

Beata Bogoń, Agnieszka Cupak, Andrzej Wałęga

KONCEPCJA POPRAWY GOSPODARKI ŚCIEKOWEJ W GMINIE BARANÓW SANDOMIERSKI

CONCEPT OF IMPROVEMENT OF MUNICIPAL SEWAGE MANAGEMENT IN BARANÓW SANDOMIERSKI COMMUNE

Streszczenie

W pracy wykonano analizę stanu gospodarki ściekowej w gminie Baranów Sandomierski, położonej w północnej części województwa podkarpackiego. Na podstawie uzyskanych materiałów określono średnią efektywność pracy dwóch istniejących oczyszczalni w Baranowie Sandomierskim i Dąbrowicy. Stwierdzono, że obie oczyszczalnie usuwają zanieczyszczenia w stopniu zadowalającym biorąc pod uwagę aktualne przepisy prawne. Scharakteryzowano także jakość wody rzeki Babulówki powyżej i poniżej miejsca zrzutu ścieków. Wykazano, iż w przypadku BZT₅, fosforu ogólnego i azotu amonowego jakość wody ulega znacznej poprawie w przekroju poniżej zrzutu ścieków. Na podstawie przeprowadzonej charakterystyki gospodarki ściekowej gminy zaproponowano wariantowe rozwiązania w zakresie poprawy stanu skanalizowania badanego obszaru. W rozwiązaniach tych uwzględniono budowę dwóch zbiorczych roślinno-stawowych oczyszczalni ścieków (sołectwo Ślęzaki i Skopanie Wieś) i jednej mechaniczno-biologicznej w sołectwie Wola Baranowska, budowę kanalizacji zbiorczej o długości 15km. W przypadku terenów o rozproszonej zabudowie proponuje się wyposażyć budynki w przydomowe oczyszczalnie ścieków.

Słowa kluczowe: gospodarka ściekowa, oczyszczalnia ścieków, kanalizacja

Summary

In the paper an analysis of sewage management in Baranów Sandomierski commune, located in north part of Podkarpackie province was made. The mean efficiency of waork of two sewage treatment plants, located in Baranów Sandomierski and Dąbrowica was defined. It was noted, that both treatment plants

eliminate pollutions satisfactorily in accordance with current regulations of law. Quality of water of Babulówka river, in section located upstream and below of sewage outflow was characterized. It shows, that quality of water was significantly improved in section located below of sewage outflow in case of BOD₅, total phosphorus and ammonia nitrogen. On the basis of municipal sewage management in the commune a few variants of improvement of sewer system were proposed. In Wola Baranowska build of sewer system with length of 15 km and two collective vegetal and pond treatment plants were taken into consideration. In case of areas with detached buildings individual sewage treatment plants were proposed.

Key words: sewage economy, sewage treatment plant, sewer system

WSTĘP I CEL PRACY

Zgodnie z Ustawą Prawo wodne, zarządzanie zasobami wodnymi, ma służyć zaspokajaniu potrzeb gospodarki i ludności oraz ochronie wód, zwłaszcza w zakresie zapewnienia odpowiedniej ilości i jakości wody dla ludności oraz ochrony zasobów wodnych przed zanieczyszczeniem i niewłaściwą lub nadmierną ich eksploatacją. Ustawa ta reguluje zasady zarządzania i gospodarowania wodami oraz ich ochrony. Według zawartych w niej przepisów podmioty odprowadzające ścieki do wód lub do ziemi są zobowiązane do zapewnienia ochrony wód przed zanieczyszczeniami, poprzez budowę i eksploatację urządzeń służących tej ochronie. Urządzenia te mają za zadanie unieszkodliwianie i eliminowanie ze ścieków zanieczyszczeń, tak aby odprowadzane ścieki w jak najmniejszym stopniu oddziaływały na jakość wody i nie powodowały pogorszenia się jej stanu ekologicznego. Dlatego też budowa na szczeblach gminnych urządzeń służących do zaopatrywania ludności w wodę do picia powinna być realizowana jednocześnie z rozwiązaniem spraw dotyczących gospodarki ściekowej, poprzez budowę systemów kanalizacyjnych i oczyszczalni ścieków [Dz. U. Nr 155, poz. 1229].

Celem pracy jest przedstawienie i omówienie stanu istniejącej w gminie infrastruktury kanalizacyjnej oraz zaproponowanie rozwiązań zmierzających do poprawy gospodarki ściekowej, a tym samym ochrony jakości wód powierzchniowych i podziemnych w gminie Baranów Sandomierski.

MATERIAŁ I METODY

Ocenę pracy funkcjonujących na terenie gminy oczyszczalni ścieków przeprowadzono wykorzystując wykonane przez Laboratorium Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Rzeszowie analizy zawartości BZT₅, ChZT i zawiesiny ogólnej w ściekach dopływających i odpływających z oczyszczalni w latach 2008-2009. Analizy te posłużyły do określenia procentu redukcji badanych wskaźników zanieczyszczeń. Następnie w celu określenia skuteczności

pracy oczyszczalni, porównano go z wymaganymi wartościami redukcji zanieczyszczeń określonymi w dokumentacji technicznej obiektów. Wykorzystano również badania jakości wód rzeki Babulówki powyżej i poniżej miejsca zrzutu ścieków z oczyszczalni w Baranowie Sandomierskim z lat 2008–2009, które zostały przeprowadzone przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Rzeszowie Delegatura w Tarnobrzegu. Wyniki badań obejmowały następujące wskaźniki zanieczyszczeń: chlorofil *a*, temperaturę wody, tlen rozpuszczony, BZT₅, odczyn wody pH, azot: amonowy, azotanowy, azotynowy, ogólny, fosforany, fosfor ogólny oraz liczbę bakterii *coli* fekalnych. Na ich podstawie określono podstawowe charakterystyki statystyczne takie jak: maksimum, minimum, średnią, odchylenie standardowe, wariancję, rozstęp i współczynnik zmienności. Przeciętne wartości wybranych wskaźników zanieczyszczeń porównano następnie z wartościami granicznymi zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 roku w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych [Dz. U. Nr 162, poz. 1008].

