



MIDDLE POMERANIAN SCIENTIFIC SOCIETY
OF THE ENVIRONMENT PROTECTION
ŚRODKOWO-POMORSKIE TOWARZYSTWO NAUKOWE
OCHRONY ŚRODOWISKA

Annual Set
The Environment Protection
Volume 17. Year 2015

Part 2

Rocznik
Ochrona Środowiska
Tom 17. Rok 2015

Część 2

Koszalin, Poland 2015

2015

U. z 2008 r.,
513].
oz. 21].
i Łączności,

MIDDLE POMERANIAN SCIENTIFIC SOCIETY OF THE ENVIRONMENT PROTECTION
ŚRODKOWO-POMORSKIE TOWARZYSTWO NAUKOWE OCHRONY ŚRODOWISKA



Annual Set The Environment Protection
Rocznik Ochrona Środowiska

Volume/Tom 17. Year/Rok 2015

ISSN 1506-218X

1017-1033

Coal

agement of
clamation of
ple of sedi-
mical, physi-
t of reclama-
d was evalu-
rties and ex-
dition) over-
gical respect
and high or-
metals con-
ds B, which
The washout
tated salinity
gh the profile
veloped on
s plants root-
r physiologi-
ring natural
e water sedi-
round or soil
il substitutes
, lime or fly-

Ocena wybranych elementów gospodarki wodno-ściekowej i obciążenia użytków rolnych makroelementami ze ścieków bytowych w wybranych gospodarstwach Wielkopolski

*Jerzy Mirosław Kupiec, Anna Oliskiewicz-Krzywicka,
Piotr Stachowski
Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań*

1. Wstęp

Wraz ze wzrostem liczby ludności i stopnia wzrostu potrzeb człowieka, intensywność korzystania ze środowiska systematycznie się zwiększa. Działalność ludzka powoduje powstanie nie tylko oczekiwanych produktów, ale także wytwarzanie mniejszej lub większej ilości produktów ubocznych zwanych odpadami i ściekami. Stwarzają one poważne zagrożenie dla środowiska a ich ilość jest wprost proporcjonalna do poziomu stopy życiowej. Obecnie ponad jedna trzecia ludności w Polsce mieszka na wsiach [9]. Pomimo nowych technologii, wieś polska posiada słabo rozwiniętą infrastrukturę techniczną. W szczególności odnosi się to do obiektów i urządzeń gospodarki wodno-ściekowej oraz systemu zagospodarowania odpadów. Przyczyną tej sytuacji jest rozproszony charakter zabudowy obszarów wiejskich, niska świadomość ekologiczna mieszkańców oraz wysokie koszty inwestycji na obszarach nieurbanizowanych. Prawidłowe zagospodarowanie odpadów czy ścieków wpływa na polepszenie warunków sanitarno-bytowych ludności oraz środowiska [3, 5]. Ścieki powstające w obrębie gospodarstw rolnych mają różny skład i charakter. Są to przede wszystkim ścieki bytowe, odchody zwierzęce, wody odciekowe z miejsc przechowywania nawozów naturalnych, pasz soczystych, czy wody spływające z pól i gospodarstw wiej-

ja

n

skich [4, 6, 21]. Problemem mogą być również ścieki opadowe-deszczowe i roztopowe, oraz wody infiltracyjne i drenażowe, odpływające z gruntów, na których prowadzone były zabiegi melioracyjne. W gospodarstwach rolnych mogą powstawać także ścieki z mycia pomieszczeń gospodarskich czy placów utwardzonych oraz ścieki z mycia maszyn rolniczych.

Zaopatrzenie obszarów nieurbanizowanych w wodę do picia i na potrzeby gospodarcze jest jednym z podstawowych warunków rozwoju produkcji rolnej i zwierzęcej oraz poprawy poziomu życia i higieny ludności wiejskiej. Ciągły rozwój wsi skutkuje wzrostem zapotrzebowania i zużycia wody oraz zwiększeniem ilości ścieków. W 2004 roku w Polsce z sieci wodociągowej korzystało 85,5% mieszkańców, w tym w miastach 94,4% a na wsi 71,3%. W 2012 r. w kraju, 87,9% mieszkańców korzystało z sieci wodociągowej, w tym 95,4% w miastach i 76,2% na obszarach wiejskich [10]. Aż 60% zabudowy wsi w Polsce to zabudowa rozproszona, gdzie odległość pomiędzy sąsiednimi posesjami przekracza 45 m. Jest to zabudowa niekorzystna do budowy zbiorowych urządzeń wodociągowych i kanalizacyjnych [27, 12].

