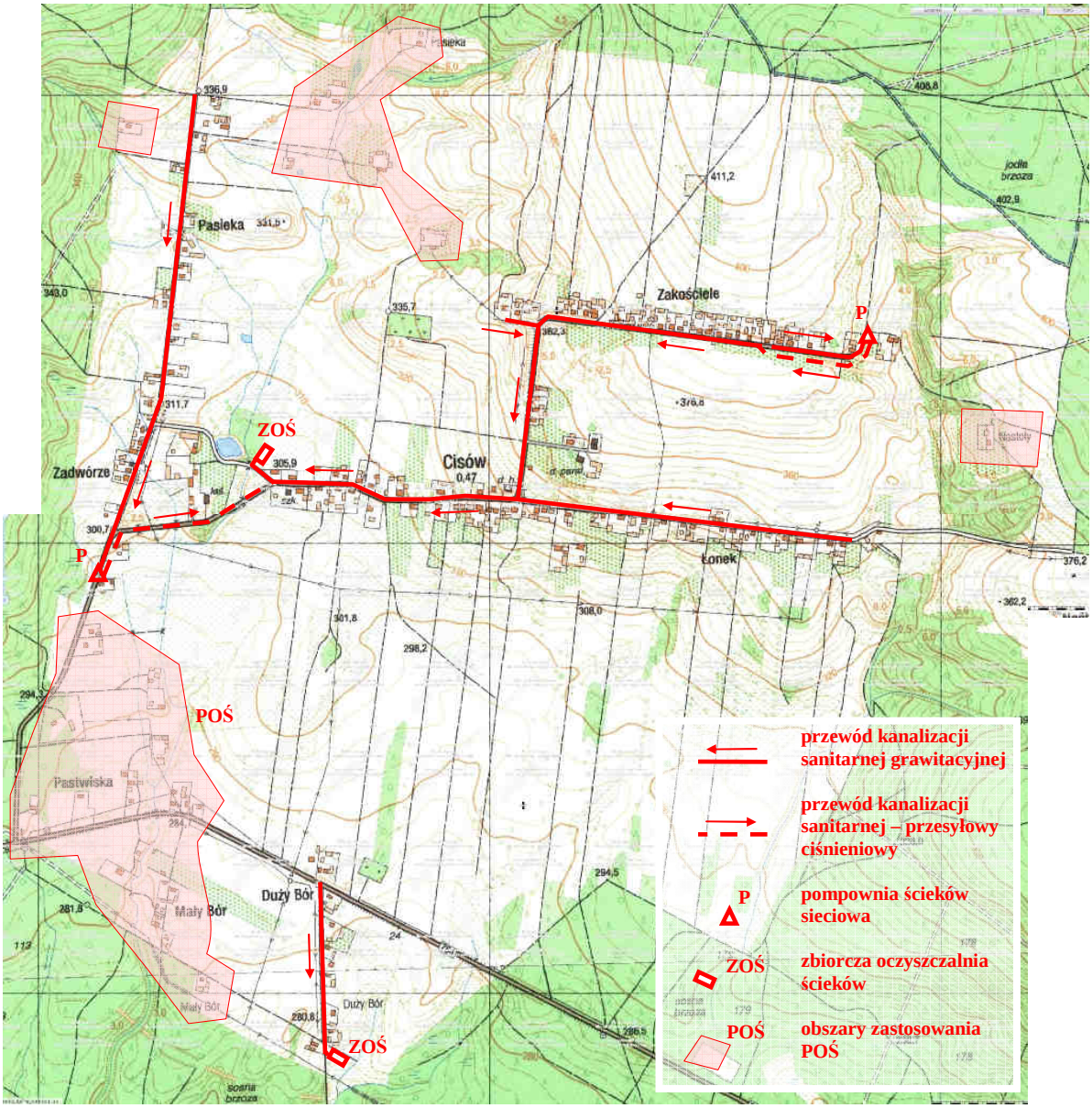
- *Wariant podstawowy:*

Budowa autonomicznego układu kanalizacyjnego (rys. 11), przygotowanego do przyjęcia wszystkich ścieków powstających na terenie zwartej zabudowy wsi Cisów (przysiółki: Łonek, Zakościele, Cisów, Cisów Rządowy, Bór, Zadworze, Pasieka). W skład systemu wchodzić będą przewody kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej (o długości L_{sk} = 4,0 km, I_{graw} = 2.460.000,- zł), przewody przesyłowe ciśnieniowe ($L_{ciśn}$ = 0,75 km, $I_{ciśn} \cong$ 135.000,- zł), pompownie sieciowe (2 szt., $I_{pomp} \cong$ 300.000,- zł), przyłącza kanalizacyjne (o orientacyjnej liczbie n_{pk} = 100 szt. i przyjętej średniej długości jednego przyłącza l_{pk} = 12 m, I_{pk} = 420.000,- zł), oraz zbiorcza oczyszczalnia ścieków pracująca w układzie: osadnik gnilny (50 m^3) + złoże biologiczne, typu BIOCLERE (EP + BIOCLERE B350).

Przyjęto, że sieć kanalizacyjna obsługiwać będzie około 352 mieszkańców, zamieszkałych w zwartej części zabudowy wsi Cisów. Pozostali mieszkańcy zaopatrzeni zostaną w przydomowe oczyszczalnie ścieków.

Łączny orientacyjny koszt realizacji układu wyniesie:

• przewody kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej	–	2.460.000,- zł
• przyłącza kanalizacyjne	–	420.000,- zł
• pompownia ścieków sieciowa	–	300.000,- zł
• przewód przesyłowy ciśnieniowy	–	135.000,- zł
• oczyszczalnia ścieków typu BIOCLERE B350	–	360.000,- zł
Łącznie:	–	3.675.000,- zł



Rys. 11: Schemat sieci autonomicznego układu kanalizacyjnego dla sołectwa Cisów – wariant podstawowy.

Schemat układu kanalizacyjnego w wariancie podstawowym przedstawia rys. 11.

Orientacyjny koszt budowy całego układu w tym wariancie to: I ≅ 3.255.000,- zł (bez uwzględnienia przyłączy kanalizacyjnych) i, I ≅ 3.675.000,- zł (z uwzględnieniem przyłączy kanalizacyjnych). Jednostkowy wskaźnik kosztów realizacji powinien kształtować się na poziomie – odpowiednio: i_M ≅ 9.250,- zł/M oraz i_M ≅ 10.450,- zł/M.

Przysiółek Duży Bór charakteryzuje zwarta zabudowa ulicowa. Składa się on z około 13 gospodarstw (46 M). Ukształtowanie przestrzenne pokazuje, że możliwe są tu dwa warianty rozwiązania gospodarki ściekowej dla tego terenu – budowa przydomowych oczyszczalni ścieków (z lub bez „małej centralizacji") lub budowa lokalnego autonomicznego układu kanalizacyjnego ze zbiorczą oczyszczalnią ścieków (wskaźnik: ok. 8 m/M). W związku z tym rozwiązanie techniczne powinno być podjęte po konsultacji z mieszkańcami przysiółka. Poniżej przedstawiono przybliżone koszty obu wariantów:

- wariant – budowa przydomowych oczyszczalni ścieków:

przydomowa oczyszczalnia ścieków, n = 13 szt.	–	182.000,-	zł
przyłącza kanalizacyjne, n = 13 szt., l = 12 m	–	54.600,-	zł
Łącznie:	–	236.600,-	zł

i_M ≅ 5.145,- zł/M.

- wariant – budowa lokalnego autonomicznego układu kanalizacyjnego ze zbiorczą oczyszczalnią ścieków:

przewód kanalizacji sanitarnej grawit., L_{sanit} = 400 m	–	246.000,-	zł
przyłącza kanalizacyjne, n = 13 szt., l = 12 m	–	54.600,-	zł
oczyszczalnia ścieków typu BIOCLERE B45B	–	80.500,-	zł
Łącznie:	–	381.100,-	zł

i_M ≅ 8.285,- zł/M, 8,7 m/M.

Na rys. 11, dla przysiółka Duży Bór, przedstawiono wariant z budową autonomicznego układu kanalizacyjnego z oczyszczalnią ścieków.

Pozostałe przysiółki (tj.: Mały Bór, Pastwisko i Pod Górą) oraz gospodarstwa zlokalizowane w dalszej odległości od zabudowy zwartej wsi nie mogą zostać objęte siecią kanalizacyjną (zostanie przekroczony wskaźnik: 8 m/M). W związku z tym należy przewidzieć zastosowanie przydomowych oczyszczalni ścieków. Dotyczy to około 4 skupisk gospodarstw. W uzasadnionych przypadkach możliwe jest zastosowanie, dla części zabudowy, tzw. „małej centralizacji".

Orientacyjny koszt jednej przydomowej oczyszczalni ścieków kształtuje się na poziomie ok. 14.000,- zł (zakup urządzeń i ich instalacja). Przyjmując orientacyjnie, że ok. 40 gospodarstw wymaga zastosowania przydomowych oczyszczalni ścieków, koszt realizacji tej inwestycji wyniesie około I ≅ 560.000,- zł.

- *Wariant zastępczy:*

Nie przewiduje się wariantu zastępczego rozwiązania gospodarki ściekowej dla sołectwa Cisów.

Uwaga: w uzasadnionym wypadku, sugeruje się wykonanie analizy finansowej wykonania wariantu podstawowego w „wersji zubożonej" – tj. bez objęcia układem kanalizacji grawitacyjnej przysiółków: Zadworze, Bór i Pasieka. Rozwiązanie to spowoduje zmniejszenie układu sieci kanalizacyjnej do wielkości: 2.620 m – kanalizacja grawitacyjna, 240 m – przewód tłoczny ciśnieniowy, pompownia sieciowa – 1 szt. Powstanie jednocześnie koszt budowy przydomowych oczyszczalni ścieków dla pominiętych przysiółków.

6.2.4. Daleszyce

Charakterystyka miejscowości

Sołectwo Daleszyce charakteryzuje obszar wielofunkcyjny, łączący funkcję ośrodka mieszkalno-usługowego z funkcją usługowo-przemysłową. Są to tereny o nasilonych procesach urbanizacji i uprzemysłowienia, o mało korzystnych warunkach rozwojowych dla rolnictwa. W skład sołectwa wchodzą: miasto Daleszyce oraz przysiółki: Ławy, Dębczyna i Zagórze.

Na terenie sołectwa znajduje się Cisowsko-Orłowiński Park Krajobrazowy (C-OPK) oraz Cisowsko-Orłowiński Obszar Chronionego Krajobrazu (C-OOChK).

Miasto Daleszyce stanowi czołowy ośrodek gminy, o czytelnym układzie urbanistycznym, stanowiącym strukturę o charakterze zabytkowym. Miasto posiada wyraźnie ukształtowane centrum mieszkaniowo-usługowo-administracyjne. Zabudowa miasta nawiązuje do historycznego układu XVI-wiecznego miasteczka założonego na prawie magdeburskim, z prostokątnym rynkiem i historycznym układem dróg. W starszej zabudowie miasta przeważają formy parterowe ze stromymi dachami, nowsze budynki mają formy często przypadkowe o dużym zróżnicowaniu w detalach i wielkościach często nawiązujące do obcych wzorców.

Przez środek miasta przebiega droga wojewódzka relacji Kielce – Staszów.

Wzdłuż południowo-wschodniej granicy miasta przepływa rzeka Belnianka, zbierająca wody z licznych cieków i rowów melioracyjnych. Średni przepływ rz. Belnianki, na obszarze Daleszyc, wynosi 1,26 m^3/s.

Sołectwo zamieszkuje 2.956 mieszkańców (stan na: 30 czerwca 2011 r.). Szacunkowa ilość gospodarstw i mieszkańców w przysiółkach, to (przyjmując współczynnik 3,5 M na jedno gospodarstwo): Ławy – 7 G (24 M), Dębczyna – 5 G (17 M) i Zagórze – 10 G (35 M). Sołectwa charakteryzują się zabudową bardzo rozproszoną.

Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej

- *Wariant podstawowy:*

Miasto Daleszyce posiada już sieć kanalizacji sanitarnej, która prowadzi zebrane ścieki do miejskiej oczyszczalni ścieków. W związku z tym, brak jest potrzeby tworzenia nowego rozwiązania gospodarki ściekowej.

Dla przysiółków sołectwa Daleszyce (Ławy – 7 G, 24 M, Dębczyna – 5 G, 17 M i Zagórze – 10 G, 35 M), ze względu na zdecydowanie rozproszoną zabudowę, postuluje się budowę przydomowych oczyszczalni ścieków. Dotyczy to około 22 gospodarstw. W uzasadnionych przypadkach możliwe jest zastosowanie, dla części zabudowy, tzw. „małej centralizacji".

Przyjmując orientacyjny koszt jednej przydomowej oczyszczalni ścieków na poziomie ok. 14.000,- zł (zakup urządzeń i ich instalacja), koszt realizacji tej inwestycji wyniesie około I ≅ 308.000,- zł.

- *Wariant zastępczy:*

Nie przewiduje się wariantu zastępczego rozwiązania gospodarki ściekowej dla sołectwa Daleszyce.

6.2.5. Danków-Wójtostwo

Charakterystyka miejscowości

Sołectwo Danków-Wójtostwo jest jednym z najmniejszych sołectw gminy. Charakteryzuje je obszar o dominującej funkcji rolno-rekreacyjnej. Miejscowość Danków-Wójtostwo urbanistycznie jest ściśle powiązane z miastem Daleszyce, posiadając zabudowę zwartą miejską. W skład sołectwa wchodzi również przysiółek Na Górze.

Sołectwo zamieszkuje 458 mieszkańców, z czego we wsi Danków – 290 osób a we wsi Wójtostwo – 168 osób. Przyjmując współczynnik – 3,5 M na jedno gospodarstwo, można przyjąć, że Danków składa się z 83 gospodarstw a Wójtostwo – z 48 gospodarstw.

Na rowie ciążącym do rzeki Belnianki znajduje się staw rybny o pow. 0,8 ha.

Na terenie sołectwa znajduje się Cisowsko-Orłowiński Obszar Chronionego Krajobrazu (C-OOChK).

Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej

- *Wariant podstawowy:*

Danków-Wójtostwo posiada już sieć kanalizacji sanitarnej, która prowadzi zebrane ścieki do miejskiej oczyszczalni ścieków. W związku z tym, brak jest potrzeby tworzenia nowego rozwiązania gospodarki ściekowej.