Na podstawie zebranych informacji opracowano rozwiązania zmierzające do poprawy gospodarki ściekowej na obszarze gminy Baranów Sandomierski. Dla pozbawionych infrastruktury kanalizacyjnej terenów, przedstawiono rozwiązania w zakresie budowy systemów kanalizacyjnych zakończonych oczyszczalnią ścieków, a także budowy przydomowych i grupowych systemów unieszkodliwiania i oczyszczania ścieków. Przy wyborze najlepszych rozwiązań dla poszczególnych części gminy uwzględniono aspekty ekologiczne oraz ekonomiczne danego przedsięwzięcia. Ilość ścieków dopływających do zbiorczych oczyszczalni ścieków określono na podstawie wzoru:

$$Q_{sr} = q \cdot M \text{ [m}^3 \cdot \text{d}^{-1}] \quad (1)$$

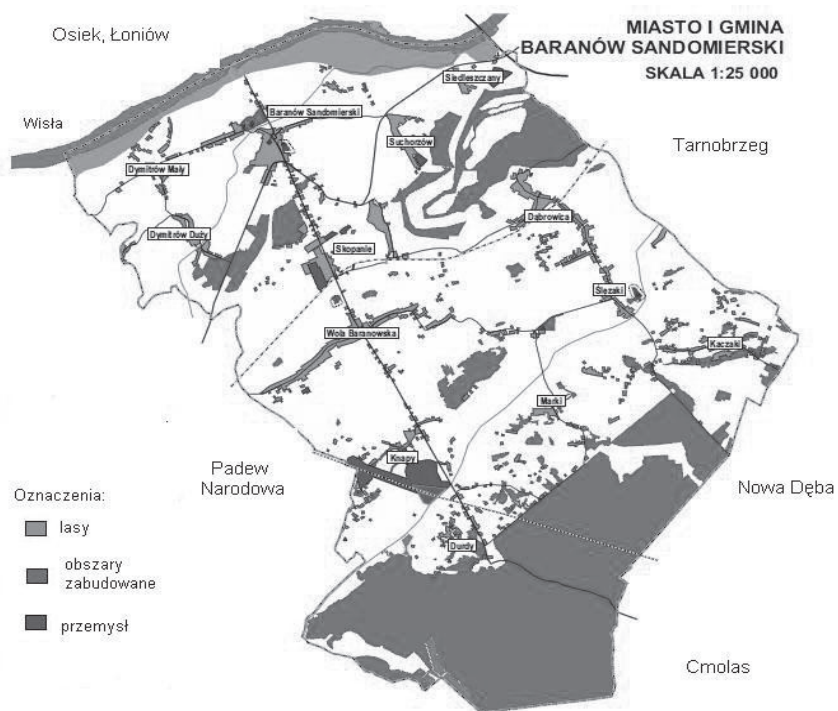
gdzie:

- Q_{sr} – średnie dobowe zużycie wody (ilość ścieków) $[\text{m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}]$,
- q – średnie zużycie wody przez jednego mieszkańca w ciągu doby $[\text{dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{M}^{-1}]$,
- M – liczba mieszkańców.

CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

Gmina Baranów Sandomierski to miejsko–wiejska gmina o charakterze rolniczo-przemysłowym. Położona jest w dolinie rzeki Wisły na jej prawym brzegu, w północnej części województwa podkarpackiego. Północna granica gminy jest jednocześnie granicą z województwem świętokrzyskim. W skład gminy wchodzi miasto Baranów Sandomierski oraz 13 sołectw wiejskich: Dąbrowica, Durdy, Dymitrów Duży, Dymitrów Mały, Knapy, Siedleszczany, Skopanie, Skopanie – Osiedle, Suchorzów, Ślęzaki, Kaczaki, Marki oraz Wola Baranowska (rys. 1). Ogólna powierzchnia gminy wynosi 1125 km², co stanowi

2% powierzchni województwa podkarpackiego. Jej obszar zamieszkuje 12275 mieszkańców, ze średnią gęstością zaludnienia wynoszącą 100 osób na km² [Program Rewitalizacji...2007]. Jest to obszar nizinny i płaskorówninny położony na terenie Niziny Nadwiślańskiej i Równiny Tarnobrzесьkiej, ze spadkami wynoszącymi średnio 3 – 5% [Kondracki 1994, Program...2008].