Celem pracy była ocena wybranych elementów gospodarki wodno-ściekowej oraz oszacowanie obciążenia gruntów makroelementami NPK, wynikającego z rolniczego wykorzystania ścieków bytowych w gospodarstwach rolnych wybranych gmin Wielkopolski.

2. Materiał i metody

Do badań wytypowano 72 gospodarstwa konwencjonalne zlokalizowane w ośmiu gminach Wielkopolski (rysunek 1). Dane uzyskano na podstawie przeprowadzonej ankietyzacji. Część danych, dotyczących gospodarki wodno-ściekowej została uzyskana w Wojewódzkim Ośrodku Doradztwa Rolniczego w Poznaniu oraz w urzędach analizowanych gmin. W niniejszej pracy dokonano analizy systemu zaopatrzenia w wodę, sposobu odprowadzania ścieków bytowych, a także wykonanie próby kieszonkowej. Dodatkowo obliczono obciążenie gruntów ornych w gospodarstwach rozlewających ścieki bytowe na polach. Ponieważ badano realne obciążenie gruntów rolnych ściekami bytowymi, dlatego nie brano pod uwagę gruntów wydzierżawionych, nieużytkowanych przez danego rolnika.

Rys. 1. Lokal
Fig. 1. Locali:

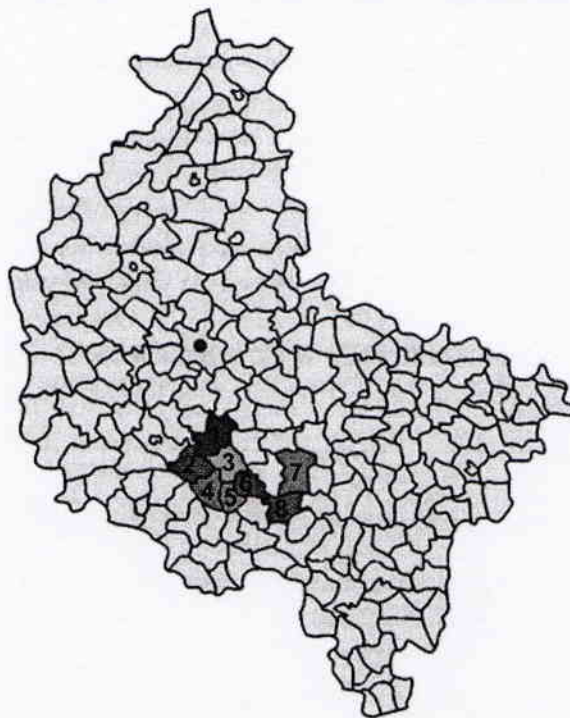
Bada
składników
wych, odpro
mostwach rc
nych w 13 m
Kobylniki, K
ce, Pyzdry. l
chemicznych
Blizanów, G
Stare Miasto
Wolin – woj
niej aniżeli
pobrano je w

opadowe-
d wpływają-
ne. W go-
pomiesz-
nycia ma-

picia i na
w rozwoju
gigieny lud-
żebowania
i w Polsce
y miastach
korzysta-
obszarach
rozproszo-
45 m. Jest
odociągo-

arki wod-
elementami
bytowych

ne zlokali-
yskano na
tyczących
im Ośrod-
zowanych
nia w wo-
nanie pry-
w ornym
Ponieważ
ni, dlatego
kowanych



- 1 – Śrem, 2 – Krzywiń, 3 – Dolsk, 4 – Gostyń, 5 – Piaski,
6 – Borek Wlkp., 7 – Jarocin, 8 – Koźmin Wlkp.

Rys. 1. Lokalizacja badanych gmin na terenie województwa wielkopolskiego
Fig. 1. Localization of analysed communities of Wielkopolska voivodeship

Badania obejmowały również analizy laboratoryjne na zawartość składników pokarmowych NPK w pobranych próbkach ścieków bytowych, odprowadzanych do szamb przydomowych, powstających w domostwach rolników. Ścieki pobrano w 16 gospodarstwach zlokalizowanych w 13 miejscowościach: Gorzyce Wielkie, Dalki, Dłoń, Jastrzębniki, Kobylniki, Kołczewo, Łąd, Marwice, Słocin, Zdziechowa, Żychlin, Żyli-ce, Pызdry. Miejscowości, w których pobrano próbki ścieków do analiz chemicznych położone były w obrębie 12 gmin i 3 województw (gm. Blizanów, Gniezno, Grodzisk Wlkp., Łądek, Obrzycko, Ostrów Wlkp., Stare Miasto, Rawicz – woj. wielkopolskie; Lubiszyn – woj. lubuskie; Wolin – woj. zachodniopomorskie). Pobór próbek prowadzony był póź-niej aniżeli zbiór danych w 72 analizowanych gospodarstwach, dlatego pobrano je w gospodarstwach innych aniżeli analizowane. Analizy che-