W przypadku gdyby wystąpiła sytuacja, że ze względu na położenie, jakieś gospodarstwo nie może zostać przyłączone do sieci kanalizacyjnej, (zostanie przekroczony wskaźnik: 8 m/M) proponuje się wyposażyć takie gospodarstwo w przydomową oczyszczalnię ścieków.

Orientacyjny koszt jednej przydomowej oczyszczalni ścieków kształtuje się na poziomie ok. 14.000,- zł (zakup urządzeń i ich instalacja).

- *Wariant zastępczy:*

Nie przewiduje się wariantu zastępczego rozwiązania gospodarki ściekowej dla sołectwa Danków-Wójtostwo.

6.2.6. Komórki

Charakterystyka miejscowości

Sołectwo Komórki charakteryzuje obszar o dominującej funkcji rolno-rekreacyjnej. Brak jest centrum mieszkaniowo-usługowego budującego przestrzeń publiczną. W skład sołectwa wchodzą: wieś Komórki oraz przysiółki: Wojciechów (ok. 30÷40 G), Podwale (16 G), Na Piachu (1 G) i Komórki (4 G). Miejscowości: Komórki i Wojciechów charakteryzuje zabudowa zwarta ulicowa. Pozostałe przysiółki to zabudowa rozproszona.

Łączna liczba mieszkańców wynosi 428 osób.

Na terenie sołectwa znajduje się Cisowsko-Orłowiński Obszar Chronionego Krajobrazu (C-OOChK).

Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej

- *Wariant podstawowy:*

W chwili obecnej praktycznie całe sołectwo posiada kanalizację sanitarną która należy do zlewni oczyszczalni ścieków Szczecno-Komórki. W związku z tym, brak jest potrzeby rozbudowy sieci kanalizacyjnej. Należy jedynie przewidzieć zastosowanie przydomowych oczyszczalni ścieków dla wolno stojących gospodarstw tworzących przysiółki: Podwale oraz Na Piachu. W uzasadnionych przypadkach możliwe jest zastosowanie, dla części zabudowy, tzw. „małej centralizacji”.

Orientacyjny koszt jednej przydomowej oczyszczalni ścieków kształtuje się na poziomie ok. 14.000,- zł (zakup urządzeń i ich instalacja).

- *Wariant zastępczy:*

Nie przewiduje się wariantu zastępczego rozwiązania gospodarki ściekowej dla sołectwa Komórki.

6.2.7. Kranów

Charakterystyka miejscowości

Sołectwo Kranów charakteryzuje obszar o dominującej funkcji mieszkaniowej. Brak centrum mieszkaniowo-usługowego budującego przestrzeń publiczną. Sołectwo składa się z dwóch przysiółków: Kranów oraz Podkranów. Charakteryzują się one w większości zabudową zwartą ulicową.

Sołectwo zamieszkuje 537 mieszkańców (stan na: 30 czerwca 2011 r.). Przyjmując współczynnik 3,5 M na jedno gospodarstwo, można założyć, że w sołectwie znajduje się około 150 gospodarstw.

Średnia dobowa ilość ścieków:

$$Q_{dśr} = 537 \cdot 0{,}08 = 43{,}0\ m^3/d.$$

Średnie dobowe ładunki zanieczyszczeń w ściekach surowych:

$$BZT_5 = 537 \cdot 0{,}06 = 32{,}0\ kg/d$$

$$\text{zawiesiny ogólne} = 537 \cdot 0{,}07 = 37{,}5\ kg/d$$

Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej

- *Wariant podstawowy:*

Budowa układu kanalizacyjnego (rys. 12), przygotowanego do przyjęcia wszystkich ścieków powstających na terenie zwartej zabudowy wsi Kranów i transport zebranych ścieków do układu kanalizacji sanitarnej miasta Daleszyce i dalej, do oczyszczalni ścieków w Daleszycach. W skład systemu wchodzić będą przewody kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej (o długości L_{sk} = 4,56 km, I_{graw} = 2.804.400,- zł), przyłącza kanalizacyjne (o orientacyjnej liczbie n_{pk} = 140 szt. i przyjętej średniej długości jednego przyłącza l_{pk} = 12 m, I_{pk} = 588.000,- zł), pompownia sieciowa (1 szt., $I_{pomp} \cong$ 150.000,- zł) oraz przewód przesyłowy ciśnieniowy ($L_{ciśn}$ = 1,05 km, $I_{ciśn} \cong$ 189.000,- zł), transportujący zebrane ścieki do oczyszczalni w Daleszycach.

Przyjęto, że omawiana sieć kanalizacyjna obsługiwać będzie około 500 mieszkańców, zamieszkałych w zwartej części zabudowy wsi.

Łączny orientacyjny koszt realizacji układu wyniesie:

• przewody kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej	–	2.804.400,- zł
• przyłącza kanalizacyjne	–	588.000,- zł
• pompownia ścieków sieciowa	–	150.000,- zł
• przewód przesyłowy ciśnieniowy	–	189.000,- zł
Łącznie:	–	3.731.400,- zł

Orientacyjny koszt budowy całego układu w tym wariancie to: I ≅ 3.143.400,- zł (bez uwzględnienia przyłączy kanalizacyjnych) i, I ≅ 3.731.400,- zł (z uwzględnieniem przyłączy

kanalizacyjnych). Jednostkowy wskaźnik kosztów realizacji powinien kształtować się na poziomie – odpowiednio: $i_M \cong 6.300$,- zł/M oraz $i_M \cong 7.500$,- zł/M.

Przysiółek Podkranów charakteryzuje zwarta zabudowa ulicowa. Składa się on z około 12 gospodarstw (40 M). Ukształtowanie przestrzenne pokazuje, że możliwe są tu trzy warianty rozwiązania gospodarki ściekowej dla tego terenu – budowa przydomowych oczyszczalni ścieków (z lub bez „małej centralizacji”), budowa lokalnego autonomicznego układu kanalizacyjnego ze zbiorczą oczyszczalnią ścieków (wskaźnik: ok. 11 m/M) lub, budowa układu kanalizacyjnego z włączeniem do zlewni OŚ Marzysz. W związku z tym rozwiązanie techniczne powinno być podjęte po konsultacji z mieszkańcami przysiółka. Przybliżone koszty tych wariantów, to:

- wariant – budowa przydomowych oczyszczalni ścieków:

przydomowa oczyszczalnia ścieków, n = 12 szt.	–	168.000,-	zł	
przyłącza kanalizacyjne, n = 12 szt., l = 12 m	–	50.400,-	zł	
Łącznie:	–	218.400,-	zł	$i_M \cong 5.460$,- zł/M.

- wariant – budowa lokalnego autonomicznego układu kanalizacyjnego ze zbiorczą oczyszczalnią ścieków:

przewód kanalizacji sanitarnej grawit., L_{sanit} = 435 m	–	267.500,-	zł	
przyłącza kanalizacyjne, n = 13 szt., l = 12 m	–	50.400,-	zł	
oczyszczalnia ścieków typu BIOCLERE B38	–	73.500,-	zł	
Łącznie:	–	391.400,-	zł	$i_M \cong 9.785$,- zł/M, 11 m/M.

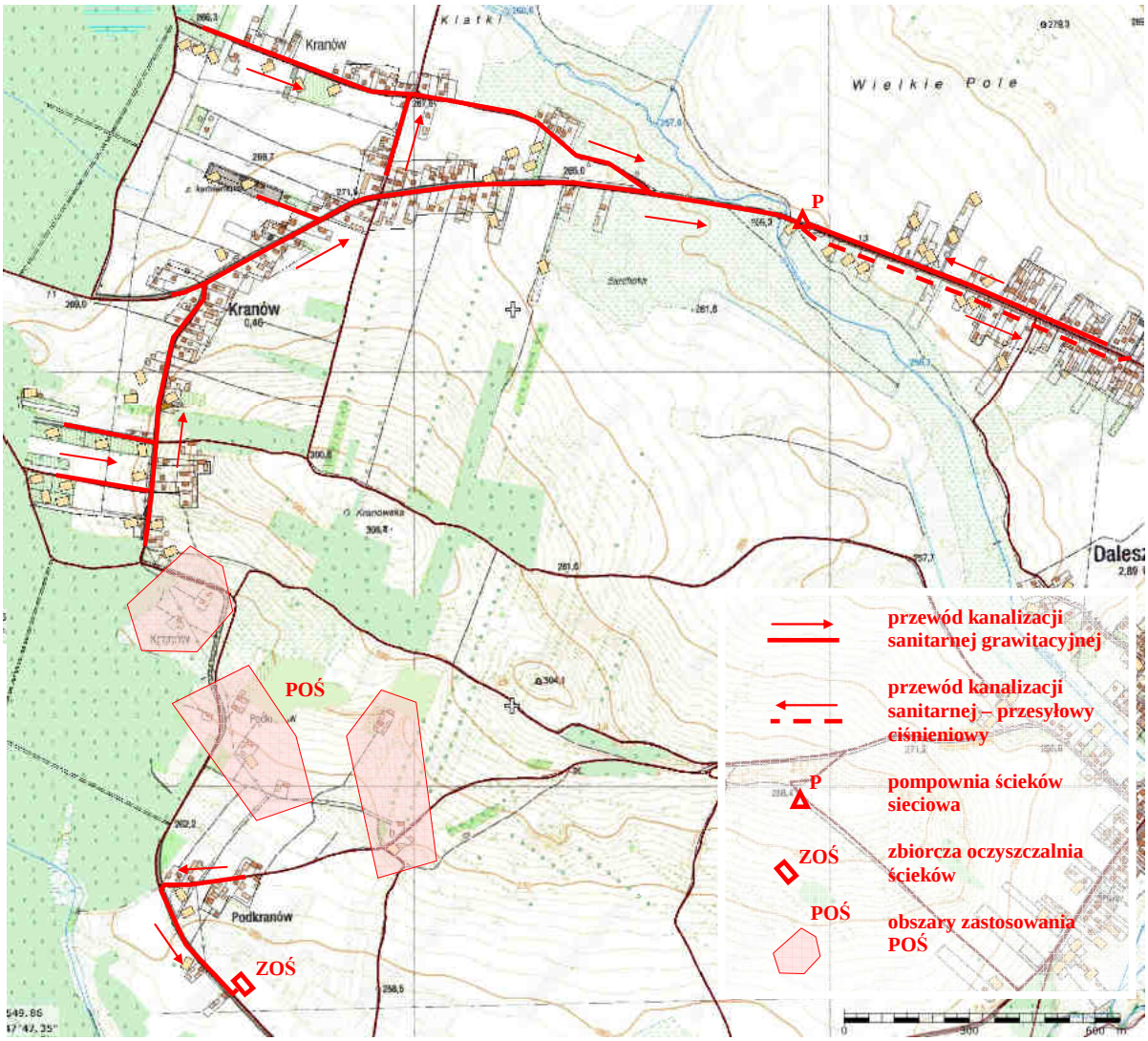
- wariant – budowa układu kanalizacyjnego z włączeniem do zlewni OŚ Marzysz:

przewód kanalizacji sanitarnej grawit., L_{sanit} = 435 m	–	267.500,-	zł	
przyłącza kanalizacyjne, n = 13 szt., l = 12 m	–	50.400,-	zł	
pompownia ścieków sieciowa	–	150.000,-	zł	
przewód przesyłowy ciśnieniowy, $L_{ciśn}$ = 700 m	–	126.000,-	zł	
Łącznie:	–	593.900,-	zł	$i_M \cong 14.850$,- zł/M.

Na rys. 12, dla przysiółka Podkranów, przedstawiono wariant z budową autonomicznego układu kanalizacyjnego z oczyszczalnią ścieków.

W związku z tym, że pozostała część gospodarstw znajduje się w dalszej odległości od zabudowy zwartej i nie mogą zostać objęte siecią kanalizacyjną (zostanie przekroczony wskaźnik: 8 m/M), należy przewidzieć zastosowanie przydomowych oczyszczalni ścieków. Dotyczy to około 2÷3 skupisk gospodarstw. W uzasadnionych przypadkach możliwe jest zastosowanie, dla części zabudowy, tzw. „małej centralizacji”.

Orientacyjny koszt jednej przydomowej oczyszczalni ścieków kształtuje się na poziomie ok. 14.000,- zł (zakup urządzeń i ich instalacja). Przyjmując orientacyjnie, że ok. 6 gospodarstw wymaga zastosowania przydomowych oczyszczalni ścieków, koszt realizacji tej inwestycji wyniesie około I ≅ 84.000,- zł.



Rys. 12: Schemat sieci układu kanalizacyjnego dla sołectwa Kranów – wariant podstawowy.

Wariant zastępczy:

Nie przewiduje się wariantu zastępczego rozwiązania gospodarki ściekowej dla sołectwa Kranów.

6.2.8. Marzysz

Charakterystyka miejscowości

Rejon sołectwa Marzysz położony jest nad Głównym Zbiornikiem Wód Podziemnych (GZWP) nr 418. Z uwagi na słabą izolację obszar ten jest zaliczony do wymagających ochrony ONO i OWO. Jednym z nakazów wynikających z istnienia GZWP nr 418 jest nakaz objęcia kanalizacją wszystkich zwodociągowanych wsi i osiedli mieszkaniowych, które dotychczas takiej kanalizacji nie

mają. Na obszarach tych obowiązuje m.in. zakaz wprowadzania ścieków do ziemi i wód powierzchniowych, zakaz rolniczego wykorzystania ścieków oraz zakaz budowy nowych wodociągów wiejskich i osiedlowych w jednostkach osadniczych bez kanalizacji i lokalnej oczyszczalni ścieków.

Sołectwo składa się z pięciu przysiółków: Marzysz I, Marzysz II, Kaczyn, Podmarzysz oraz Znojów. Łącznie sołectwo zamieszkuje 770 osób (stan na: 30 czerwca 2011 r.). W miejscowościach: Marzysz I, Marzysz II oraz część miejscowości Znojów posiada już kanalizację sanitarną. W pozostałych przysiółkach (włącznie z częścią Znojowa) w chwili obecnej trwa dalsza budowa kanalizacji. W związku z tym można stwierdzić, że docelowo, wszystkie obszary sołectwa zostaną praktycznie skanalizowane.