Rysunek 1. Gmina Baranów Sandomierski [www.baranowsandomierski.pl]

Figure 1. Baranów Sandomierski commune [www.geoportal.pl]

Pod względem geologicznym gmina znajduje się w północnej części Zapadliska Przedkarpackiego, wypełnionego trzeciorzędowymi utworami wieku miocenijskiego, reprezentowanymi przez miocenijskie ropy krakowskie o miąższości dochodzącej do kilkuset metrów. Na trzeciorzędowych utworach zalegają czwartorzędowe utwory, wśród których można wyróżnić wodno-lodowcowe (gliny, ropy pospółki i piaski) i rzeczne utwory plejstocenijskie oraz holocenijskie gliny, namuły organiczne a także piaski pylaste i eoliczne piaski wydymowe [Program...2008]. W części północnej Zapadliska Przedkarpackiego w osadach wieku miocenijskiego występują złoża siarki rodzimej (złożo Baranów) [Mizera 2009]. W obszarze gminy dominują gleby rdzawe bielcowe, wytworzone głów-

nie z piasków wydmywych i eolicznych, a także z piasków rzecznych starych terenów akumulacyjnych, a także gleby bielcowe właściwe. W dolinie Wisły występują mady, zaliczane do najlepszych gleb. W większości są to gleby ciężkie i średnie, często kwaśne o różnej zasobności w potas i fosfor. Pod względem bonitacyjnym zaliczane są do klasy II, IIIa i III [Program...2008].

Na obszarze gminy Baranów Sandomierski dominują użytki rolne zajmujące 74km² (60% powierzchni gminy), z czego na grunty orne przypada 48 km², łąki 15 km², pastwiska 10 km² oraz 1 km² sady. Lasy i zadrzewienia zajmują 33 km² (co stanowi 21% całkowitej powierzchni gminy. Natomiast nieużytki, grunty pod wodami, tereny komunikacyjne i inne pozostałe grunty zajmują 15 km², czyli 19% powierzchni gminy [Program Rewitalizacji...2007].

GOSPODARKA WODNO-ŚCIEKOWA NA TERENIE GMINY

Teren gminy położony jest w obrębie dorzecza rzeki Wisły, która jest osią hydrograficzną tego terenu i w całości należy do jej dorzecza. Obszar ten odwadniany jest przez Wisłę oraz należące do jej zlewni dolne odcinki prawobrzeżnych dopływów – rzeki Babulówki i Trześniówki. Na obszarze gminy znajdują się również mniejsze ciek wodne, takie jak Smarkata lub Korzeń (przepływające przez sołectwo Durdy) charakteryzujące się wodami o wysokiej klasie czystości, stanowiące siedlisko bytowania raków. Wody podziemne na terenie gminy występują w dwóch poziomach wodonośnych: trzeciorzędowym i czwartorzędowym. Czwartorzędowy poziom wodonośny jest zasadniczym poziomem użytkowym. Zwierciadło wody tego poziomu ma przeważnie charakter swobodny. Głębokość jego zalegania jest zróżnicowana i waha się w granicach 0,1 – 0,95 m p.p.t. Zróżnicowana jest również miąższość warstw wodonośnych, wahająca się od kilku do około 50 m. Uwzględniając zasięg występowania, wodonośność, zasobność i znaczenie dla gospodarki kraju, wydzielony został Główny Zbiornik Wód Podziemnych, (Nr 425 Dębica – Stalowa Wola – Rzeszów). Jest to największy zbiornik na terenie województwa podkarpackiego i zasilany jest przez infiltrację opadów atmosferycznych. Ujęcia wód pitnych na terenie gminy zlokalizowane są w oparciu o zasoby wodne zbiornika [Program...2008]. Dzięki inwestycjom realizowanym w ciągu ostatnich dziesięciu lat w zakresie budowy wodociągów na obszarach wiejskich, gmina Baranów Sandomierski została wyposażona w sieć wodociagową w 100%. Długość czynnej sieci rozdzielczej (bez przyłączy) na obszarze Gminy wynosi 146,8 km w tym 19,3 km na terenie miasta Baranów Sandomierski oraz 127,3 km na pozostałym obszarze Gminy.

Pod względem wyposażenia w kanalizację widoczne jest wieloletnie zaniedbanie w tym zakresie, gmina skanalizowana jest jedynie w 25%. Długość sieci sanitarnej (bez przykanalików) wynosi 31 km, z czego 5,9 km sieci znajduje się w mieście Baranów Sandomierski (w trzecim kwartale 2010 roku roz-

poczęto rozbudowę sieci sanitarnej miasta). Długość przyłączy kanalizacyjnych wynosi 31,1 km, w tym 15,5 km w mieście Baranów i 15,6 km na pozostałym obszarze gminy. Liczba budynków mieszkalnych i zbiorowego zamieszkania podłączonych do sieci kanalizacyjnej na terenie gminy wynosi 716 (260 w mieście Baranów i 456 w pozostałej części Gminy). Liczba podłączonych gospodarstw domowych oraz procent skanalizowania poszczególnych sołectw gminy przedstawia tabela 1. Wchodzące w skład gminy sołectwa są bardzo rozproszone – zwłaszcza w południowej i południowo-wschodniej części. Odległości pomiędzy sąsiadującymi ze sobą sołectwami są rzędu od kilku do kilkunastu kilometrów. Tak duże rozproszenie skupisk zabudowy mieszkaniowej utrudnia na tych terenach budowę zbiorczych sieci kanalizacyjnych. Ich budowa wymaga dużych nakładów finansowych, których gmina często nie jest w stanie samodzielnie udźwignąć.