miczne na zawartość składników (NPK) w ściekach bytowych zostały wykonane w Stacji Chemiczno-Rolniczej w Poznaniu. Na podstawie średniego stężenia składników pokarmowych (NPK) w badanych próbkach, obliczono ilość składników w powstających ściekach bytowych wytwarzanych w analizowanych 72 gospodarstwach oraz obciążenie gruntów składnikami pokarmowymi. Ilość wyprodukowanych ścieków obliczono na podstawie ilości wody zużywanej na potrzeby bytowe w gospodarstwach domowych rolników. Wyniki uzyskano w ramach projektu badawczego nr N N305 372238 [17]. Obciążenie użytków rolnych makroelementami obliczono w dwóch etapach:

Etap I:

$$O_G = \frac{S}{Z_W}$$

gdzie:

O_G – obciążenie gospodarstwa makroelementem (N lub P lub K),

S – stężenie składnika (N lub P lub K) w ściekach,

Z_W – zużycie wody w gospodarstwie.

Etap II:

$$O_{UR} = \frac{O_G}{P_{UR}}$$

gdzie:

O_{UR} – obciążenie użytków rolnych składnikiem (N lub P lub K) pochodzącym ze ścieków bytowych,

O_G – obciążenie gospodarstwa makroelementem (N lub P lub K),

P_{UR} – powierzchnia użytków rolnych w gospodarstwie.

Charakterystyka obszaru badań

Gminy, w których zlokalizowane były analizowane gospodarstwa objęte badaniami są gminami miejsko-wiejskimi, z wyjątkiem gminy Piaski, która jest gminą wiejską. Jest to region o charakterze typowo rolniczym z przewagą gruntów ornych i niewielką ilością terenów zielonych. Wytypowane gospodarstwa zlokalizowane były w 18 miejscowościach (Rusocin, Mszczyszyn, Dolsk, Potarzyca, Sikorzyn, Kosowo, Pijanowice, Huby Pijanowskie, Michałowo-Drogoszewo, Godurowo, Mórka, Mościszki, Wyrębin, Pogorzałki, Skoków, Nowa Obra, Siedmioro-

gów Pierw
zróżnicowa:

Charakter

Spe
dukcję rośl
nej utrzym
rakterystyk

Tabela 1. E
Table 1. Ch

Powic
G
Trwałc
h
h st
Trz
Int

* – bez;

Tabela 2. G
Table 2. Gro

Przedzia
Udł gospodar

ch zostały
podstawie
nych prób-
bytowych
obciążenie
h ścieków
by bytowe
w ramach
tyków rol-

gów Pierwszy, Zimnowoda-Głogonin) i charakteryzowały się dużym zróżnicowaniem pod względem wielkości i specjalizacji.

Charakterystyka analizowanych gospodarstw

Spośród 72 badanych gospodarstw 8 prowadziło wyłącznie produkcję roślinną. W pozostałych gospodarstwach oprócz produkcji roślinnej utrzymywano zwierzęta inwentarskie, głównie bydło i trzodę. Charakterystykę gospodarstw przedstawiono w tabelach nr 1 i 2.

Tabela 1. Elementy charakterystyki analizowanych gospodarstw rolnych
Table 1. Characteristics of the analysed farms

Parametr	Jednostka	Zakres	Średnio
Powierzchnia gospodarstwa	[ha]	0,4*-659,6	26,2
Grunty orne	[ha]	0,3*-592,7	24,0
	[%]	55,6-100	90,7
Trwałe użytki zielone	[ha]	0,0-51,5	1,8
	[%]	0,0-44,4	7,8
Inne grunty	[ha]	0,0-2,0	0,1
	[%]	0,0-8,2	0,5
Inwentarz – sumarycznie	[DJP]	0,0-482,9	28,4
	[DJP·ha ⁻¹]	0,0-4,8	1,4
Bydło	[DJP]	0,3-452,2	18,7
	[DJP·ha ⁻¹]	0,0-4,3	0,8
Trzoda chlewna	[DJP]	0,0-77,3	9,7
	[DJP·ha ⁻¹]	0,0-2,8	0,6
Inne zwierzęta	[DJP]	0,0-0,8	0,03
	[DJP·ha ⁻¹]	0,00-0,02	0,001

* – bez gruntów wdzierżawionych

Tabela 2. Grupy obszarowe badanych gospodarstw rolnych
Table 2. Group of the farms area