W miejscowości Marzysz zlokalizowane są jedne z ujęć wody przeznaczonych do zbiorowego zaopatrzenia w wodę gminy oraz miasta Kielce.

Na terenie sołectwa znajduje się Cisowsko-Orłowiński Obszar Chronionego Krajobrazu (C-OOChK). Sołectwo Marzysz charakteryzuje obszar o dominującej funkcji rekreacyjnej. Lasy w tym rejonie poddane są masowej i narastającej penetracji turystycznej.

Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej

Uwzględniając uwarunkowania wynikające z ograniczeń narzuconych przez strefy ONO i OWO należy zauważyć, że w rejonie sołectwa Marzysz zabroniona jest m.in.: budowa przydomowych oczyszczalni ścieków, rolnicze wykorzystanie ścieków oczyszczonych, budowa nowych wodociągów wiejskich i osiedlowych w jednostkach osadniczych bez kanalizacji i lokalnej oczyszczalni ścieków. W związku z tym zdecydowanie postuluje się prowadzenie dalszych prac mających na celu całkowite skanalizowanie obszarów tych sołectw. Gospodarstwa które, ze względów technicznych i ekonomicznych nie mogą być objęte systemem kanalizacji sanitarnej, bezwzględnie powinny być wyposażone w zbiorniki bezodpływowe, których szczelność powinna być potwierdzona stosownymi atestami.

6.2.9. Mójcza

Charakterystyka miejscowości

Rejon sołectwa Mójcza położony jest nad Głównym Zbiornikiem Wód Podziemnych (GZWP) nr 417. Z uwagi na słabą izolację obszar ten jest zaliczony do wymagających ochrony ONO i OWO. Jednym z nakazów wynikających z istnienia GZWP nr 417 jest nakaz objęcia kanalizacją wszystkich zwodociągowanych wsi i osiedli mieszkaniowych, które dotychczas takiej kanalizacji nie mają. Na obszarach tych obowiązuje m.in. zakaz wprowadzania ścieków do ziemi i wód powierzchniowych, zakaz rolniczego wykorzystania ścieków oraz zakaz budowy nowych

wodociągów wiejskich i osiedlowych w jednostkach osadniczych bez kanalizacji i lokalnej oczyszczalni ścieków.

Jest to obszar o dominującej funkcji mieszkaniowej.

Sołectwo zamieszkuje 1.365 osób (stan na: 30 czerwca 2011 r.). Miejscowość posiada już kanalizację sanitarną, która prowadzi ścieki do miejskiego systemu kanalizacji sanitarnej w Kielcach. Część miejscowości może również należeć do zlewni OŚ w Marzyszu.

Na terenie sołectwa znajduje się Podkielecki Obszar Chronionego Krajobrazu (POCHK). Lasy w rejonie Mójczy poddane są masowej i narastającej penetracji turystycznej. Zlokalizowane tu jest też jedno z ujęć wody.

Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej

Uwzględniając uwarunkowania wynikające z ograniczeń narzuconych przez strefy ONO i OWO należy zauważyć, że w rejonie sołectwa Mójcza zabroniona jest m.in.: budowa przydomowych oczyszczalni ścieków, rolnicze wykorzystanie ścieków oczyszczonych, budowa nowych wodociągów wiejskich i osiedlowych w jednostkach osadniczych bez kanalizacji i lokalnej oczyszczalni ścieków.

W związku z tym ewentualny dalszy rozwój mieszkalnictwa na obszarze sołectwa powinien być prowadzony przy bezwzględnym obowiązku jednoczesnej budowy sieci kanalizacji sanitarnej. Natomiast w przypadku wystąpienia sytuacji, gdzie podłączenie gospodarstwa do sieci nie będzie możliwe, każdorazowo należy wymagać budowy zbiorników bezodpływowych, których szczelność powinna być potwierdzona stosownymi atestami.

6.2.10. Niestachów

Charakterystyka miejscowości

Sołectwo Niestachów charakteryzuje obszar o dominującej funkcji mieszkaniowej. Brak jest centrum mieszkaniowo-usługowego budującego przestrzeń publiczną. Miejscowość Niestachów charakteryzuje zdecydowana zabudowa zwarta ulicowa.

Większość terenu sołectwa to lasy wchodzące w skład Podkieleckiego Obszaru Chronionego Krajobrazu (POCHK), obejmującego swoim zasięgiem całe sołectwo.

Na terenie sołectwa znajdują się jedne z ujęć wody dla całej Gminy.

Sołectwo zamieszkuje 1.094 mieszkańców (stan na: 30 czerwca 2011 r.). Przyjmując współczynnik 3,5 M na jedno gospodarstwo, można założyć, że w sołectwie znajduje się około 310 gospodarstw.

Średnia dobowa ilość ścieków:

$$Q_{dśr} = 1.094 \cdot 0{,}08 = 88{,}0\ m^3/d.$$

Średnie dobowe ładunki zanieczyszczeń w ściekach surowych:

BZT_5 = 1.094·0,06 = 65,5 kg/d

zawiesiny ogólne = 1.094·0,07 = 76,5 kg/d

Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej

- *Wariant podstawowy:*

Budowa autonomicznego układu kanalizacyjnego (rys. 13), przygotowanego do przyjęcia wszystkich ścieków powstających na terenie zabudowy wsi Niestachów. W skład systemu wchodzić będą przewody kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej (o długości L_{sk} = 5.815 km, I_{graw} = 3.576.000,- zł), przyłącza kanalizacyjne (o orientacyjnej liczbie n_{pk} = 300 szt. i przyjętej średniej długości jednego przyłącza l_{pk} = 12 m, I_{pk} = 1.260.000,- zł), oraz zbiorcza oczyszczalnia ścieków pracująca w układzie: osadnik gnilny (2×70 m^3) + złoże biologiczne, typu BIOCLERE (EP + BIOCLERE 2×B500).

Przyjęto, że sieć kanalizacyjna obsługiwać będzie około 1.050 mieszkańców, zamieszkałych w Niestachowie. Ewentualne gospodarstwa wolnostojące zaopatrzone zostaną w przydomowe oczyszczalnie ścieków.

Łączny orientacyjny koszt realizacji układu wyniesie:

• przewody kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej	–	3.576.000,- zł
• przyłącza kanalizacyjne	–	1.260.000,- zł
• oczyszczalnia ścieków typu BIOCLERE 2×B500	–	960.000,- zł
Łącznie:	–	5.796.000,- zł

Przewidywane całkowite koszty to: I ≅ 4.536.000,- zł – bez uwzględnienia budowy przyłączy kanalizacyjnych i, I ≅ 5.796.000,- zł – łącznie z budową przyłączy kanalizacyjnych. Jednostkowy wskaźnik kosztów realizacji powinien kształtować się na poziomie – odpowiednio: i_M ≅ 4.300,- zł/M oraz i_M ≅ 5.550,- zł/M.

- *Wariant zastępczy:*

Z technicznego punktu widzenia możliwe jest rozwiązanie alternatywne – tj. zamiast budowy autonomicznej oczyszczalni ścieków BIOCLERE 2×B500 – transport zebranych ścieków do miejscowości Papiernia – do istniejącej pompowni ścieków nr 3, i dalej siecią kanalizacyjną, do oczyszczalni ścieków w Marzyszu. Realizacja tego wariantu wymagać będzie budowy przewodu ciśnieniowego tłocznego o długości minimum L = 3,5 km (I = 630.000,- zł) oraz pompowni sieciowej (I = 150.000,- zł). Łącznie koszty wyniosą: I = 780.000,- zł, co jest wartością o 180.000,- zł mniejszą od kosztu budowy autonomicznej oczyszczalni ścieków BIOCLERE 2×B500 – I = 960.000,- zł.

Należy podkreślić, że eksploatacja przewodu ciśnieniowego tłocznego powodować będzie o wiele większe kłopoty eksploatacyjne w porównaniu do prawie bezobsługowej pracy oczyszczalni.

Rys. 13: Schemat sieci układu kanalizacyjnego dla sołectwa Niestachów – wariant podstawowy.

6.2.11. Niwy

Charakterystyka miejscowości

Sołectwo Niwy charakteryzuje obszar zabudowy zdecydowanie rozproszonej, przy czym, oprócz gospodarstw wolnostojących, wyraźnie zaznaczają się grupy zabudowań o średniej liczbie gospodarstw – 10 zagród. Całe sołectwo to głównie zabudowa rozproszona, lokalizowana na długich dojazdach z drogi głównej, bez wyraźnie ukształtowanej linii zabudowy. Na terenie sołectwa wyróżnić można jedynie dwie grupy zabudowań o większej liczbie gospodarstw, tj. odpowiednio –

22 G i 50 G. (rys. 15). Brak jest centrum mieszkaniowo-usługowego budującego przestrzeń publiczną. Obszary poza leśne sołectwa to tereny o nasilonych procesach urbanizacji i uprzemysłowienia, o mało korzystnych warunkach rozwojowych dla rolnictwa. Plan zagospodarowania gminy przewiduje, iż w sołectwie tym (wraz z terenem obejmującym miasto Daleszyce) planowany jest obszar funkcjonalny – wielofunkcyjny, łączący funkcję ośrodka mieszkalno-usługowego z funkcją usługowo-przemysłową.

Znaczna część sołectwa to lasy, na terenie których znajduje się Cisowsko-Orłowiński Park Krajobrazowy (C-OPK) oraz Obszar Chronionego Krajobrazu (C-OOChK).

Na obszarze sołectwa zlokalizowane są jedne z ujęć wody przeznaczonych do zbiorowego zaopatrzenia w wodę gminy.

Sołectwo zamieszkuje 987 mieszkańców (stan na: 30 czerwca 2011 r.). Przyjmując współczynnik 3,5 M na jedno gospodarstwo, można założyć, że w sołectwie znajduje się ok. 280 gospodarstw.

Średnia dobowa ilość ścieków:

$$Q_{dśr} = 987 \cdot 0{,}08 = 79{,}0\ m^3/d.$$

Średnie dobowe ładunki zanieczyszczeń w ściekach surowych:

$$BZT_5 = 987 \cdot 0{,}06 = 60{,}0\ kg/d$$

$$\text{zawiesiny ogólne} = 987 \cdot 0{,}07 = 70{,}0\ kg/d$$

<u>Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej</u>

- *Wariant podstawowy:*

Teren sołectwa charakteryzuje obszar zabudowy zdecydowanie rozproszonej, przy czym, oprócz gospodarstw wolnostojących, wyraźnie zaznaczają się grupy zabudowań o średniej liczbie gospodarstw – 10 zagród. W centralnym obszarze sołectwa można wyróżnić można dwie grupy zabudowań o większej liczbie gospodarstw, tj. odpowiedni – 22 G i 50 G. (rys. 14 i rys. 15).

W związku z tym, praktycznie na całym obszarze sołectwa, należy przewidzieć zastosowanie przydomowych oczyszczalni ścieków. Dotyczy to 9 skupisk gospodarstw (rys. 14). W większości z tych skupisk należy dążyć do ograniczenia nakładów inwestycyjnych poprzez zastosowanie, dla części zabudowy, tzw. „małej centralizacji". Dla gospodarstw wolnostojących należy przewidzieć zastosowanie indywidualnych przydomowych oczyszczalni ścieków

Na rys. 14, przedstawiono schemat rozwiązania gospodarki ściekowej dla sołectwa Niwy.

Orientacyjny koszt jednej przydomowej oczyszczalni ścieków kształtuje się na poziomie ok. 14.000,- zł (zakup urządzeń i ich instalacja).

Dla skupisk gospodarstw, koszt wykonania kanalizacji zależy, przede wszystkim, od ilości gospodarstw oraz od długości lokalnej sieci kanalizacyjnej – jeśli taki wariant zostanie przyjęty do realizacji, bądź od ilości przydomowych oczyszczalni ścieków i długości przyłączy kanalizacyjnych

– dla rozwiązania alternatywnego. Orientacyjnie można podać, że dla skupiska 12 gospodarstw (42 M), nakłady inwestycyjne wyniosą około:

- wariant – budowa przydomowych oczyszczalni ścieków:

przydomowa oczyszczalnia ścieków, n = 12 szt.	–	168.000,-	zł
przyłącza kanalizacyjne, n = 12 szt., l = 12 m	–	50.400,-	zł
Łącznie:	–	218.400,-	zł

$i_M \cong$ 5.200,- zł/M.

- wariant – budowa lokalnego autonomicznego układu kanalizacyjnego ze zbiorczą oczyszczalnią ścieków:

przewód kanalizacji sanitarnej grawit., L_{sanit} = 150 m	–	92.250,-	zł
przyłącza kanalizacyjne, n = 12 szt., l = 12 m	–	50.400,-	zł
oczyszczalnia ścieków typu BIOCLERE B38	–	73.500,-	zł
Łącznie:	–	216.150,-	zł

$i_M \cong$ 5.145,- zł/M, 3,6 m/M.

Dla dwóch skupisk gospodarstw, położonych w centralnym obszarze sołectwa, proponuje się rozwiązanie gospodarki ściekowej w dwóch wariantach: wariant z autonomicznym układem kanalizacyjnym i zbiorczą oczyszczalnią ścieków, oraz wariant z przydomowymi oczyszczalniami ścieków, z ewentualnym wprowadzeniem „małej centralizacji”.

Schematy rozwiązania gospodarki ściekowej w wariancie z autonomicznymi układami kanalizacyjnymi i zbiorczymi oczyszczalniami ścieków, dla obu przysiółków, przedstawiono na rys. 15.

Dla przysiółka Niwy „A”, nakłady inwestycyjne kształtować się będą na poziomie (50 G, 200 M):

- wariant – budowa przydomowych oczyszczalni ścieków:

przydomowa oczyszczalnia ścieków, n = 50 szt.	–	700.000,-	zł
przyłącza kanalizacyjne, n = 50 szt., l = 12 m	–	210.000,-	zł
Łącznie:	–	910.000,-	zł

$i_M \cong$ 4.550,- zł/M.

- wariant – budowa lokalnego autonomicznego układu kanalizacyjnego ze zbiorczą oczyszczalnią ścieków:

przewód kanalizacji sanitarnej grawit., L_{sanit} = 750 m	–	461.250,-	zł
przyłącza kanalizacyjne, n = 50 szt., l = 12 m	–	210.000,-	zł
oczyszczalnia ścieków typu BIOCLERE B210	–	250.000,-	zł
Łącznie:	–	921.250,-	zł

$i_M \cong$ 4.605,- zł/M, 3,8 m/M.