Tabela 1. Stan skanalizowania poszczególnych sołectw w gminie
Table 1. State of sewer system in the particular village councils in the borough

Sołectwo/ smallest administrative unit	Liczba mieszkańców/ number of residents	Liczba gospodarstw domowych/ number of household	Liczba gospodarstw przyłączonych do kanalizacji/ number of household plumb in sewer	Procent skanalizowania/ percentage of sewer system
Baranów Sandomierski	1534	420	260	62
Dąbrowica	1248	320	254	79
Durdy	743	180	b.k. *	-
Dymitrów Duży	371	115	b.k.	-
Dymitrów Mały	325	91	b.k.	-
Kaczaki	619	150	b.k.	-
Knapy	598	175	76	43
Marki	338	100	b.k.	-
Siedleszczany	260	65	b.k.	-
Skopanie Osiedle	1486	0	b.d. **	-
Skopanie Wieś	1322	370	b.k.	-
Suchorzów	588	210	126	60
Ślężaki	723	180	b.k.	-
Wola Baranowska	2236	550	b.k.	-
Razem	12391	2926	716	25

* b.k. – oznacza brak kanalizacji/ no sewer system

** b.d. – oznacza brak danych/ no data available

Na terenie Gminy istnieją 3 oczyszczalnie ścieków: mechaniczno–biologiczna w Baranowie Sandomierskim (w 2010 roku rozpoczęto rozbudowę i modernizację obiektu), do którego dopływają również ścieki z sołectwa Suchorzów, biologiczna w Dąbrowicy oraz w Skopaniu (mechaniczno–biologiczna oczyszczalnia ścieków sanitarno–przemysłowych, której właścicielem jest Fabryka

Firank Wisan S.A.). Liczba przydomowych oczyszczalni w gminie jest niewielka, dlatego też powstające w nieskanalizowanej jej części ścieki bytowe gromadzone są w zbiornikach bezodpływowych. Tylko niewielka ich część wywożona jest taborem asenizacyjnym do oczyszczalni ścieków. Znaczna ilość nieoczyszczonych ścieków odprowadzana jest bezpośrednio do gruntu lub rowów melioracyjnych.

Oczyszczalnia ścieków w Baranowie Sandomierskim została zaprojektowana na średni przepływ dobowy równy $Q_{d\acute{s}r} = 350 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ ($Q_{d\text{max}} = 460 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$) natomiast przepływ średni godzinowy jest równy $Q_{h\acute{s}r} = 30 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ ($Q_{h\text{max}} = 53 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$). Zgodnie z danymi zawartymi w dokumentacji technicznej obiektu minimalne wartości redukcji zanieczyszczeń powinny wynosić w przypadku BZT₅ – 88,5%, zawiesiny ogólnej – 90%, azotu ogólnego – 37,8% oraz 66,7% dla fosforu. Analizując dane przedstawiające zawartość zanieczyszczeń organicznych i zawiesiny ogólnej w ściekach odpływających do odbiornika z oczyszczalni w Baranowie Sandomierskim (tab. 2) i porównując je z wartościami jakie zostały przyjęte w dokumentacji technicznej obiektu (BZT₅ = 30 mgO₂ · dm⁻³, zawiesina ogólna = 30 mg · dm⁻³, ChZT = 48 mgO₂ · dm⁻³) można stwierdzić, że oczyszczalnia ta funkcjonuje poprawnie, gdyż wartości każdego z analizowanych wskaźników, w ściekach oczyszczonych nie są wyższe od wartości dopuszczalnej.

Tabela 2. Średnie wartości zanieczyszczeń ścieków dopływających i odpływających z oczyszczalni w Baranowie Sandomierskim 2008–2009

Table 2. Mean pollutant values in sewage inflow and outflow from sewage treatment plant in Baranów Sandomierski in 2008–2009

Wskaźnik/indicator	Jednostka/unit	Ścieki Surowe/raw sewage	Ścieki oczyszczone/treated sewage	Redukcja/reduction [%]
BZT ₅ /BOD ₅	mgO ₂ ·dm ⁻³	100,5	6,8	93
ChZT/COD	mgO ₂ ·dm ⁻³	233,5	38,6	83,5
Zawiesina ogólna/ total suspension solid	mg · dm ⁻³	121	9,2	92,4

W przypadku oczyszczalni ścieków w Dąbrowicy średni dobowy przepływ ścieków wynosi $Q_{d\acute{s}r} = 150 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ ($Q_{d\text{max}} = 180 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$), średni godzinowy $Q_{h\acute{s}r} = 7,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ($Q_{h\text{max}} = 14,4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$). Efektywność usuwania zanieczyszczeń ze ścieków doprowadzanych do tego obiektu wynosi w przypadku związków organicznych ponad 95% a biogenych 85%. Zgodnie z warunkami jakie zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 roku w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. Nr 137, poz. 984) stężenia zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych z tej oczyszczalni nie powinny przekraczać w przypadku

$BZT_5 \leq 40 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, $ChZT \leq 150 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, a zawiesiny ogólnej $\leq 50 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Analizując, przedstawione w tabeli 3 dane dotyczące wielkości stężeń w ściekach odprowadzanych do odbiornika można stwierdzić, że oczyszczalnia ta funkcjonuje poprawnie, gdyż koncentracja zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych nie przekracza wartości dopuszczalnych określonych w wyżej wspomnianym Rozporządzeniu [Dz. U. Nr 212, poz.1799].