Przedziały [ha]	≤10	11-30	31-50	51-100	>100
Udział gospodarstw [%]	28	63	4	4	1

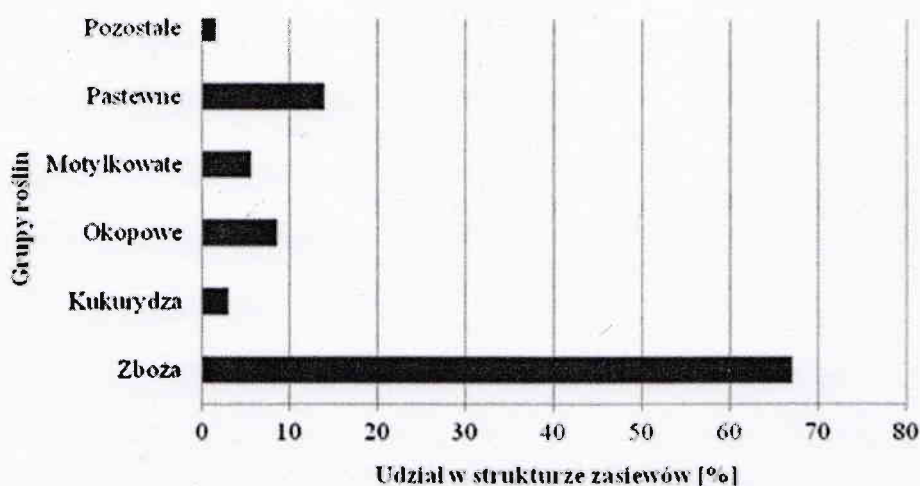
spodarstwa
iem gminy
ypowo rol-
nów ziolo-
miejscowo-
osowo, Pi-
rowo, Mór-
Siedmioro-

K),

K) pocho-

K),

W strukturze zasiewów dominowały monokultury zbożowe (rysunek 2). Zajmowały one 67% powierzchni zasiewów. Udział pozostałych grup w zasiewach był nieznaczny.



Rys. 2. Struktura zasiewów w analizowanych gospodarstwach rolnych
Fig. 2. Sowing structure in analysed farms

2. Wyniki i dyskusja

2.1. Zaopatrzenie w wodę

Spośród 72 gospodarstw objętych badaniami, 83% korzystało z możliwości pobierania wody pitnej z sieci wodociągowej. 17% analizowanych gospodarstw dodatkowo wspomagała się wodą z innych źródeł, jak wodociąg zagrodowy czy studnia kopana (tabela 3). Woda pobierana ze studni i wodociągów zagrodowych bardzo często ze względu na złą jakość nie jest zdatna do picia, a więc nie jest wykorzystywana na potrzeby bytowe. Rolnicy wykorzystują ją do celów gospodarczych, takich jak podlewanie roślin, czyszczenie maszyn lub pojenie zwierząt, celem zmniejszenia kosztów produkcji.

Tabela 3. S
Table 3. Th

2.2. Zawar

Wy
nych skład
w ściekach
dziej nowc
dająca na
cowany [1
liach waha
próbkach i
porównani
kach wiejs
mie, wyno
nie azotu
w szeroki

Fos
jeśli chodz
lowały w g
ś.m. \approx 64
wynika, że
miast wync
badania inr
rokim zakr

Pota
wyników t
0,003 do
 $K_2O \cdot dm^3$).
obj. ś.m. N
lizowanych
wować w p

żowe (ry-
ał pozosta-



ch

korzystało
17% anali-
innych źró-
Voda pobie-
względu na
stywana na
arczych, ta-
ie zwierząt,

Tabela 3. Sposób zaopatrzenia w wodę w analizowanych gospodarstwach
Table 3. The way of water supply in the analysed farms

Sposób zaopatrzenia	Udział gospodarstw [%]
wodociąg sieciowy	83
wodociąg zagrodowy	6
studnia kopana	11
więcej niż jedno źródło	17

2.2. Zawartość makroelementów w ściekach bytowych

Wyniki analiz wykazują dość duże zróżnicowanie stężeń badanych składników (tabela 4). Wahania parametrów fizyczno-chemicznych w ściekach często zależą od pory roku, miesiąca a nawet doby. Im bardziej nowoczesna i rozwinięta infrastruktura, tym ilość ścieków przypadająca na jednego mieszkańca będzie większa, a skład bardziej zróżnicowany [16]. W przeprowadzonych analizach zawartość azotu w fekaljach wahała się w granicach od 0,008 do 0,084% obj. ś.m. Średnio w 16 próbkach ilość azotu wyniosła 0,027% obj. ś.m. ($\approx 266 \text{ mg N} \cdot \text{dm}^3$). Dla porównania wg Kutery [18] i Królikowskiego [15] stężenia azotu w ściekach wiejskich jak i miejskich kształtowały się na jednakowym poziomie, wynoszącym $58 \text{ mg N} \cdot \text{dm}^3$. Jak wykazują niektórzy badacze, stężenie azotu w ściekach bytowych z obszarów wiejskich może wahać się w szerokim zakresie (tabela 5).