Dla przysiółka Niwy „B”, nakłady inwestycyjne kształtować się będą na poziomie (22 G, 80 M):

- wariant – budowa przydomowych oczyszczalni ścieków:

przydomowa oczyszczalnia ścieków, n = 22 szt.	–	308.000,-	zł
przyłącza kanalizacyjne, n = 220 szt., l = 12 m	–	92.400,-	zł
Łącznie:	–	400.400,-	zł

$i_M \cong$ 5.005,- zł/M.

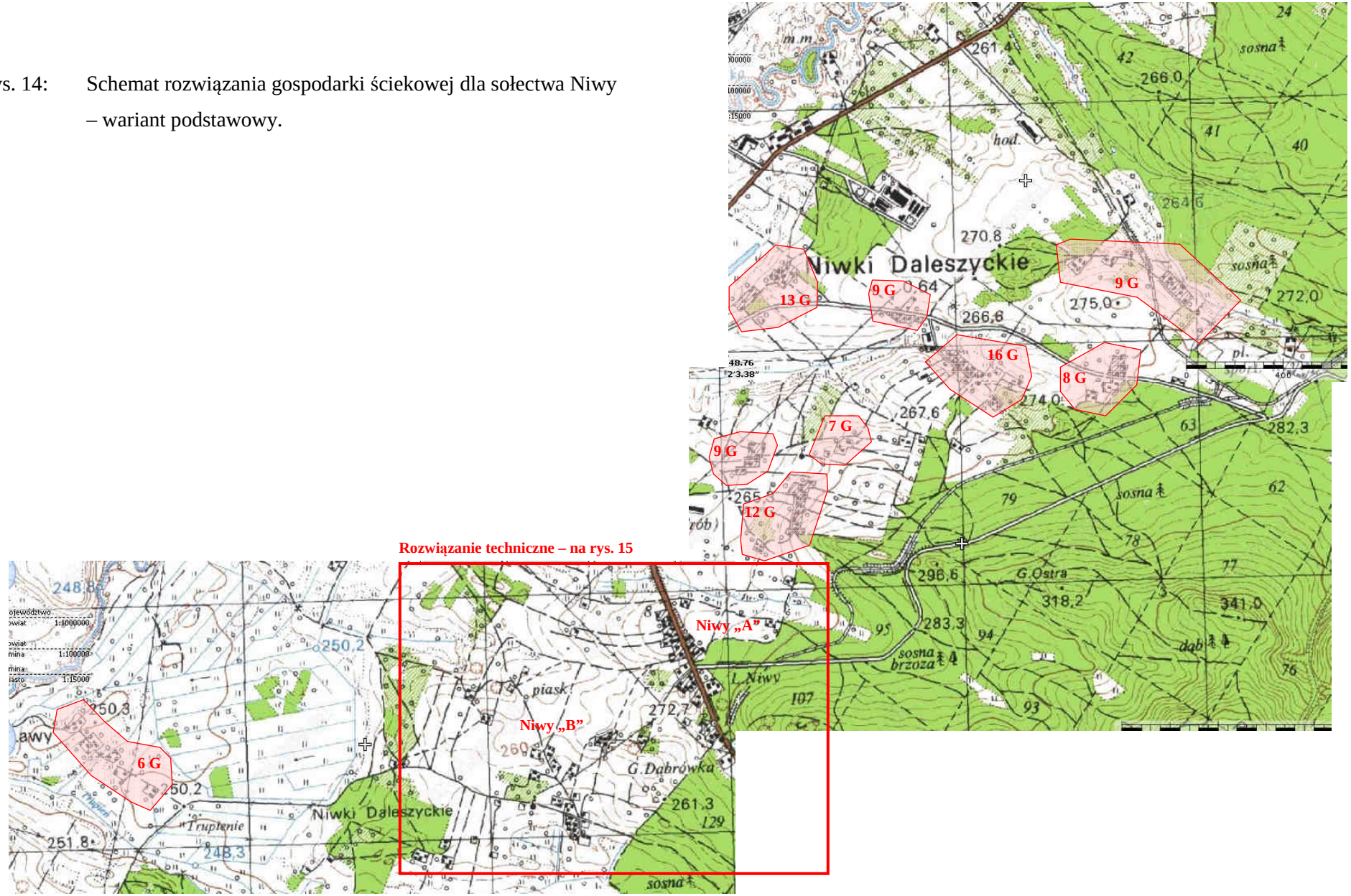
- wariant – budowa lokalnego autonomicznego układu kanalizacyjnego ze zbiorczą oczyszczalnią ścieków:

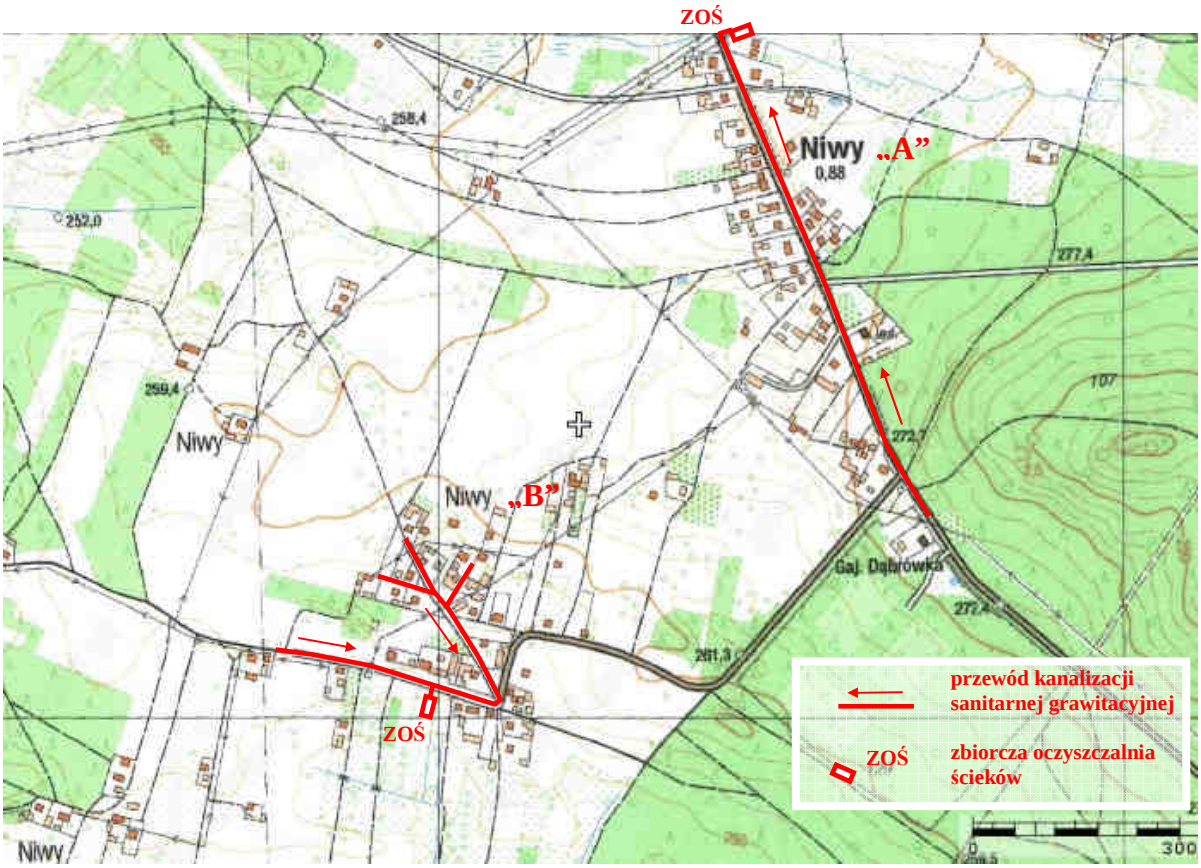
przewód kanalizacji sanitarnej grawit., L_{sanit} = 750 m	–	461.250,-	zł
przyłącza kanalizacyjne, n = 22 szt., l = 12 m	–	92.400,-	zł
oczyszczalnia ścieków typu BIOCLERE B75	–	115.000,-	zł
Łącznie:	–	668.650,-	zł

$i_M \cong$ 8.3460,- zł/M, 9,4 m/M.

Uwaga: w przypadku decyzji o odprowadzaniu ścieków oczyszczonych do gruntu, należy przestrzegać wymagań określonych przez rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 roku, stwierdzających, iż ilość odprowadzanych ścieków (z gospodarstw domowych indywidualnych) nie może przekraczać wartości 5 m^3/d. Przy założeniu, że średnia dobowa ilość ścieków kształtuje się na poziomie – 0,08 m^3/M·d, oraz, że statystycznie, gospodarstwo zamieszkane jest przez – 3,5 M, oznacza to, że odprowadzanie ścieków oczyszczonych do gruntu może odbywać się od nie więcej niż 63 M, tj. nie więcej niż 18 G.

Rys. 14: Schemat rozwiązania gospodarki ściekowej dla sołectwa Niwy – wariant podstawowy.





Rys. 15: Schemat sieci autonomicznych układów kanalizacyjnych dla dwóch największych skupisk gospodarstw w sołectwie Niwy.

Wariant zastępczy:

Nie przewiduje się wariantu zastępczego rozwiązania gospodarki ściekowej dla sołectwa Niwy.

6.2.12. Sieraków

Charakterystyka miejscowości

Sołectwo Sieraków charakteryzuje obszar o dominującej funkcji rolnej. Jest to teren o najkorzystniejszych, w skali gminy, warunkach dla rozwoju rolnictwa. Na sołectwo składa się, w praktyce, jeden przysiółek – Sieraków. Przysiółek Sieraków posiada zabudowę zwartą ulicową. Brak jest centrum mieszkaniowo-usługowego budującego przestrzeń publiczną.

Cały teren sołectwa posiada szczególne walory pozwalające na rozwój różnych form wypoczynku. Na całym jego terenie znajduje się Cisowsko-Orłowiński Park Krajobrazowy (C-OPK).

Sołectwo jest zamieszkane przez 177 mieszkańców (stan na: 30 czerwca 2011 r.). Przyjmując współczynnik 3,5 M na jedno gospodarstwo, można założyć, że w sołectwie znajduje się ok. 50 gospodarstw.

Średnia dobowa ilość ścieków:

$Q_{dśr}$ = 177·0,08 = 14,2 m^3/d.

Średnie dobowe ładunki zanieczyszczeń w ściekach surowych:

BZT_5 = 177·0,06 = 10,6 kg/d

zawiesiny ogólne = 177·0,07 = 12,4 kg/d

Sołectwo Sieraków, sąsiaduje od zachodu z sołectwem Smyków, na obszarze którego również znajduje się tylko jeden przysiółek – Smyków, o zabudowie zwartej ulicowej). Oba przysiółki tych sołectw znajdują się w bezpośredniej bliskości, co umożliwia wzajemne powiązanie ich gospodarki ściekowej.

Sołectwo Smyków charakteryzuje się liczbą mieszkańców na poziomie 455 mieszkańców (stan na: 30 czerwca 2011 r.). Przyjmując współczynnik 3,5 M na jedno gospodarstwo, można założyć, że w sołectwie znajduje się ok. 130 gospodarstw.

Średnia dobowa ilość ścieków oraz średnie dobowe ładunki zanieczyszczeń w ściekach surowych dla sołectwa Smyków, wynoszą:

$Q_{dśr}$ = 455·0,08 = 36,4 m^3/d.

BZT_5 = 455·0,06 = 27,3 kg/d

zawiesiny ogólne = 455·0,07 = 31,9 kg/d

Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej

- *Wariant podstawowy:*

Tereny sołectw Sieraków i Smyków charakteryzuje obszar zabudowy zwartej ulicowej, a oba – jedyne w tych sołectwach przysiółki – znajdują się w bezpośredniej bliskości. W związku z tym, proponuje się budowę, wspólnego dla tych przysiółków, autonomicznego układu kanalizacyjnego (rys. 16), przygotowanego do przyjęcia wszystkich ścieków powstających na terenie zwartej zabudowy obu miejscowości – Sieraków i Smyków.

W skład systemu wchodzić będą przewody kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej (o długości L_{sk} = 3,45 km, I_{graw} = 2.121.750,- zł), przyłącza kanalizacyjne (o orientacyjnej liczbie n_{pk} = 170 szt. i przyjętej średniej długości jednego przyłącza l_{pk} = 12 m, I_{pk} = 714.000,- zł), oraz zbiorcza oczyszczalnia ścieków pracująca w układzie: osadnik gnilny (2×50 m^3) + złoże biologiczne, typu BIOCLERE (EP + BIOCLERE 2×B350).

Przyjęto, że sieć kanalizacyjna obsługiwać będzie około 600 mieszkańców, zamieszkałych w zwartej części zabudowy obu miejscowości. Pozostali mieszkańcy zaopatrzeni zostaną w przydomowe oczyszczalnie ścieków.

Łączny orientacyjny koszt realizacji układu wyniesie:

• przewody kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej	–	2.121.750,- zł
• przyłącza kanalizacyjne	–	714.000,- zł
• oczyszczalnia ścieków typu BIOCLERE 2×B350	–	720.000,- zł
Łącznie:	–	3.555.750,- zł

Orientacyjny koszt budowy całego układu w tym wariancie to: I ≅ 2.841.750,- zł (bez uwzględnienia przyłączy kanalizacyjnych) i, I ≅ 3.555.750,- zł (z uwzględnieniem przyłączy kanalizacyjnych). Jednostkowy wskaźnik kosztów realizacji powinien kształtować się na poziomie – odpowiednio: i_M ≅ 4.735,- zł/M oraz i_M ≅ 5.925,- zł/M.

Schemat układu kanalizacyjnego dla obu miejscowości – Sieraków i Smyków, w wariancie podstawowym, przedstawia rys. 16.