Tabela 3. Średnie wartości zanieczyszczeń ścieków dopływających i odpływających z oczyszczalni w Dąbrowicy 2008–2009

Table 3. Mean pollutant values in sewage inflow and outflow from sewage treatment plant in Dąbrowica in 2008-2009

Wskaźnik/indicator	Jednostka/unit	Ścieki surowe/ raw sewage	Ścieki oczyszczone/ treated sewage	Redukcja/ reduction [%]
BZT ₅ /BOD ₅	mgO ₂ ·dm ⁻³	491,5	8,8	98
ChZT/COD	mgO ₂ ·dm ⁻³	1135	109,4	90,4
Zawiesina ogólna/ total suspension solid	mg · dm ⁻³	378,5	9,9	97,4

JAKOŚĆ WODY W ODBIORNIKU ŚCIEKÓW

Oczyszczone ścieki w oczyszczalni w Baranowie Sandomierskim i Dąbrowicy są odprowadzane do powierzchniowych wód płynących – monitorowanej przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska, Oddział w Tarnobrzegu, rzeki Babulówki i nie objętego monitoringiem ciekę Łuczek, który jest dopływem rzeki Trześniówki. Na podstawie przeprowadzonych analiz jakości wody w odbiorniku ścieków oczyszczonych w przekroju powyżej i poniżej miejsca ich zrzutu określono podstawowe charakterystyki statystyczne (tab. 4 i 5).

Analizując uzyskane wielkości współczynnika zmienności dla poszczególnych wskaźników w obu przekrojach pomiarowych można stwierdzić, że dla większości z nich, jego wartości były większe od 20% co świadczy o ich dużej dynamice zmian w okresie badawczym. W przypadku bakterii *coli* typu fekalnego, dla których współczynnik zmienności przekroczył 100%. Najmniejszymi zmianami odznaczał się odczyn wody pH. W przypadku substancji biogennych (azotu azotanowego i fosforanów) zaobserwowano wzrost ich stężenia odpowiednio o 37% i 69% w przekroju poniżej zrzutu oczyszczonych ścieków. Dla pozostałych związków azotu i fosforu ogólnego widoczny jest nieznaczne zmniejszenie ich koncentracji poniżej oczyszczalni ścieków.

Tabela 4. Wartości podstawowych charakterystyk statystycznych badanych wskaźników jakości wody rzeki Babulówki powyżej zrzutu oczyszczonych ścieków

Table 4. Basic statistical values of research indicators of water quality in Babulówka river upstream of discharge of treatment sewage

Wskaźnik jakości wody/ water quality indicator	Jednostka/ unit	Minimum/ minimum	Maksimum/ maximum	Średnia/ average	odch. standardowe/ st. dev.	Wariancja/ variance	Rozstęp/ range	wsp. zmienności/ coefficient of variability
Chlorofil <i>a</i> / chlorophyll <i>a</i>	$\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$	4,7	0,75	2,37	1,49	2,24	3,95	63,06
Temp. wody/ water temperature	$^{\circ}\text{C}$	20,1	1,8	11,0	6,35	40,34	18,3	59,11
Tlen rozp./ oxygen demand	$\text{mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$	9,0	1,85	6,45	1,96	3,85	7,15	30,9
BZT ₅ / BOD ₅	$\text{mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$	20,15	1,5	6,32	5,09	47,95	18,65	55,84
Odczyn/ reaction	-	7,35	6,7	7,0	0,22	0,05	0,65	3,08
Azot amonowy/ ammonium nitrogen	$\text{mgN-NH}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$	3,65	0,18	1,62	1,05	1,31	3,47	62,6
Azot azotanowy/ nitrate nitrogen	$\text{mgN-NO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$	2,25	0,16	0,62	0,55	0,42	2,09	80,14
Azot azotynowy/ nitrite nitrogen	$\text{mgN-NO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$	0,55	0,004	0,03	0,05	0,003	0,54	128,4
Azot ogólny/ total nitrogen	$\text{mgN} \cdot \text{dm}^{-3}$	12,36	1,63	4,17	2,97	11,79	10,72	64,7
Fosforany/ phosphates	$\text{mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$	0,34	0,04	0,13	0,08	0,008	0,31	62,5
Fosfor ogólny/ total phosphorus	$\text{mgP} \cdot \text{dm}^{-3}$	0,53	0,08	0,21	0,14	0,03	0,45	61,4
Liczba bakterii <i>coli</i> fekalnych/ number of <i>coli</i> faecal bacterium	$\text{n} \cdot 100\text{ml}^{-1}$	2355000	141,5	377263	722798	9,967E+11	2354859	174,6

Porównując przeciętne wartości wybranych wskaźników zanieczyszczeń w obu analizowanych przekrojach stwierdzono iż w przypadku parametrów takich jak BZT₅, fosfor ogólny i azot amonowy obserwowano poprawę jakości wody w przekroju poniżej miejsca zrzutu oczyszczonych ścieków. Tylko dla tlenu rozpuszczonego zauważono jego niższe koncentracje, co jest prawdopodobnie związane z intensywnie zachodzącymi procesami samooczyszczania.