Fosfor w badanych próbkach wykazywał najmniejszą zmienność, jeśli chodzi o jego stężenie w ściekach. Wartości dla tego składnika oscylowały w granicach od 0,0006 do 0,010% obj. ś.m. (średnio 0,006% obj. ś.m. $\approx 64 \text{ mg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{dm}^3$). Z analiz Kutery [18] i Królikowskiego [15] wynika, że średnie stężenie fosforu w ściekach bytowych mieszkańców miast wynosi 18 mg a mieszkańców wsi $52 \text{ mg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{dm}^3$. Jak pokazują badania innych autorów również stężenia fosforu mogą wahać się w szerokim zakresie (tabela 5).

Potas w badanych próbkach wykazywał dużą zmienność. Zakres wyników uzyskanych dla tego pierwiastka wahał się w granicach od 0,003 do 0,144% obj. ś.m. (średnio 0,037% obj. ś.m. $\approx 366 \text{ mg K}_2\text{O} \cdot \text{dm}^3$). Różnice między skrajnymi wynikami dochodziły do 0,141% obj. ś.m. Największe zróżnicowanie koncentracji wszystkich trzech analizowanych składników, ale przede wszystkim potasu, można zaobserwować w próbkach nr 9, 10, 11 oraz 16 (tabela 4).

Tabela 4. Zawartość makroelementów (NPK) w analizowanych próbkach ścieków bytowych**Table 4.** The content of macronutrients (NPK) in the analysed samples of domestic sewage

Liczba porządkowa	Składnik badany [% objętości świeżej masy]		
	N _{org}	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	0,020	0,008	0,006
2	0,035	0,008	0,007
3	0,021	0,006	0,005
4	0,024	0,008	0,005
5	0,021	0,007	0,004
6	0,022	0,006	0,004
7	0,011	0,007	0,003
8	0,021	0,007	0,006
9	0,008	0,008	0,125
10	0,011	0,0006	0,124
11	0,013	0,007	0,123
12	0,042	0,010	0,012
13	0,032	0,004	0,004
14	0,022	0,004	0,005
15	0,039	0,005	0,008
16	0,084	0,007	0,144
Średnio	0,027	0,006	0,037

Może to wynikać z faktu, że w gospodarstwach, w których zostały pobrane próbki ścieków, do szamba odprowadzano również płynne nawozy naturalne, co jest nierzadko praktykowane na wsiach. Stąd stężenie potasu było znacznie wyższe niż w pozostałych próbkach. Wyniki stężeń tego makroelementu w ściekach bytowych uzyskane przez Kuterę [18] i Królikowskiego [15] wyniosło średnio 27 mg dla mieszkańców wsi i 43 mg K₂O·dm³ dla mieszkańców miast.

Makroelementy zawarte w ściekach bytowych, mogą być wykorzystane jako substancje nawozowe, nie zagrażające biologicznej równowadze odbiornika [19]. Muszą jednak spełniać określone normy. Badania prowadzone w Skandynawii wykazały, że populacja 4,5 mln Norwegów, wytwarza w ściekach ekwiwalent równoważny 15% zużytych w rolnictwie nawozów sztucznych [25, 2]. Wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z 2014 r. [23] najwyższe dopuszczalne wartości azotu

w ściekach ziemi nie p w pracy p W przypadl ww. Rozpo (5 mg P·dr ków spełnia zanieczyszc rządzenia M tego makro P·dm³). Spo dozwolonej