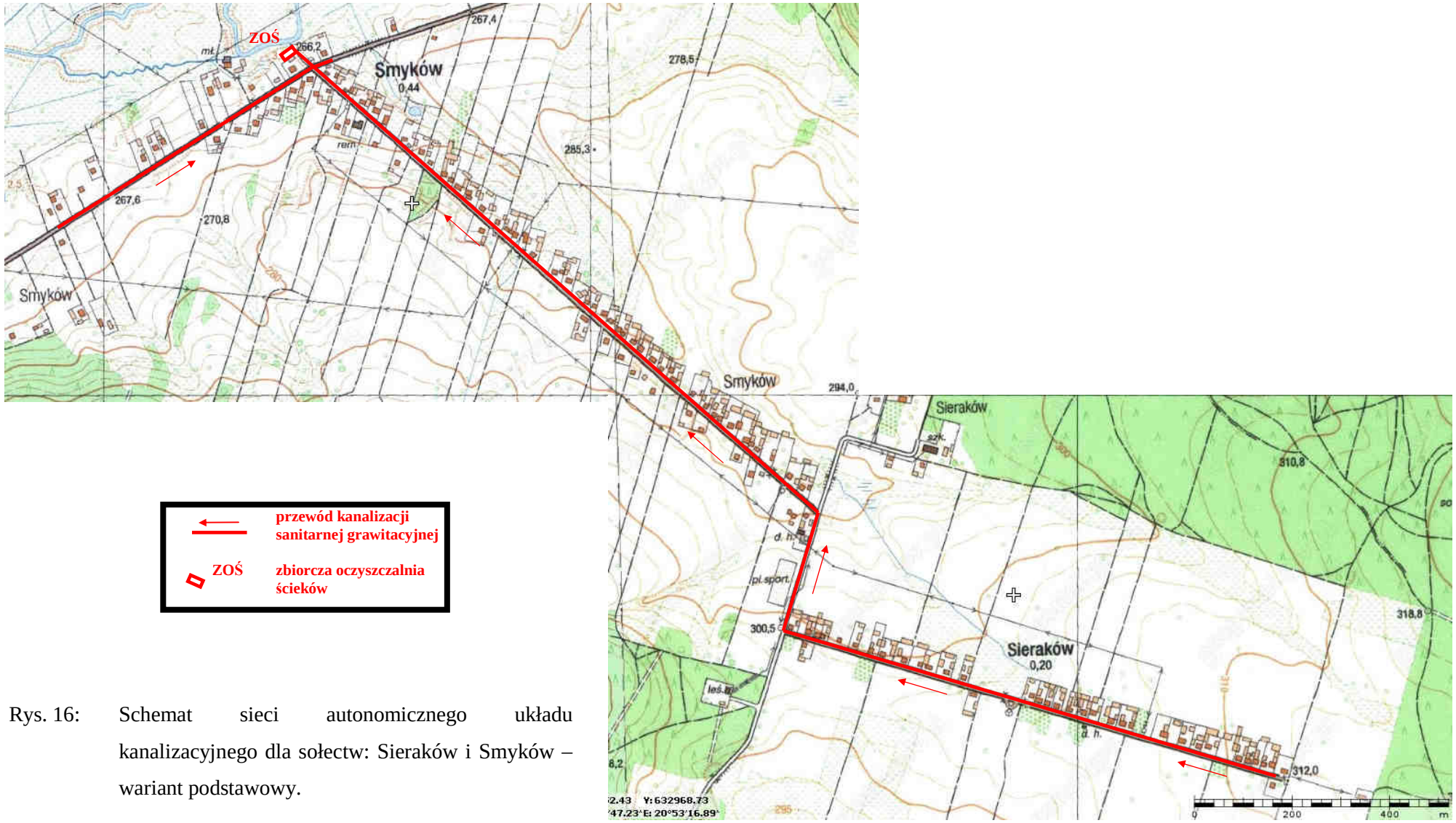
Gospodarstwa zlokalizowane w dalszej odległości od zabudowy zwartej obu wsi, które nie mogą zostać objęte siecią kanalizacyjną (zostanie przekroczony wskaźnik: 8 m/M) proponuje wyposażyć je w przydomowe oczyszczalnie ścieków. W uzasadnionych przypadkach możliwe jest zastosowanie, dla części zabudowy, tzw. „małej centralizacji”.

Orientacyjny koszt jednej przydomowej oczyszczalni ścieków kształtuje się na poziomie ok. 14.000,- zł (zakup urządzeń i ich instalacja).

Wariant zastępczy:

Z technicznego punktu widzenia możliwe jest rozwiązanie alternatywne – tj. zamiast budowy autonomicznej oczyszczalni ścieków BIOCLERE 2×B350 – transport zebranych ścieków do miejscowości Na Górze – i dalej siecią kanalizacyjną, do oczyszczalni ścieków w Daleszycach. Realizacja tego wariantu wymagać będzie budowy przewodu ciśnieniowego tłocznego o długości minimum L = 2,0 km (I = 360.000,- zł) oraz pompowni sieciowej (I = 150.000,- zł). Łącznie koszty wyniosą: I = 510.000,- zł, co jest wartością o 210.000,- zł mniejszą od kosztu budowy autonomicznej oczyszczalni ścieków BIOCLERE 2×B350 – I = 720.000,- zł.

Należy podkreślić, że eksploatacja przewodu ciśnieniowego tłocznego powodować będzie o wiele większe kłopoty eksploatacyjne w porównaniu do prawie bezobsługowej pracy oczyszczalni.



Rys. 16: Schemat sieci autonomicznego układu kanalizacyjnego dla sołectw: Sieraków i Smyków – wariant podstawowy.

6.2.13. Słopiec

Charakterystyka miejscowości

Sołectwo Słopiec charakteryzuje obszar o dominującej funkcji mieszkaniowej. Sołectwo składa się ze wsi: Słopiec Szlachecki (436 M) oraz Słopiec Rządowy (266 M) – stan na: 30 czerwca 2011 r. Przyjmując współczynnik 3,5 M na jedno gospodarstwo można założyć, że w sołectwie znajduje się ok. 200 gospodarstw. Zabudowa obu wsi ma charakter wsi wielodrożnych. Brak jest centrum mieszkaniowo-usługowego budującego przestrzeń publiczną.

W obszarze sołectwa znajduje się rezerwat leśno-torfowy „Słopiec", Cisowsko-Orłowiński Park Krajobrazowy (C-OPK) oraz Obszar Chronionego Krajobrazu (C-OOChK).

Na terenie sołectwa zlokalizowane są jedne z ujęć wody przeznaczone do zaopatrzenia w wodę gminy.

Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej

Obszar całego sołectwa posiada zaprojektowaną i przyjętą do przyszłej realizacji sieć kanalizacji sanitarnej. Ze względu na przyjęte już rozwiązanie gospodarki ściekowej, sołectwo należeć będzie do zlewni oczyszczalni w Marzyszu. W przyszłości, gdy nastąpi dalszy rozwój funkcji mieszkaniowej sołectwa należy tak doprojektować nową sieć kanalizacyjną aby w dalszym ciągu należała do zlewni tej oczyszczalni.

Gospodarstwa które, ze względów technicznych i ekonomicznych nie mogą być objęte systemem kanalizacji sanitarnej powinny zostać wyposażone w przydomowe oczyszczalnie ścieków. W uzasadnionych przypadkach możliwe jest zastosowanie, dla części zabudowy, tzw. „małej centralizacji".

Orientacyjny koszt jednej przydomowej oczyszczalni ścieków kształtuje się na poziomie ok. 14.000,- zł (zakup urządzeń i ich instalacja).

- *Wariant zastępczy:*

Nie przewiduje się wariantu zastępczego rozwiązania gospodarki ściekowej dla sołectwa Słopiec.

6.2.14. Smyków

Charakterystyka miejscowości

Sołectwo Smyków charakteryzuje obszar o dominującej funkcji rolnej. Jest to teren o najkorzystniejszych, w skali gminy, warunkach dla rozwoju rolnictwa. Sołectwo składa się z jednej

wsi Smyków która posiada charakter zabudowy ulicowej zwartej. Brak jest centrum mieszkaniowo-usługowego budującego przestrzeń publiczną.

Na terenie sołectwa znajduje się Cisowsko-Orłowiński Park Krajobrazowy (C-OPK).

Na terenie sołectwa zlokalizowane są jedne z ujęć wody przeznaczone do zaopatrzenia w wodę gminy.

Sołectwo jest zamieszkiwane przez 455 mieszkańców (stan na: 30 czerwca 2011 r.).

Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej

- *Wariant podstawowy:*

Ze względu na położenie i charakter zabudowy miejscowości Sieraków i Smyków, przyjęto rozwiązanie polegające na budowie wspólnego dla tych przysiółków, autonomicznego układu kanalizacyjnego, przygotowanego do przyjęcia wszystkich ścieków powstających na terenie zwartej zabudowy obu miejscowości – Sieraków i Smyków.

Opis rozwiązania przedstawiono w rozdziale 6.2.12.

Graficzne przedstawienie układu zostało pokazane na rys. 16.

6.2.15. Suków

Charakterystyka miejscowości

Rejon Sukowa położony jest nad Głównym Zbiornikiem Wód Podziemnych (GZWP) nr 418. Z uwagi na słabą izolację obszary te są zaliczone do wymagających ochrony ONO i OWO. Jednym z nakazów wynikających z istnienia GZWP nr 418 jest nakaz objęcia kanalizacją wszystkich zwodociągowanych wsi i osiedli mieszkaniowych, które dotychczas takiej kanalizacji nie mają. Na obszarach tych obowiązuje m.in. zakaz wprowadzania ścieków do ziemi i wód powierzchniowych, zakaz rolniczego wykorzystania ścieków oraz zakaz budowy nowych wodociągów wiejskich i osiedlowych w jednostkach osadniczych bez kanalizacji i lokalnej oczyszczalni ścieków.

Na terenie sołectwa zlokalizowane są jedne z ujęć wody przeznaczone do zaopatrzenia w wodę gminy oraz miasta Kielce. We wsi Suków rzeka Lubrzanka przyjmuje swój największy lewobrzeżny dopływ – rzekę Warkocz.

Sołectwo Suków charakteryzuje obszar o dominującej funkcji mieszkaniowej. Brak jest centrum mieszkaniowo-usługowego budującego przestrzeń publiczną. Na obszarze sołectwa znajduje się zbiornik wody po wyrobisku piasku, który w przyszłości może zostać przekształcony w zbiornik retencyjny o charakterze rekreacyjno-wypoczynkowym. Lasy w tym rejonie poddane są masowej i narastającej penetracji turystycznej. Cały obszar sołectwa to część Podkieleckiego Obszaru Chronionego Krajobrazu (POCHK).

Sołectwo jest zamieszkiwane przez 2.039 mieszkańców (stan na: 30 czerwca 2011 r.).

Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej

Uwzględniając uwarunkowania wynikające z ograniczeń narzuconych przez strefy ONO i OWO należy zauważyć, że na obszarze sołectwa zabroniona jest m.in.: budowa przydomowych oczyszczalni ścieków, rolnicze wykorzystanie ścieków oczyszczonych, budowa nowych wodociągów wiejskich i osiedlowych w jednostkach osadniczych bez kanalizacji i lokalnej oczyszczalni ścieków. W związku z tym zdecydowanie postuluje się prowadzenie dalszych prac mających na celu całkowite skanalizowanie obszarów tych sołectw. W chwili obecnej około połowa miejscowości Suków („ścisłe centrum") objęta jest budową sieci kanalizacji sanitarnej. Pozostała część sołectwa posiada, przyjęte przez gminę, projekty tras sieci kanalizacyjnej – dotyczy to przysiółków: Suków-Borki, Borki, Rogatka, Krajszczyzna, Pastwiska, Suków-Babie, Babie, Modrzewie i Papiernia.

Gospodarstwa które, ze względów technicznych i ekonomicznych nie mogą być objęte systemem kanalizacji sanitarnej, bezwzględnie powinny być wyposażone w zbiorniki bezodpływowe, których szczelność powinna być potwierdzona stosownymi atestami.

- *Wariant zastępczy:*

Nie przewiduje się wariantu zastępczego rozwiązania gospodarki ściekowej dla sołectwa Suków.

Uwaga: W przyszłości, w przypadku dalszego intensywnego rozwoju funkcji mieszkaniowej wsi Suków, być może należałoby rozważyć odprowadzenie ścieków z nowo zabudowanych obszarów do miejskiego systemu kanalizacji sanitarnej w Kielcach. Decyzja o kierunku odprowadzenia ścieków (OŚ w Kielcach bądź OŚ w Marzyszu) powinna być podjęta po szczegółowej analizie techniczno-ekonomicznej.

6.2.16. Szczecno

Charakterystyka miejscowości

Sołectwo Szczecno charakteryzuje obszar o dominującej funkcji rolno-rekreacyjnej. Wieś Szczecno, która dysponuje szczególnymi walorami wypoczynkowymi i, w związku z tym, praktycznie nie posiada już wolnych „terenów budowlanych", które zostały wykorzystane niemalże w 100%. Brak jest centrum mieszkaniowo-usługowego budującego przestrzeń publiczną. Sołectwo składa się przede wszystkich ze wsi Szczecno, o zabudowie ulicowej zwartej oraz wolno stojących gospodarstw tworzących przysiółki: Murawin, Łuczewnica i Kocieszyn.

Lasy w rejonie Szczecna poddane są masowej i narastającej penetracji turystycznej.

Na rowie ciążącym do rzeki Pierzchnianki, znajduje się kompleks trzech stawów rybnych o łącznej pow. 1,54 ha.

Na terenie sołectwa znajduje się Cisowsko-Orłowiński Park Krajobrazowy (C-OPK) oraz Obszar Chronionego Krajobrazu (C-OOChK).

Sołectwo jest zamieszkiwane przez 733 mieszkańców (stan na: 30 czerwca 2011 r.).

Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej

- *Wariant podstawowy:*

W chwili obecnej praktycznie całe sołectwo posiada kanalizację sanitarną która należy do zlewni oczyszczalni ścieków Szczecno-Komórki. W związku z tym, brak jest potrzeby rozbudowy sieci kanalizacyjnej. Należy jedynie przewidzieć zastosowanie przydomowych oczyszczalni ścieków dla wolno stojących gospodarstw tworzących przysiółki: Murawin, Łuczewnica i Kocieszyn. W uzasadnionych przypadkach możliwe jest zastosowanie, dla części zabudowy, tzw. „małej centralizacji".

Orientacyjny koszt jednej przydomowej oczyszczalni ścieków kształtuje się na poziomie ok. 14.000,- zł (zakup urządzeń i ich instalacja).