Tabela 5. Wartości podstawowych charakterystyk statystycznych badanych wskaźników jakości wody rzeki Babulówki poniżej zrzutu oczyszczonych ścieków
Table 5. Basic statistical values of research indicators of water quality in Babulówka river below of discharge of treatment sewage

Wskaźnik jakości wody/ water quality indicator	Jednostka/ unit	Minimum/ minimum	Maksimum/ maximum	Średnia/ average	odch. standardowe/ st. dev.	Wariancja/ variance	Rozstęp/ range	wsp. zmienności/ coefficient of variability
Chlorofil <i>a</i> / chlorophyl <i>a</i>	$\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$	8,35	2,8	5,52	2,21	5,15	5,55	43,31
Temp. wody/ water temperature	$^{\circ}\text{C}$	22	2,95	11,3	6,36	40,42	19,05	56,29
Tlen rozp./ oxygen demand	$\text{mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$	11,1	0,8	5,73	3,55	12,62	10,3	61,91
BZT ₅ /BOD	$\text{mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$	6,35	1,4	2,95	1,49	2,45	4,95	49,92
Odczyn/ reaction	-	7,45	6,5	7,05	0,25	0,06	0,95	3,52
Azot amonowy/ ammonium nitrogen	$\text{mgN-NH}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$	4,08	0,25	1,36	1,04	1,09	3,83	78,38
Azot azotanowy/ nitrate nitrogen	$\text{mgN-NO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$	1,79	0,15	0,85	0,47	0,22	1,64	55,11
Azot azotynowy/ nitrite nitrogen	$\text{mgN-NO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$	0,09	0,01	0,03	0,03	0,001	0,08	70,88
Azot ogólny/ total nitrogen	$\text{mgN} \cdot \text{dm}^{-3}$	6,57	2,03	3,65	1,47	2,21	4,54	40,14
Fosforany/ phosphahtes	$\text{mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$	0,49	0,03	0,22	0,13	0,017	0,46	58,57
Fosfor ogólny/ total phosphorus	$\text{mgP} \cdot \text{dm}^{-3}$	0,4	0,09	0,2	0,1	0,014	0,31	48,75
Liczba bakterii <i>coli</i> fekalnych/ number of <i>coli</i> faecal bacterium	$\text{n} \cdot 100\text{ml}^{-1}$	240000	276,5	32648	69599	48473 59093	239723	216,72

Porównując przeciętne wartości wskaźników zanieczyszczeń z wartościami granicznymi [Dz.U.Nr 162, poz. 1008], w przypadku przekroju zlokalizowanego powyżej oczyszczalni ścieków do I klasy zaliczono temperaturę wody, azot azotanowy i ogólny, w II klasie znalazły się: tlen rozpuszczony i fosfor ogólny. Parametrów takich jak BZT₅ i azot amonowy nie zakwalifikowano do żadnej z klas, gdyż w przypadku tych wskaźników wartości graniczne nie zostały określone gdy są one wyższe niż dopuszczalne dla II klasy jakości. W przekroju poniżej zrzutu oczyszczonych ścieków do klasy I zaliczono: temperaturę wody, BZT₅, azot azotanowy, azot ogólny i fosfor ogólny, natomiast do klasy II azot amonowy. W przypadku tlenu rozpuszczonego zaobserwowano niższą jego kon-

centrację w stosunku do przekroju powyżej zrzutu oczyszczonych ścieków. Ze względu na ten wskaźnik wody rzeki Babulówki nie zostały zakwalifikowane do żadnej z klas czystości, gdyż dla tlenu rozpuszczonego wartości graniczne nie zostały określone w przypadku gdy są wyżej niż dopuszczalne dla II klasy czystości.

PROPOZYCJE ROZWIĄZAŃ PROBLEMÓW GOSPODARKI ŚCIEKOWEJ W GMINIE BARANÓW SANDOMIERSKI

Jednym z najczęściej spotykanych sposobów rozwiązywania problemów związanych z unieszkodliwianiem ścieków jest budowa systemu sieci kanalizacyjnej i zbiorczej oczyszczalni ścieków. Jednak pod względem ekonomicznym rozwiązanie to często jest nieopłacalne, gdyż wymaga dużych nakładów inwestycyjnych zarówno na budowę samej sieci kanalizacyjnej, jak i budowę oczyszczalni oraz jej późniejszą eksploatację. Dlatego biorąc pod uwagę względy ekonomiczne budowa na nieskanalizowanych terenach gminy Baranów Sandomierski nowych, tylko zbiorowych oczyszczalni odbierających ścieki z kilku sołectw jest nieuzasadniona. Jest to związane z niewielką liczbą gospodarstw domowych oraz ich dużym rozproszeniem na terenie poszczególnych sołectw. Zwłaszcza w południowej części regionu taka inwestycja wymagałaby dużych nakładów na budowę sieci kanalizacyjnej, której znaczna część musiałaby być prowadzona przez tereny pozbawione zabudowy mieszkaniowej.

Rozpatrując problemy gospodarki ściekowej w sołectwie Ślężaki, którego zabudowa to tak zwana „ulicówka”, jako jedno z rozwiązań można zaproponować budowę lokalnej, naturalnej roślinno–stawowej oczyszczalni ścieków (powołując się na badania przeprowadzone przez Halickiego i Warężaka [2004], prowadzone na tego typu obiektach, oczyszczalnia umożliwi redukcję stężeń zanieczyszczeń wahającą się w granicach od 98% (w przypadku BZT₅) do 88% (dla N_{og}), która będzie dopasowana do typowo rolniczego krajobrazu tych terenów. Oczyszczalnia obsługiwałaby kilkadziesiąt gospodarstw, a oczyszczone w niej ścieki mogły by być odprowadzane do rzeki Trześniówki.