Tabela 5. Po makroeleme
Table 5. Co values obtain

Lomotow
Henze i i
Tchobanc
Błażejews
Heidrich i
Kaczor [1
Badania v

Azo cji wód. W nych w pr stężenia ob kach aniżel kach możn wsi w osta kilkunastu a więc mog

skach

les

w ściekach bytowych lub komunalnych wprowadzanych do wód lub do ziemi nie powinny przekraczać $30 \text{ mg N} \cdot \text{dm}^3$. We wszystkich badanych w pracy próbkach ścieków, normy te zostały znacznie przekroczone. W przypadku fosforu ogólnego maksymalna dopuszczalna wartość wg ww. Rozporządzenia MS [23] nie powinna przekraczać $11 \text{ mg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{dm}^3$ ($5 \text{ mg P} \cdot \text{dm}^3$). Analizując uzyskane wyniki tylko jedna z 16 próbek ścieków spełniała normę ze względu na ten parametr. Normy dla pozostałych zanieczyszczeń, w tym potasu, zostały ustalone w załączniku nr 4 Rozporządzenia MŚ z 2014 r. [23]. Wyznaczone dopuszczalne wartości dla tego makroelementu nie powinny przekraczać $96 \text{ mg K}_2\text{O} \cdot \text{dm}^3$ ($80 \text{ mg P} \cdot \text{dm}^3$). Spośród badanych 16 próbek, w 5 zaobserwowano przekroczenie dozwolonej normy.

Tabela 5. Porównanie wyników badań z wartościami analizowanych makroelementów uzyskanymi przez innych autorów

Table 5. Comparison of own research results with the analysed macroelements values obtained by the other authors

Źródło	Wskaźnik			
	Azot ogólny [$\text{mg N} \cdot \text{dm}^3$]		Fosfor ogólny [$\text{mg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{dm}^3$]	
	zakres	średnio	zakres	średnio
Łomotowski i Szpindor [20]	30–140	–	14–52	–
Henze i in. [8]	20–80	50	14–52	36
Tchobanoglous i in. [26]	20–70	40	9–24	16
Błażejowski [1]	40–60	50	18–91	55
Heidrich i Witkowski [7]	67–80	–	30–45	–
Kaczor [13]	19–181	74	5–84	25
Badania własne	80–840	266	6–100	64

Azot i fosfor uznawane są za główny czynnik sprawczy eutrofizacji wód. W tabeli 5 przedstawiono porównanie wyników badań uzyskanych w pracy z wynikami innych autorów. Jak można zaobserwować stężenia obu pierwiastków były znacznie wyższe w analizowanych próbkach aniżeli wskazują różni badacze. Przyczyn znacznej różnicy w wynikach można doszukiwać się we wzroście standardu życia mieszkańców wsi w ostatnich latach. Wyniki wzięte do porównań pochodzą z okresu kilkunastu lat (przed wejściem Polski w strukturę UE oraz po akcesji), a więc mogły w tym zakresie nastąpić duże zmiany. Większe zużycie

rych zosta-
niez płynne
Stąd stęże-
ch. Wyniki
rzez Kutere
kańców wsi

być wyko-
icznej rów-
normy. Ba-
5 mln Nor-
% zużytych
ia Ministra
tości azotu

środków myjących, piorących czy czyszczących powoduje wzrost udziału poszczególnych składników w ściekach. Wyniki świadczą o dużej zmienności chemicznej ścieków, a tym samym różnym stopniu zagrożenia ze strony gospodarstw wykorzystujących ścieki rolniczo.

2.3. Zużycie wody i potencjalna ilość biogenów w ściekach

Wykorzystanie wody w gospodarstwie domowym na potrzeby bytowe jest w wielu przypadkach trudne do oszacowania, ponieważ rolnicy korzystają bardzo często z tego samego licznika i ujęcia, wykorzystując wodę na potrzeby bytowe, jak i produkcyjne (pojenie zwierząt, opryski, podlewanie roślin i inne). W analizowanych gospodarstwach uzyskano dane o ilości wykorzystywanej wody tylko na potrzeby bytowe. Średnio w powyższej grupie w pojedynczym gospodarstwie zużyto ok. 358 m³ wody rocznie. Ilość wody zużywanej w gospodarstwach zależała przede wszystkim od ilości osób zamieszkujących poszczególne gospodarstwa oraz potrzeb indywidualnych. Wielkości powstających ścieków zależą od poziomu wykorzystania wody. Obliczony ładunek makroelementów (NPK) zawarty w ściekach, w przeliczeniu na gospodarstwo kształtował się średnio na poziomie $O_G = 95$ kg N, 23 kg P₂O₅ oraz 131 kg K₂O na 1 ha użytków rolnych (tabela 8).

2.4. Zagospodarowanie ścieków bytowych

Wg danych GUS z 2013 roku [24] w analizowanych gminach udział ludności korzystającej z wodociągów wyniosła średnio 92,4%. Najgorzej sytuacja wyglądała w gminie Koźmin Wlkp. gdzie udział ludności był o 7,7% mniejszy od średniej dla gmin (tabela 6). Stopień skanalizowania gmin różnił się dość znacznie. Najlepiej pod tym względem wypadały gminy Śrem, Gostyń i Jarocin, gdzie udział ludności korzystającej z tego typu instalacji przekraczał 80%. Liczba zbiorników bezodpływowych była różna w poszczególnych gminach. Najwięcej takich budowli zanotowano w gminie Krzywiń i Koźmin Wlkp. Z kolei ilość przydomowych oczyszczalni w badanych gminach wahała się w szerokim zakresie od 6 do 196.