- *Wariant zastępczy:*

Nie przewiduje się wariantu zastępczego rozwiązania gospodarki ściekowej dla sołectwa Szczecno.

6.2.17. Trzemosna

Charakterystyka miejscowości

Sołectwo Trzemosna jest jednym z najmniejszych sołectw w gminie i składa się na nie jedna wieś o tej samej nazwie. Trzemosna posiada zabudowę zwartą ulicową; praktycznie brak jest gospodarstw wolnostojących. Wieś ta dysponuje szczególnymi walorami wypoczynkowymi i, w związku z tym, praktycznie nie posiada już wolnych „terenów budowlanych", które zostały wykorzystane niemalże w 100%. Brak jest centrum mieszkaniowo-usługowego budującego przestrzeń publiczną.

Przyjęty przez gminę obszar funkcjonalny sołectwa to: dominująca funkcja rolna. Jest to teren o najkorzystniejszych, w skali gminy, warunkach dla rozwoju rolnictwa.

Na całym terenie sołectwa znajduje się część Cisowsko-Orłowińskiego Parku Krajobrazowego (C-OPK).

Sołectwo Trzemosna charakteryzuje się liczbą mieszkańców na poziomie 237 mieszkańców (stan na: 30 czerwca 2011 r.). Przyjmując współczynnik 3,5 M na jedno gospodarstwo, można założyć, że w sołectwie znajduje się ok. 65 gospodarstw.

Średnia dobowa ilość ścieków oraz średnie dobowe ładunki zanieczyszczeń w ściekach surowych dla sołectwa Smyków, wynoszą:

$Q_{dśr}$ = 237·0,08 = 19,0 m^3/d.

BZT_5 = 237·0,06 = 14,2 kg/d

zawiesiny ogólne = 237·0,07 = 16,6 kg/d

Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej

- *Wariant podstawowy:*

Wieś Trzemosna posiada zabudowę zwartą ulicową; praktycznie brak jest gospodarstw wolnostojących. W związku z tym, proponuje się budowę autonomicznego układu kanalizacyjnego (rys. 17), przygotowanego do przyjęcia wszystkich ścieków powstających na terenie zwartej zabudowy wsi.

W skład systemu wchodzić będą przewody kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej (o długości L_{sk} = 1,6 km, I_{graw} = 984.000,- zł), przyłącza kanalizacyjne (o orientacyjnej liczbie n_{pk} = 65 szt. i przyjętej średniej długości jednego przyłącza l_{pk} = 12 m, I_{pk} = 273.000,- zł), oraz zbiorcza oczyszczalnia ścieków pracująca w układzie: osadnik gnilny (40 m^3) + złoże biologiczne, typu BIOCLERE (EP + BIOCLERE B280).

Przyjęto, że sieć kanalizacyjna obsługiwać będzie około 237 mieszkańców, zamieszkałych w zwartej części zabudowy obu miejscowości.

Łączny orientacyjny koszt realizacji układu wyniesie:

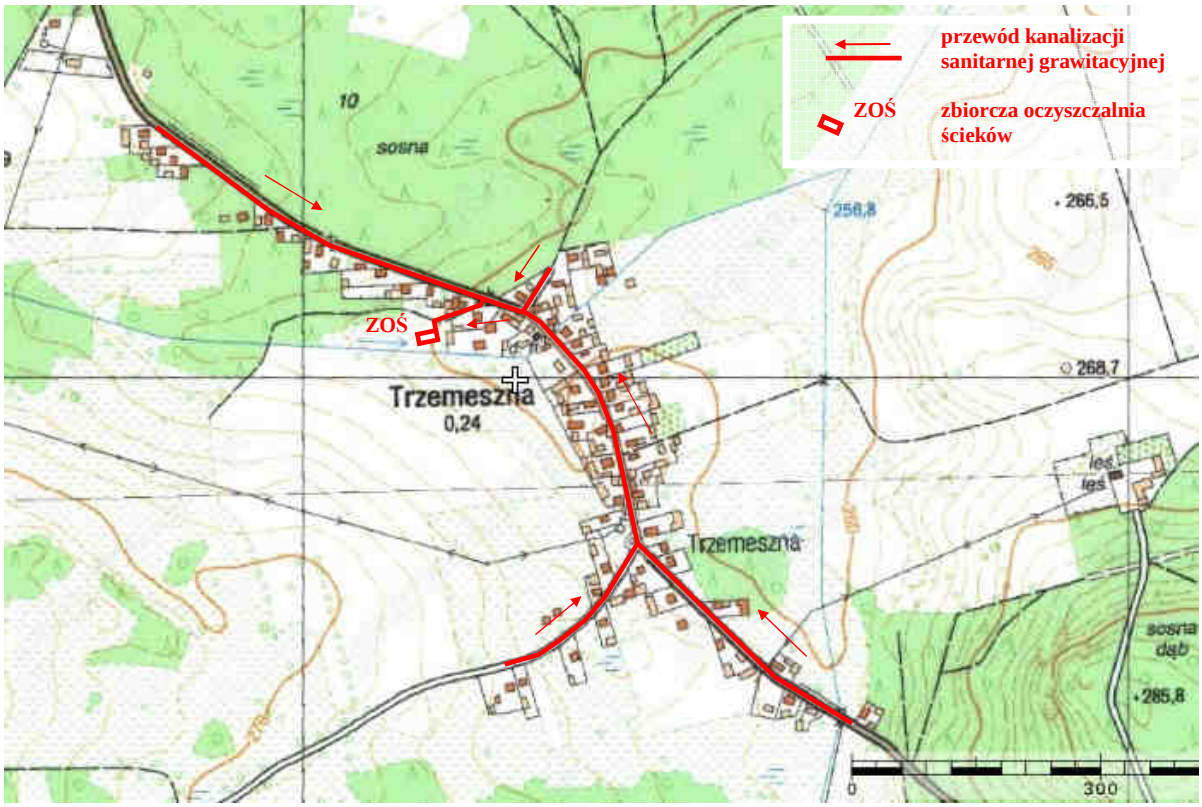
• przewody kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej	–	984.000,- zł
• przyłącza kanalizacyjne	–	273.000,- zł
• oczyszczalnia ścieków typu BIOCLERE B280	–	300.000,- zł
Łącznie:	–	1.557.000,- zł

Orientacyjny koszt budowy całego układu w tym wariancie to: I ≅ 1.284.000,- zł (bez uwzględnienia przyłączy kanalizacyjnych) i, I ≅ 1.557.000,- zł (z uwzględnieniem przyłączy kanalizacyjnych). Jednostkowy wskaźnik kosztów realizacji powinien kształtować się na poziomie – odpowiednio: i_M ≅ 5.740,- zł/M oraz i_M ≅ 6.570,- zł/M.

Schemat układu kanalizacyjnego dla sołectwa Trzemosna, w wariancie podstawowym, przedstawia rys. 17.

W przypadku gdyby wystąpiła sytuacja, że ze względu na położenie, jakieś gospodarstwo nie może zostać przyłączone do sieci kanalizacyjnej, (zostanie przekroczony wskaźnik: 8 m/M) proponuje się wyposażyć je w przydomową oczyszczalnię ścieków.

Orientacyjny koszt jednej przydomowej oczyszczalni ścieków kształtuje się na poziomie ok. 14.000,- zł (zakup urządzeń i ich instalacja).



Rys. 17: Schemat sieci autonomicznego układu kanalizacyjnego dla sołectwa Trzemosna – wariant podstawowy.

Wariant zastępczy:

Nie przewiduje się wariantu zastępczego rozwiązania gospodarki ściekowej dla sołectwa Trzemosna.

Uwaga: nie uzasadnione wydaje się transportowanie ścieków do OŚ Szczecno-Komórki, ze względu na warunki hydrogeologiczne i ukształtowanie terenu.

6.2.18. Widełki

Charakterystyka miejscowości

Sołectwo Widełki charakteryzuje obszar o dominującej funkcji rolno-rekreacyjnej. Sołectwo składa się z przysiółków: Widełki, Brzezinki i Łukawa. Brak jest centrum mieszkaniowo-usługowego budującego przestrzeń publiczną. Zabudowa sołectwa to, w części – ulicowa zwarta, a w części – rozproszona (obszary zabudowy pod nazwami: Zarobiny, Brzezinki, Ociesęki i Łukawa). Wieś Widełki dysponuje szczególnymi walorami wypoczynkowymi

Na obszarze całego sołectwa rozciąga się fragment Cisowsko-Orłowińskiego Parku Krajobrazowego (C-OPK).

W rejonie wsi Widełki przepływa rzeka Łukawka.

Sołectwo zamieszkuje 362 mieszkańców (stan na: 30 czerwca 2011 r.). Przyjmując współczynnik 3,5 M na jedno gospodarstwo, można założyć, że w sołectwie znajduje się około 100 gospodarstw.

Średnia dobowa ilość ścieków:

$$Q_{dśr} = 362 \cdot 0{,}08 = 29{,}0\ m^3/d.$$

Średnie dobowe ładunki zanieczyszczeń w ściekach surowych:

$$BZT_5 = 362 \cdot 0{,}06 = 21{,}7\ kg/d$$

$$\text{zawiesiny ogólne} = 362 \cdot 0{,}07 = 25{,}3\ kg/d$$

Proponowane rozwiązanie gospodarki ściekowej

- *Wariant podstawowy:*

Na terenie sołectwa znajduje się zarówno zabudowa zwarta (ulicowa) jak i rozproszona (w postaci grup gospodarstw lub wolnostojących leśniczówek).

Zabudowa zwarta to przede wszystkim wsie Widełki i Brzezinki. Zabudowa rozproszona to przysiółki: Widełki, Brzezinki, Ociesęki i Łukawa.

W północnej części sołectwa znajduje się przysiółek Zarobiny – jego zabudowa jest typowo ulicowa lecz dość rozproszona.

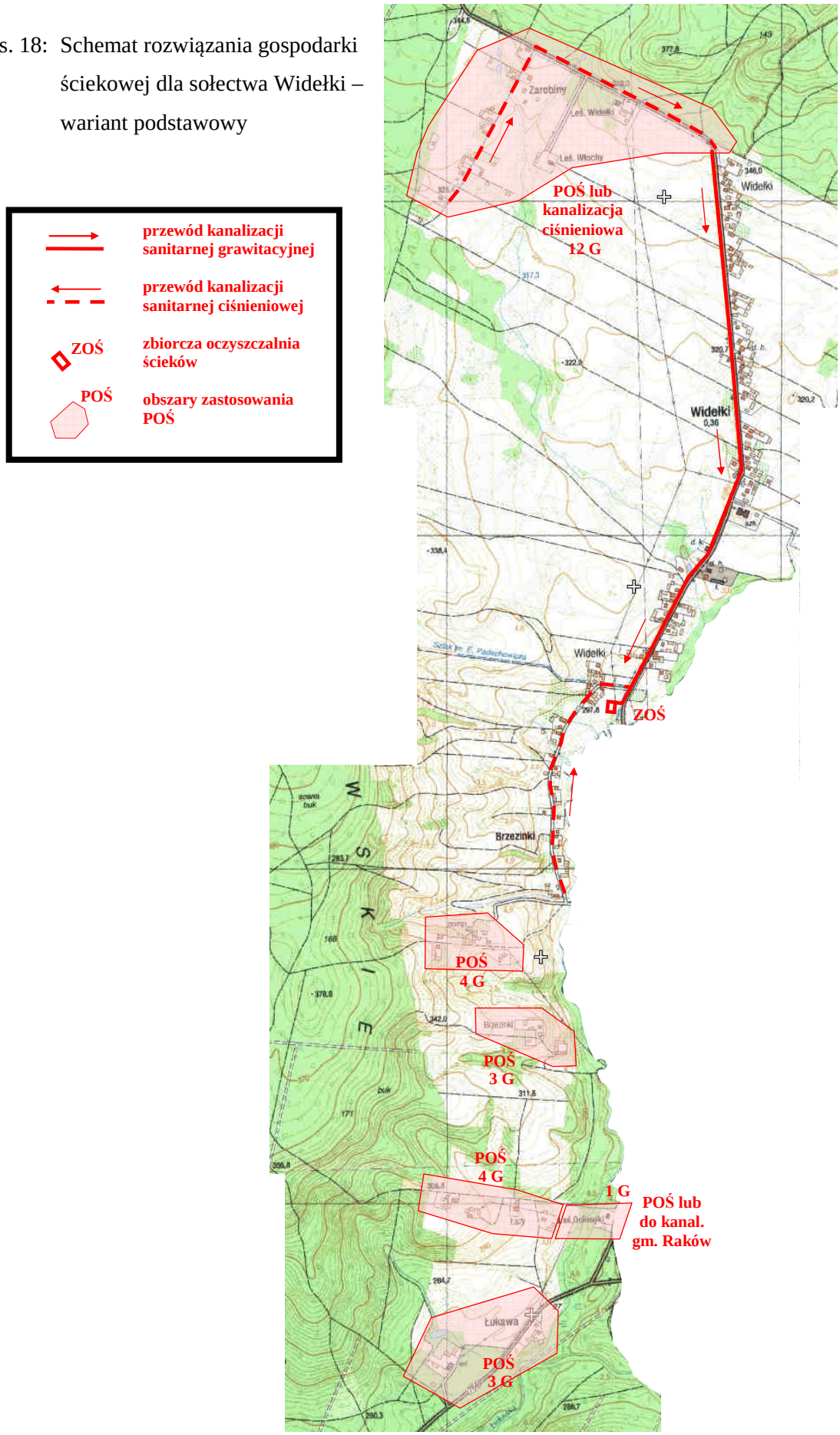
W związku z układem przestrzennym sołectwa proponuje się następujące rozwiązanie gospodarki ściekowej (rys. 18):

- zabudowa zwarta ulicowa wsi Widełki:

  Proponuje się budowę autonomicznego układu kanalizacyjnego, przygotowanego do przyjęcia wszystkich ścieków powstających na terenie zwartej zabudowy wsi.