Zakładając, że oczyszczalnia obsługiwałaby około 125 gospodarstw (5 osób w jednym gospodarstwie), a zużycie wody przez jednego mieszkańca wynosiłoby 80 dm³ · d⁻¹ · M⁻¹, średnia dobowo ilość ścieków dopływających do oczyszczalni obliczona na podstawie wzoru (1) będzie wynosić:

$$Q_{sr} = 80 \cdot 625 = 50000 \text{ dm}^3 \cdot \text{d}^{-1} = 50 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$$

Innym możliwym do realizacji na terenie rozpatrywanego sołectwa sposobem unieszkodliwiania ścieków jest ich odprowadzanie do funkcjonującej już oczyszczalni położonej w sąsiednim sołectwie. Mimo iż działająca w Dąbrowicy konwencjonalna oczyszczalnia ścieków zlokalizowana jest niedaleko granicy ze Ślężakami, to pod względem ekonomicznym budowa nowej, lokalnej oczysz-

czalni może być rozwiązaniem tańszym niż odprowadzanie ścieków do istniejącego obiektu. Związane to jest z rozbudową nie tylko sieci kanalizacyjnej ale również oczyszczalni ścieków, której obecna przepustowość uniemożliwia przyjmowanie nieczystości z sąsiednich sołectw. W przypadku sołectwa Ślęzaki konieczna byłaby budowa sieci kanalizacyjnej na długości około 3 km i kolektora doprowadzającego ścieki do oczyszczalni o długości 1 km. Dla gospodarstw, które będą położone w znacznej odległości od głównego kolektora kanalizacyjnego (około 20 gospodarstw domowych), proponuje się budowę oczyszczalni indywidualnych (przydomowych), oczyszczających ścieki pochodzące tylko z jednego lub kilku sąsiadujących ze sobą gospodarstw domowych (rys. 2). Mimo, że koszt ich montażu jest większy od kosztów budowy szamba, to w dłuższej perspektywie czasu, z ekonomicznego punktu widzenia, są one lepszym rozwiązaniem niż zbiorniki bezodpływowe. Decydują o tym koszty eksploatacji, które dla przydomowej oczyszczalni są niższe niż dla powszechnie używanego na terenach wiejskich szamba.



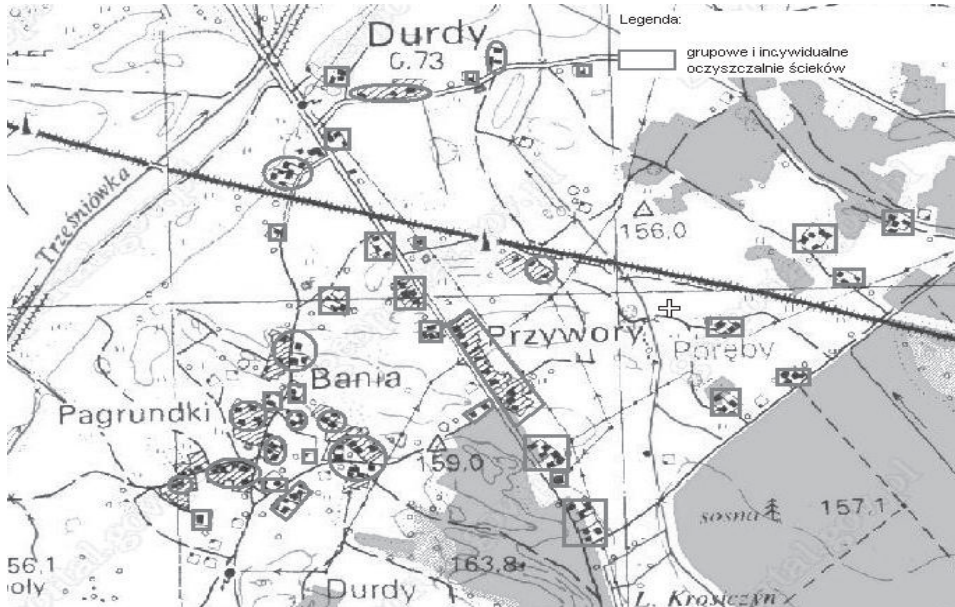
Rysunek 2. Koncepcja poprawy gospodarki ściekowej w sołectwie Ślęzaki [podkład mapowy: www.geoportal.pl]

Figure 2. Concept of improvement municipal utilities management in Ślęzaki smallest unit administrative [base map: www.geoportal.pl]

W celu uporządkowania gospodarki ściekowej w sołectwie Skopanie Wieś proponuje się, tak jak w przypadku sołectwa Ślęzaki, budowę naturalnej, lokalnej roślinno – stawowej oczyszczalni ścieków o przepustowości $Q_{\text{srđ}} = 115 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$.

Dla około 40 gospodarstw nie objętych siecią kanalizacyjną proponuje się budowę przydomowych oczyszczalni ścieków.

Dla wsi Durdy charakteryzującej się dużym rozproszeniem zabudowy mieszkaniowej proponuje się budowę przydomowych oczyszczalni ścieków. Jednak ze względu na to, że znajdujące się tu gospodarstwa usytuowane są często w niewielkich skupiskach możliwe jest zmniejszenie kosztów tej inwestycji poprzez podłączanie do jednej oczyszczalni kilku sąsiadujących ze sobą domostw (rysunek. 3).