Na podstawie własnych analiz wynika, że przyłączenie badanych gospodarstw do sieci kanalizacyjnej nie jest zadowalająca. Jak wykazały badania tylko 7% respondentów odprowadza ścieki do zbiorczej kanalizacji sanitarnej (tabela 7). Zdecydowana większość (49%) deklaruje wy-

lewanie nie jako sposób wpływowy, i przez specy co się dzie wożą ściek nych. Spoś w przydom

Tabela 6. C w analizowa
Table 6. Ch in the analys

Gmina
Śrem
Krzywiń
Dołsk
Gostyń
Piaski
Borek Wlkp.
Jarocin
Koźmin Wlkp.
Średnio

Źródło: [24]

Ze y alternatywi wych ankie pola. Z jed azotu i pol chemiczne wiska gleb

rost udziału
zają o dużej
iu zagroże-

a potrzeby
nieważ rol-
, wykorzy-
e zwierząt,
odarstwach
zeby byto-
stwie zuży-
gospodar-
jących po-
elkości po-
Obliczony
liczeniu na
g N, 23 kg

h gminach
nio 92,4%.
udział lud-
pień skana-
względem
i korzystat-
ców bezod-
ęcej takich
kolei ilość
ię w szero-

e badanych
k wykazały
czej kanali-
klaruje wy-

lewanie nieczystości bezpośrednio na pola. 13% badanych gospodarstw jako sposób utylizacji ścieków wskazało szambo, czyli zbiornik bezodpływowy, który powinien spełniać określone normy oraz być opróżniany przez specjalistyczne służby komunalne. Rolnicy nie deklarowali jednak co się dzieje ze ściekami dalej. Można więc przypuszczać, że albo wywożą ścieki na pola, albo też są one wylwane w miejscach niedozwolonych. Spośród 72 badanych gospodarstw tylko jedno było wyposażone w przydomową oczyszczalnię ścieków.

Tabela 6. Charakterystyka wybranych elementów gospodarki wodno-ściekowej w analizowanych gminach w 2013 r.

Table 6. Characteristics of selected elements of water and sewage management in the analysed communities in 2013

Gmina	Ogół ludności korzystającej z instalacji [%]		Liczba osób korzystających z oczyszczalni	Zbiorniki bezodpływowe [ilość]	Oczyszczalnie przydomowe [ilość]
	Wodociąg	Kanalizacja			
Śrem	96,0	86,8	87,3	1145	85
Krzywiń	92,3	20,5	28,9	1633	196
Dolsk	89,9	20,7	27,5	688	74
Gostyń	95,8	81,9	87,3	373	12
Piaski	92,8	50,8	44,3	310	26
Borek Wlkp.	92,2	48,4	52,2	713	6
Jarocin	95,1	80,8	95,8	684	46
Koźmin Wlkp.	84,7	35,4	49,4	1600	9
Średnio	92,4	53,2	59,1	893	57

Źródło: [24]

Ze względu na brak odpowiedniej infrastruktury oraz możliwości alternatywnego zagospodarowania i unieszkodliwiania ścieków bytowych ankietowani rolnicy bardzo często wywozili ścieki bezpośrednio na pola. Z jednej strony jest to źródło makroelementów, przede wszystkim azotu i potasu. Z drugiej strony ze względu na ich parametry fizykochemiczne i biologiczne mogą stanowić poważne zagrożenie dla środowiska glebowego i wodnego, ale także jakości i bezpieczeństwa higie-

nicznego ziemiopłodów do bezpośredniego spożycia lub takich, których części użytkowe, mają bezpośredni kontakt z glebą. Nadmierna ilość składników pokarmowych, spowodowana nieuwzględnieniem tego źródła w bilansach biogenów, może prowadzić do przenawożenia roślin, nadmiernej koncentracji składników w glebie i ich wymycia. W gospodarstwach, które wykorzystywały ścieki rolniczo ilość składników wywożonych ze ściekami na pola (O_{UR}) mogła osiągać wysokie wartości (tabela 8). Średnio rolnicy wywozili ok. 12 kg N, 3 kg P_2O_5 i 16 kg K_2O przeliczeniu na 1 ha UR.