  W skład systemu wchodzić będą przewody kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej (o długości L_{sk} = 1,75 km, I_{graw} = 1.076.250,- zł), przyłącza kanalizacyjne (o orientacyjnej liczbie n_{pk} = 57 szt. i przyjętej średniej długości jednego przyłącza l_{pk} = 12 m, I_{pk} = 239.400,- zł), oraz zbiorcza oczyszczalnia ścieków pracująca w układzie: osadnik gnilny (40 m^3) + złoże biologiczne, typu BIOCLERE (EP + BIOCLERE B210). Oczyszczalnia przygotowana będzie na przyjęcie ścieków z powyższej sieci kanalizacji grawitacyjnej (od ok. 57 G, tj. ok. 200 M) oraz z sieci kanalizacji ciśnieniowej wsi Brzezinki (od ok. 16 G, tj. ok. 56 M).

Rys. 18: Schemat rozwiązania gospodarki ściekowej dla sołectwa Widełki – wariant podstawowy



Przyjęto, że sieć kanalizacyjna grawitacyjna obsługiwać będzie około 200 mieszkańców, zamieszkałych w zwartej części zabudowy wsi Widełki.

Łączny orientacyjny koszt realizacji układu wyniesie:

• przewody kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej	–	1.076.250,- zł
• przyłącza kanalizacyjne	–	210.000,- zł
• oczyszczalnia ścieków typu BIOCLERE B210	–	250.000,- zł
Łącznie:	–	1.536.250,- zł

Orientacyjny koszt budowy całego układu w tym wariancie to: I ≅ 1.326.250,- zł (bez uwzględnienia przyłączy kanalizacyjnych) i, I ≅ 1.536.250,- zł (z uwzględnieniem przyłączy kanalizacyjnych).

- zabudowa zwarta ulicowa wsi Brzezinki:

Ze względu na ukształtowanie terenu (znaczne i częste przewyższenia terenu), proponuje się do realizacji budowę układu kanalizacji ciśnieniowej z włączeniem zebranych ścieków do układu kanalizacji grawitacyjnej wsi Widełki.

System kanalizacji ciśnieniowej, stanowi alternatywne rozwiązanie dla kanalizacji grawitacyjnej, szczególnie gdy występuje zróżnicowana topografia terenu (spadki terenu i warunki hydrogeologiczne są niekorzystne do zastosowania kanalizacji grawitacyjnej). Jest to tzw. niekonwencjonalny system odprowadzania ścieków bytowo-gospodarczych. Transport ścieków w kanalizacji ciśnieniowej jest wymuszony przez zatapialne pompy ściekowe najczęściej z urządzeniem rozdrabniającym zanieczyszczenia stałe, znajdujące się w przydomowych pompowniach ścieków. W warunkach polskich, najczęściej do pojedynczej przydomowej pompowni ścieków podłącza się jeden budynek mieszkalny. Ze względu na hydrauliczne warunki transportu ścieków w systemie kanalizacji ciśnieniowej, korzystniej jest, gdy do pojedynczej przydomowej pompowni ścieków podłączonych jest kilka budynków mieszkalnych. Do jednej przydomowej pompowni ścieków dopuszcza się podłączenie do pięciu budynków mieszkalnych.

W skład systemu kanalizacji ciśnieniowej, obsługującej wieś Brzezinki, wchodzić będą przewody kanalizacji sanitarnej ciśnieniowej (o długości L_{sk} = 0,78 km, $I_{ciśn}$ = 140.400,- zł) oraz przydomowe pompownie ścieków wraz z przyłączami kanalizacyjnymi (o orientacyjnej liczbie n = 16 szt. i przyjętej średniej długości jednego przyłącza l_{pk} = 12 m, I_{pk} = 192.000,- zł),

Przy ocenie nakładów inwestycyjnych założono:

- koszt budowy kanalizacji sanitarnej ciśnieniowej : 180,- zł/m,
- koszt realizacji przydomowej oczyszczalni ścieków (wraz z osprzętem i przykanalikiem o średniej długości l = 12 m) : 10.000,-zł ÷ 15.000,- zł/szt. (do obliczeń przyjęto, że koszt: 12.000,- zł/szt.)

Założono, iż kanalizacja ciśnieniowa obsługiwać będzie ok. 16 gospodarstw, tj. ok. 56 mieszkańców, zamieszkałych w zwartej części zabudowy wsi Brzezinki.

Łączny orientacyjny koszt realizacji układu wyniesie:

• przewody kanalizacji sanitarnej ciśnieniowej	–	140.400,-	zł
• przydomowe pompownie ścieków (wraz z osprzętem i przykanalikiem)	–	192.000,-	zł
Łącznie:	–	332.400,-	zł

Orientacyjny koszt budowy całego układu w tym wariancie to: I ≅ 332.400,- zł.

Uwzględniając obie powyższe inwestycje (kanalizacja grawitacyjna dla wsi Widełki oraz kanalizacja ciśnieniowa dla wsi Brzezinki), można stwierdzić, iż jednostkowy wskaźnik kosztów realizacji powinien kształtować się na poziomie ok. i_M ≅ 7.380,- zł/M.

- obszar przysiółka Zarobiny:

Znajdujący się w północnej części sołectwa przysiółek Zarobiny charakteryzuje się budową typowo ulicową lecz dość rozproszoną. Na obszarze tym znajduje się 12 gospodarstw (ok. 45 M). W związku z tym, możliwe są dwa rozwiązania techniczne:

Budowa przydomowych oczyszczalni ścieków:

Orientacyjny koszt jednej przydomowej oczyszczalni ścieków kształtuje się na poziomie ok. 14.000,- zł (zakup urządzeń i ich instalacja). Przyjmując orientacyjnie, 12 gospodarstw na omawianym obszarze, koszt realizacji tej inwestycji wyniesie około I ≅ 168.000,- zł.

Budowa kanalizacji sanitarnej ciśnieniowej:

Orientacyjny koszt realizacji układu wyniesie:

• przewody kanalizacji ciśnieniowej ($L_{ciśn}$ = 1.2 km)	–	216.000,-	zł
• przydomowe pompownie ścieków (wraz z osprzętem i przykanalikiem)	–	144.000,-	zł
Łącznie:	–	360.000,-	zł

Jednostkowe wskaźniki kosztów realizacji, dla obu rozwiązań, to odpowiednio: i_M ≅ 3.750,- zł/M oraz i_M ≅ 8.000,- zł/M.

- obszary zabudowy rozproszonej:

Na terenie sołectwa wyróżnić można 4 obszary zabudowy rozproszonej. Są to przysiółki: Widełki, Brzezinki, Ociesęki i Łukawa. Dla obszarów tych należy przewidzieć zastosowanie przydomowych oczyszczalni ścieków. W uzasadnionych przypadkach (skupiska gospodarstw) możliwe jest zastosowanie, dla części zabudowy, tzw. „małej centralizacji".

Dla leśniczówki Ociesęki również należy przewidzieć zastosowanie przydomowej oczyszczalni ścieków. Z technicznego punktu widzenia możliwe jest również włączenie się do systemu

kanalizacji sąsiedniej gminy Raków – jeśli takowa istnieje bądź ma być realizowana w bliskiej przyszłości.

Orientacyjny koszt jednej przydomowej oczyszczalni ścieków kształtuje się na poziomie ok. 14.000,- zł (zakup urządzeń i ich instalacja). Przyjmując orientacyjnie, że ok. 40 gospodarstw wymaga zastosowania przydomowych oczyszczalni ścieków, koszt realizacji tej inwestycji wyniesie około I ≅ 560.000,- zł.

- *Wariant zastępczy:*

Nie przewiduje się wariantu zastępczego rozwiązania gospodarki ściekowej dla sołectwa Widełki.

Na rysunku rys. 18, przedstawiono schemat rozwiązania gospodarki ściekowej dla sołectwa Widełki – wariant podstawowy.

7. Podsumowanie

Celem niniejszego opracowania jest koncepcja gospodarki ściekowej w gminie Daleszyce wraz z analizą funkcjonowania istniejących oczyszczalni ścieków, pod kątem ich ewentualnej modernizacji.

Gmina Daleszyce składa się z 18 sołectw, które zamieszkuje 15.285 osoby (stan na: 30 czerwca 2011 r.). Osiem sołectw obsługiwanych jest przez trzy oczyszczalnie ścieków. Przybliżona liczba mieszkańców tych sołectw, którzy będą docelowo obsługiwani przez powyższe oczyszczalnie, to ok. 15 tys. osób co stanowić będzie ok. 54,5% całej ludności gminy. Jedno sołectwo – Mójcza, leży w zlewni kanalizacji miasta Kielce (ok. 1.3 tys. M, tj. 8,5% całej ludności gminy). Pozostałe dziewięć sołectw nie posiada planów rozwiązania gospodarki ściekowej na swoim terenie – co stanowi ok. 5 tys. M, tj. 35% całej ludności gminy.

7.1. Ocena oczyszczalni ścieków

Oczyszczalnia ścieków w Daleszycach

Analiza działania oczyszczalni oraz przeprowadzone obliczenia wykazały, iż:

- istniejący układ technologiczny oczyszczalni nie wymaga zwiększenia istniejących pojemności reaktorów sekwencyjnych,
- ze względu na wielkość oczyszczalni oraz odbiornik w postaci wody płynącej, nie jest wymagane usuwanie związków azotu i fosforu,
- należy zmodernizować część osadową oczyszczalni – niezbędne jest dobudowanie dodatkowych komór stabilizacji lub też, w przypadku decyzji o pozostawieniu istniejących komór bez ich rozbudowy, dobudowanie układu zagęszczania osadu,
- do oczyszczalni dopływają ścieki trudne do oczyszczenia ścieki przemysłowe; brak jest efektywnych procesów podczyszczania ścieków w lokalnych zakładach przemysłowych, co może wpływać na zakłócenia w pracy oczyszczalni,
- **absolutnie konieczne jest działanie władz Miasta i Gminy mające na celu zwiększenie efektywności działania separatorów tłuszczu, zainstalowanych w zakładach przemysłowych.**

Oczyszczalnia ścieków w Marzyszu

Analiza działania oczyszczalni oraz przeprowadzone obliczenia wykazały, iż:

- istniejący układ technologiczny oczyszczalni nie wymaga rozbudowy; do prawidłowej pracy oczyszczalni wystarczy jeden – istniejący – ciąg technologiczny, **i to niezależnie od wymagań dotyczących jakości ścieków oczyszczonych**. W związku z tym **budowa drugiego ciągu technologicznego jest absolutnie nieuzasadniona**,

- ze względu na wielkość oczyszczalni oraz odbiornik w postaci wody płynącej, nie jest wymagane usuwanie związków azotu i fosforu,
- oczyszczalnia oczyszcza obecnie **znaczne ilości wód infiltracyjnych**,
- istnieje znaczna rezerwa przepustowości umożliwiająca podłączanie nowych kompleksów mieszkaniowych – nawet do 4.000 mieszkańców,

Oczyszczalnia ścieków w Szczecnie-Komórkach

Analiza działania oczyszczalni oraz przeprowadzone obliczenia wykazały, iż:

- ze względu na wielkość oczyszczalni oraz odbiornik w postaci wody płynącej, nie jest wymagane usuwanie związków azotu i fosforu,
- uruchomienie drugiego bioreaktora jest nieuzasadnione,
- postuluje się przeprowadzenie prac modernizacyjnych, polegających na:
  - przekształceniu istniejącej komora denitryfikacji w napowietrzaną komorę osadu czynnego,
  - zamianie kraty oczyszczanej ręcznie na kratę oczyszczaną mechanicznie,
  - zastosowaniu zagęszczacza mechanicznego, z lokalizacją pomiędzy zbiornikiem osadu nadmiernego a prasą komorową.

7.2. Rozwiązania systemu kanalizacyjnego dla sołectw gminy Daleszyce

Analizie poddano wszystkie 18 sołectw gminy. Szczegółowe koncepcje przedstawiono dla 9 sołectw – tj. tych, które nie posiadały planów rozwiązania gospodarki ściekowej na swoim terenie.

Zestawienie dla każdego z sołectw, opisu rozwiązań gospodarki ściekowej wraz z przybliżonymi kosztami realizacji, przedstawiono w tabeli 5.

Obszary gminy które znajdują się nad głównymi zbiornika wody podziemnej GZWP nr 417 i nr 418, i których istnienie wymusza restrykcyjną gospodarkę ściekową (ochrona ONO i OWO) powinny być traktowane priorytetowo; są to sołectwa: Borków, Marzysz, Mójcza, Sieraków oraz Suków,

Kolejność wykonywania systemów kanalizacyjnych w pozostałych sołectwach powinna opierać się na analizie wartości jednostkowego wskaźnika kosztów realizacji i_M – tereny charakteryzujące się wskaźnikiem najniższym powinny być realizowane w pierwszej kolejności. Dotyczy to sołectw: Brzechów, Cisów, Kranów, Niestachów, Niwy, Sieraków, Smyków, Trzemosna i Widełki. Orientacyjne globalne wielkości nakładów inwestycyjnych (odniesione do całej populacji każdego z sołectw) oraz wskaźniki jednostkowe przedstawione zostały w tabeli 4. Do obliczeń przyjęto koszty realizacji wariantów podstawowych.

Należy zwrócić uwagę, że – zgodnie z danymi uzyskanymi w urzędzie gminy Daleszyce – wzajemna korelacja ilości mieszkańców i ilości gospodarstw w poszczególnych gminach budzi zastrzeżenia. Uzyskane współczynniki – ilość osób przypadająca na jedno gospodarstwo – są w wielu

przypadkach wielkościami mało wiarygodnymi. Jako przykład można tu podać sołectwo: Mójcza (7.7 mieszkańca na jedno gospodarstwo, przy liczbie mieszkańców: 1.365), Niwy (7,3 M/G, przy 987 M), czy sołectwo Borków (15,2 M/G – prawdopodobnie błąd gruby). Średnio, sołectwa charakteryzują się powyższym wskaźnikiem na poziomie ok. 5÷6 M/G, co należy uznać za wielkość zawyżoną.

W związku z tym, dla całej gminy przyjęto wartość: 3,5 M/G.

Analizując tabelę 4, można stwierdzić, iż zakładając, że Gmina będzie dysponować kredytem na budowę systemów kanalizacyjnych na terenie gminy w wysokości ok. 30 mln zł, powinna ona rozpocząć inwestycje w sołectwach, według następującej kolejności: Niwy, Brzechów, Niestachów, Sieraków + Smyków, Trzemosna, Widełki, Kranów, Cisów.