Rysunek 3. Proponowane grupowe i indywidualne oczyszczalnie ścieków
[podkład mapowy: www.geoportal.pl]

Figure 3. Suggested collective and individual sewage treatment plants
[base map: www.geoportal.pl]

Podobne rozwiązanie proponowane jest dla sołectw Dymitrów Mały, Kaczaki, Marki i Siedleszczany. Wskazana jest budowa przydomowych oczyszczalni ścieków. Z ekonomicznego punktu widzenia jest to najlepsze rozwiązanie problemów związanych z unieszkodliwianiem ścieków powstających w tych sołectwach, gdyż charakteryzują się one małą liczbą gospodarstw domowych i rozproszoną zabudową mieszkaniową.

W większości sołectw rozpatrywanej gminy do unieszkodliwiania powstających w gospodarstwach domowych ścieków zaproponowano oczyszczalnie indywidualne. Przyłączanie gospodarstw do systemu zbiorczej sieci kanali-

zacyjnej pociąga za sobą duże koszty nie tylko dla lokalnych samorządów, które muszą sfinansować budowę oczyszczalni ścieków i sieci kanalizacyjnej a potem ponosić koszty ich eksploatacji, ale również dla samych mieszkańców, którzy ponoszą opłaty za przyłączenie do kanalizacji i odprowadzanie ścieków. Dlatego też często można spotkać się z sytuacją, że mimo iż wykonana jest sieć kanalizacyjna mieszkańcy wsi chcąc uniknąć opłat wynikających z odprowadzania do niej ścieków nadal korzystają z szamb. Rozwiązania, jakie zostały zaproponowane w celu poprawy gospodarki ściekowej gminy, przynoszą nie tylko korzyści ekonomiczne ale również i ekologiczne. Budowa zbiorowych i indywidualnych oczyszczalni ścieków przyczyni się do ochrony zasobów wodnych gminy. Stosowanie oczyszczalni przydomowych umożliwi (co z punktu widzenia środowiska jest największą ich zaletą) zatrzymywanie wody w zlewni, z której została pobrana. Pobrana na ujęciu woda po wykorzystaniu w gospodarstwie domowym jest oczyszczana i w wyniku filtracji wraca z powrotem do warstw wodonośnych. Wszędzie tam gdzie występują grunty mało przepuszczalne proponuje się wykonanie przydomowych oczyszczalni ścieków w postaci filtrów piaskowych lub oczyszczalni hydrofitowych. W przypadku kanalizacji zbiorczej ścieki trafią do oczyszczalni, z której po oczyszczeniu odprowadzane będą do odbiorników, głównie rzek.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

W przypadku gospodarki ściekowej gminy Baranów Sandomierski widoczne są wyraźne zaniedbania nie tylko w mieście Baranów, ale przede wszystkim na terenach wiejskich gminy. Na terenie gminy funkcjonują dwie zbiorcze oczyszczalnie ścieków, które obsługują tylko 25% ludności gminy. Dlatego konieczna jest budowa systemów odprowadzania i oczyszczania ścieków.

Na podstawie przeprowadzonej analizy stanu gospodarki ściekowej gminy Baranów Sandomierski sformułowano następujące wnioski:

1. Obszar gminy Baranów Sandomierski jest w 100% wyposażony w sieć wodociągową, a tylko 25% powierzchni gminy wyposażona jest w kanalizację zbiorczą.

2. W celu poprawy aktualnego stanu gospodarki ściekowej proponuje się wybudowanie (na terenie trzech sołectw) systemów kanalizacji zbiorczej o łącznej długości 15 km oraz zbiorczych oczyszczalni ścieków w tym jednej mechaniczno-biologicznej w sołectwie Wola Baranowska i dwóch naturalnych, roślinno-stawowych w sołectwach Ślęzaki i Skopanie Wieś.

3. Dla gospodarstw domowych położonych w sołectwach, dla których została zaproponowana budowa kanalizacji zbiorczej, oddalonych od głównego kolektora, zostały zaproponowane indywidualne systemy oczyszczania ścieków.

4. Dla miejscowości Dymitrów Mały, Knapy, Siedleszczany, Marki charakteryzujących się małą liczbą gospodarstw domowych i dużym rozproszeniem zabudowy mieszkaniowej zostały zaproponowane indywidualne systemy oczyszczania ścieków w postaci oczyszczalni przydomowych.

BIBLIOGRAFIA

- Kondracki J. *Geografia Polski. Mezoregiony fizyczno – geograficzne*. Wydawnictwo Naukowe PWN. 1994. Warszawa.
- Mizera W. *Geologia Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN. 2009. Warszawa.
- Program Ochrony Środowiska dla Gminy i Miasta Baranów Sandomierski*. 2008.
- Program Rewitalizacji Miasta i Gminy Baranów Sandomierski*. 2007.
- Romer E. *Regiony klimatyczne Polski*. Nakładem Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego. 1949. Wrocław .
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego. Dz. U. Nr 137, poz. 984.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 roku w sprawie sposobu klasyfikacji jednolitych części wód powierzchniowych. Dz. U. Nr 162, poz. 1008.
- Ustawa Prawo wodne z dn. 18 lipca 2001r. Dz. U. Nr 155, poz. 1229.

Mgr inż. Beata Bogoń
e-mail: bogon.beata@gmail.com
MGGP S.A. Oddział Kraków
ul. J. Lea 112
30-133 Kraków

Dr inż. Agnieszka Cupak
e-mail: a.cupak@ur.krakow.pl

Dr inż. Andrzej Wałęga
e-mail: a.walega@ur.krakow.pl
Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
30-059 Kraków
al. Mickiewicza 24/28

Recenzent: *Dr hab. Stanisław Węglarczyk, prof. PK*