Tabela nr 4: Orientacyjne globalne wielkości nakładów inwestycyjnych (odniesione do całej populacji każdego z sołectw) oraz wskaźników jednostkowych.

Nr	**Sołectwo**	**liczba mieszk. M**	**Łączne koszty realizacji zł**	**wskaźnik jednostk. kosztów realizacji zł/M**	**zestawienie wskaźników (od najmniejszego)**
1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.	Brzechów	927	4.448.000,-	4.800,-	2.
2.	Cisów	496	4.616.100,-	9.300,-	8.
3.	Kranów	537	4.206.800,-	7.850,-	7.
4.	Niestachów	1.094	5.796.000,-	5.300,-	3.
5.	Niwy	987	2.431.900,-	2.450,-	1.
6.	Sieraków + Smyków	632	3.555.750,-	5.650,-	4.
7.	Trzemosna	237	1.557.000,-	6.550,-	5.
8.	Widełki	362	2.788.650,-	7.700,-	6.
Razem		**5.272**	**29.400.200,-**		

Tabela nr 5: Zestawienie, dla każdego z sołectw, opisu rozwiązań gospodarki ściekowej wraz z przybliżonymi kosztami realizacji.

Nr	**Sołectwo** **nazwa / charakterystyka**	**Rozwiązanie gospodarki ściekowej**		**Uwagi**
		wariant podstawowy **charakterystyka / koszty realizacji**	**wariant zastępczy** **charakterystyka / koszty realizacji**	
1.	2.	3.	4.	5.
1.	**Borków** M = 561 G ≅ 160	postuluje się prowadzenie dalszych prac mających na celu całkowite skanalizowanie sołectwa, z odprowadzeniem ścieków do oczyszczalni w Marzyszu. dla terenów które nie mogą być objęte systemem kanalizacji sanitarnej – bezwzględnie zbiorniki bezodpływowe.	nie przewiduje się.	teren nad (GZWP) nr 418; wymaga ochrony ONO i OWO.
2.	**Brzechów** M = 927 G ≅ 265	budowa układu kanalizacyjnego, i transport do OŚ Daleszyce *I ≅ 3.648.000,- zł* dla ok. 60 G budowa POŚ *I ≅ 840.000,- zł* Łącznie: *I ≅ 4.448.000,- zł*	budowa autonomicznego układu kanalizacyjnego ze ZOŚ (2×B500) *I ≅ 4.035.000,- zł* dla ok. 60 G budowa POŚ *I ≅ 840.000,- zł* Łącznie: *I ≅ 4.875.000,- zł*	
3.	**Cisów** M = 496 G ≅ 142	Cisów: budowa autonomicznego układu kanalizacyjnego ze ZOŚ (B350) *I ≅ 3.675.000,- zł* Duży Bór: budowa autonomicznego układu	nie przewiduje się. Duży Bór: budowa POŚ	w uzasadnionym wypadku, przeprowadzić analizę finansową wykonania wariantu podstawowego w

		kanalizacyjnego ze ZOŚ (B45B) *I ≅ 381.100,- zł* dla ok. 40 G budowa POŚ *I ≅ 560.000,- zł* Łącznie: *I ≅ 4.616.100,- zł*	*I ≅ 236.600,- zł* nie przewiduje się.	„wersji zubożonej" – patrz pkt 6.2.3.
4.	**Daleszyce** M = 2.956	miasto Daleszyce posiada już sieć kanalizacji sanitarnej. dla terenów które nie mogą być objęte systemem kanalizacji sanitarnej (przysiółki: Ławy, Dębczyna, Zagórze) – budowa POŚ.	nie przewiduje się.	
5.	**Danków-Wójtostwo** M = 458 G ≅ 131	sołectwo posiada już sieć kanalizacji sanitarnej.	nie przewiduje się.	
6.	**Komórki** M = 428 G ≅ 120	sołectwo posiada już sieć kanalizacji sanitarnej.	nie przewiduje się.	
7.	**Kranów** M = 537 G ≅ 150	Kranów: budowa układu kanalizacyjnego, i transport do OŚ Daleszyce *I ≅ 3.731.400,- zł* Podkranów: budowa autonomicznego układu kanalizacyjnego ze ZOŚ (B38) *I ≅ 391.400,- zł* dla ok. 6 G budowa POŚ *I ≅ 84.000,- zł* Łącznie: *I ≅ 4.206.800,- zł*	nie przewiduje się. Podkranów: budowa POŚ *I ≅ 218.400,- zł* nie przewiduje się.	

8.	**Marzysz** M = 770	postuluje się prowadzenie dalszych prac mających na celu całkowite skanalizowanie sołectwa, z odprowadzeniem ścieków do oczyszczalni w Marzyszu. dla terenów które nie mogą być objęte systemem kanalizacji sanitarnej – bezwzględnie zbiorniki bezodpływowe.	nie przewiduje się.	teren nad (GZWP) nr 418; wymaga ochrony ONO i OWO.
9.	**Mójcza** M = 1.365	postuluje się prowadzenie dalszych prac mających na celu całkowite skanalizowanie sołectwa, z odprowadzeniem ścieków do miejskiego systemu kanalizacji sanitarnej w Kielcach. dla terenów które nie mogą być objęte systemem kanalizacji sanitarnej – bezwzględnie zbiorniki bezodpływowe.	nie przewiduje się.	teren nad (GZWP) nr 417; wymaga ochrony ONO i OWO.
10.	**Niestachów** M = 1.094 G ≅ 310	budowa autonomicznego układu kanalizacyjnego ze ZOŚ (2×B500) *I ≅ 5.796.000,- zł* Łącznie: *I ≅ 5.796.000,- zł*	budowa autonomicznego układu kanalizacyjnego a następnie transport przewodem ciśnieniowym do OŚ w Marzyszu *I ≅ 5.616.000,- zł*	proponuje się przyjęcie do realizacji wariantu podstawowego
11.	**Niwy** M = 987 G ≅ 280	budowa POŚ (ok. 203 G) *I ≅ 2.842.000,- zł* Niwy „A”: budowa autonomicznego układu kanalizacyjnego ze ZOŚ (B210) *I ≅ 921.250,- zł* Niwy „B”: budowa autonomicznego układu kanalizacyjnego ze ZOŚ (B210) *I ≅ 668.650,- zł* Łącznie: *I ≅ 2.431.900,- zł*	nie przewiduje się. Niwy „A”: budowa POŚ *I ≅ 910.000,- zł* Niwy „B”: budowa POŚ *I ≅ 400.400,- zł*	zastosowanie „małej centralizacji” spowoduje obniżenie kosztów

12.	**Sieraków** M = 177 G ≅ 50	**rozwiązanie wspólne z sołectwem Smyków.**		proponuje się przyjęcie do realizacji wariantu podstawowego
		budowa autonomicznego układu kanalizacyjnego ze ZOŚ (B2×350) *I ≅ 3.555.750,- zł*	budowa autonomicznego układu kanalizacyjnego a następnie transport przewodem ciśnieniowym do OŚ w Daleszycach *I ≅ 3.345.750,- zł*	
13.	**Słopiec** M = 702 G ≅ 200	sołectwo posiada już sieć kanalizacji sanitarnej.	nie przewiduje się.	
14.	**Smyków** M = 455 G ≅ 130	**rozwiązanie wspólne z sołectwem Sieraków** – patrz wiersz 12.		
15.	**Suków** M = 2.039	postuluje się prowadzenie dalszych prac mających na celu całkowite skanalizowanie sołectwa, z odprowadzeniem ścieków do miejskiego systemu kanalizacji sanitarnej w Kielcach. dla terenów które nie mogą być objęte systemem kanalizacji sanitarnej – bezwzględnie zbiorniki bezodpływowe.	nie przewiduje się.	teren nad (GZWP) nr 418; wymaga ochrony ONO i OWO.
16.	**Szczecno** M = 733	sołectwo posiada już sieć kanalizacji sanitarnej.	nie przewiduje się.	
17.	**Trzemosna** M = 237 G ≅ 65	budowa autonomicznego układu kanalizacyjnego ze ZOŚ (B280) *I ≅ 1.557.000,- zł*	nie przewiduje się.	
18.	**Widełki** M = 362 G ≅ 100	Widełki: budowa autonomicznego układu kanalizacyjnego ze ZOŚ (B210) *I ≅ 1.536.250,- zł* Brzezinki: budowa układu kanalizacji ciśnieniowej z	nie przewiduje się. nie przewiduje się.	

		włączeniem się do układu kanalizacji Widełki *I ≅ 332.400,- zł* Zarobiny: budowa układu kanalizacji ciśnieniowej z włączeniem się do układu kanalizacji Widełki *I ≅ 360.000,- zł* dla ok. 40 G budowa POŚ *I ≅ 560.000,- zł* Łącznie: *I ≅ 2.788.650,- zł*	Zarobiny: budowa POŚ *I ≅ 168.000,- zł* nie przewiduje się.	
Orientacyjnie:		**29.400.200,- zł**		

ŹRÓDŁA:

- *Zmiana Nr 1 Zmiany studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Daleszyce*, uchwalonego Uchwałą Rady Miejskiej w Daleszycach Nr XVI/97/07 z dnia 29 listopada 2007 r.
- informacje ustne uzyskane w gminie Daleszyce
- *Koncepcja przebudowy i rozbudowy oczyszczalni ścieków w Daleszycach*, Profesjonalne Doradztwo Technologiczne w Oczyszczaniu Ścieków i Przeróbce Osadów, pod kierunkiem dr. inż. K. Żeglin-Kurbiel oraz dr. inż. Z. Muchy, Kraków, lipiec 2008
- *Analiza i ocena aktualnych warunków pracy oczyszczalni ścieków w Daleszycach, wraz z propozycją optymalnych zmian, zapewniających uzyskanie wymaganych efektów ekologicznych*, Katedra Biotechnologii Środowiskowej Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej, pod kierunkiem dr. inż. J. Sikory, Gliwice, maj 2009, (symbol pracy: NB-52/RIE-8/2009)
- *Projekt budowlany – część: technologia oczyszczalni ścieków (oczyszczalnia ścieków w Daleszycach)*, BIOVSAC Sp. z o.o., Kielce 1999
- *Dokumentacja projektowa oczyszczalni ścieków „Marzysz", gmina Daleszyce*, FPHU „EKO-DOM" Sp. z o.o., Kielce 2003
- *Projekt budowlany oczyszczalni ścieków – część technologiczna wraz z elementami operatu wodnoprawnego (zadanie: Budowa kanalizacji sanitarnej i oczyszczalni ścieków dla m. Szczecno, Komórki w Szczecnie, gm. Daleszyce)*, Zakład projektowo-usługowy „NOSAN", Kielce 1999
- *Raport oddziaływania na środowisko przedsięwzięcia inwestycyjnego: „Koncepcja Programowa Kanalizacji i Oczyszczalni Ścieków" dla gm. Daleszyce*, DHV POLSKA Sp. z o.o., sierpień 2001
- *Koncepcja programowa kanalizacji i oczyszczalni ścieków dla gmin położonych w zlewni rzek Czarnej Staszowskiej i Wschodniej, tj. dla gmin: Połaniec, Staszów, Rytwiany, Szydłów, Gnojno, Tuczępy, Stopnica, Oleśnica, Daleszyce i Raków*, DHV POLSKA Sp. z o.o., maj 2001
- *Sanitacja Wsi*, Z. Heidrich, M. Kalenik, J. Podedworna, G. Stańko, Wydawnictwo „Seidel-Przywecki" Sp. z o.o., Warszawa 2008
- *Leksykon przydomowych oczyszczalni ścieków*, Z. Heidrich, G. Stańko, Wydawnictwo „Seidel-Przywecki" Sp. z o.o., Warszawa 2007
- *Wodociągi i kanalizacja. Tom 2 – Kanalizacja*, Z. Heidrich, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne S.A., Warszawa 1999

- *Urządzenia do oczyszczania ścieków. Projektowanie. Przykłady obliczeń*, Z. Heidrich, Wydawnictwo „Seidel-Przywecki" Sp. z o.o., Warszawa 2005
- program komputerowy *„Ekspert osadu czynnego v.1.27"*, dystrybuowany przez Wydawnictwo „Seidel-Przywecki" Sp. z o.o.
- Wytyczna ATV-DVWK-A131P, *Wymiarowanie jednostopniowych oczyszczalni ścieków z osadem czynnym*, Wydawnictwo „Seidel-Przywecki" Sp. z o.o.
- Wytyczna ATV-DVWK-A210P, *Wymiarowanie sekwencyjnych reaktorów porcjowych SBR*, Wydawnictwo „Seidel-Przywecki" Sp. z o.o.
- http://slownik.ekologia.pl/ (Słownik hydrogeologiczny)
- http://www.daleszyce.pl/ (Strona internetowa Gminy)
- http://pl.wikipedia.org/wiki/Daleszyce
- http://pl.wikipedia.org/wiki/Gmina_Daleszyce

ZAŁĄCZNIKI:

1. Wyniki obliczeń OŚ w Daleszycach na podstawie danych wyjściowych przyjętych przez Autorów opracowania pt. „Koncepcja przebudowy i rozbudowy OŚ w Daleszycach

2. Wyniki obliczeń OŚ w Daleszycach na podstawie danych wyjściowych określonych w opracowaniu

3. Wyniki obliczeń OŚ w Marzyszu na podstawie danych wyjściowych określonych w opracowaniu w wariancie bez usuwania związków biogennych

4. Wyniki obliczeń OŚ w Marzyszu na podstawie danych wyjściowych określonych w opracowaniu w wariancie z usuwaniem związków biogennych

ZAŁĄCZNIK NR 1.

Wyniki obliczeń OŚ w Daleszycach na podstawie danych wyjściowych

przyjętych przez Autorów opracowania pt.

„Koncepcja przebudowy i rozbudowy OŚ w Daleszycach

ZAŁĄCZNIK NR 2.

Wyniki obliczeń OŚ w Daleszycach na podstawie danych wyjściowych określonych w opracowaniu

ZAŁĄCZNIK NR 3.

Wyniki obliczeń OŚ w Marzyszu

na podstawie danych wyjściowych określonych w opracowaniu

w wariancie bez usuwania związków biogennych

ZAŁĄCZNIK NR 4.

Wyniki obliczeń OŚ w Marzyszu

na podstawie danych wyjściowych określonych w opracowaniu

w wariancie z usuwaniem związków biogennych