Tabela 7. Sposób zagospodarowania ścieków bytowych w analizowanych gospodarstwach

Table 7. Management of domestic waste in the analysed farms

Sposób postępowania	Udział gospodarstw [%]
Rolnicze wykorzystanie	49
Odbierane przez służby komunalne	11
Oczyszczalnia	19
Szambo	13
Kanalizacja	7
Oczyszczalnia przydomowa	1

Tabela 8. Potencjalne ilości składników pokarmowych w ściekach bytowych wykorzystanych rolniczo w analizowanych gospodarstwach rolnych

Table 8. Potential quantity of nutrients in domestic waste water used in analysed farms

Wartość	N	P_2O_5	K_2O
O_G [kg·gospodarstwo]			
Min.	11	3	15
Maks.	266	64	366
średnio	95	23	131
s	51	12	70
O_{UR} [kg·ha ⁻¹ UR]			
Min.	1,7	0,4	2,3
Maks.	113,5	27,3	155,8
Średnio	11,6	2,8	16,0
s	19,1	4,6	26,3

s – odchylenie standardowe

2.5. Analiza

W i sianokisz na ziemi (i wód ze wz betonowej w zbiornik powstają w ność zakis środowiska sywnym o składu gno ków kiszor sy zielonej

Tabela 9. S gospodarstw
Table 9. Th

na ziemi
na betonow
Baloty
na ziemi oc
więcej niż j

Zg nia 2002 r. w gospodar kach lub n wiedniej oc ta wynika : szonkowej powstałych nie folią. A powinny by składową s wyciek sok lub łąki, z k

h, których
erna ilość
tego źródła
roślin,
W gospo-
ników wy-
e wartości
16 kg K₂O

nych

%]

ytowych

in

2.5. Analiza postępowania z sokami kiszonkowymi

W grupie 72 badanych gospodarstw 48 wykonywało kiszonki i sianokiszonki. Spośród nich aż 56% wykonywało przyzmy bezpośrednio na ziemi (tabela 9). Mogło stwarzać to poważne zagrożenie dla jakości wód ze względu na powstające odcieki. Rolnicy wykonujący przyzmy na betonowej podsadzce lub w silosach nie wyposażyli tych budowli w zbiornik na odcieki. Podczas sporządzania i przechowywania kiszonek powstają wycieki soków kiszonkowych. Ich przyczyną jest duża wilgotność zakiszwanego surowca. Wycieki stanowią poważne zagrożenie dla środowiska przyrodniczego. Soki kiszonkowe są odpadem bardzo agresywnym o dużej toksyczności. Ich skład chemiczny jest zbliżony do składu gnojowicy. Z jednej tony zielonki wycieka przeciętnie 0,2 m³ soków kiszonkowych [11]. W soku odpływającym z 25 ton zakiszanej masy zielonej znajduje się do 14 kg azotu [14].

Tabela 9. Sposób wykonania przyzmy kiszonkowej w analizowanych gospodarstwach

Table 9. The method of making silage piles in analysed farms

Sposób sporządzania kiszonki	Udział gospodarstw [%]
na ziemi	56
na betonowej podsadzce w silosach	33
Baloty	40
na ziemi odizolowanej folią	17
więcej niż jeden sposób przygotowania kiszonki	33

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2002 r. [22], wszystkie pasze soczyste, w tym i kiszonki produkowane w gospodarstwie, powinny być przechowywane w specjalnych zbiornikach lub na płytach. Dodatkowo powinny być one usytuowane w odpowiedniej odległości od zabudowań i granicy zagrody wiejskiej. Odległość ta wynika z wymagań prawa budowlanego. W konstruowaniu przyzmy kiszonkowej ważne jest aby zabezpieczyć grunt przed przedostaniem się powstałych soków kiszonkowych poprzez wybetonowanie lub odizolowanie folią. Aby zapobiec zanieczyszczeniu gleby i wody soki kiszonkowe powinny być odprowadzane do zbiorników stanowiących integralną część składową silosów. Zbiorniki te powinny być szczelne, aby uniemożliwić wyciek soków. Zgromadzone w zbiornikach soki należy rozlewać na pola lub łąki, z których pochodziła masa roślinna do zakiszania.

3. Wnioski

1. Udział badanych gospodarstw pod względem dostępności do wodociągu jest znacznie mniejszy aniżeli wskazują dane GUS dla analizowanych gmin. Dużo gorsza jest też dostępność do kanalizacji. Taki stan potwierdza nadal słabe zainwestowanie wsi w tym zakresie w badanym regionie.
2. Spośród analizowanych prób ścieków bytowych żadna nie spełniała norm dotyczących jakości ścieków wprowadzanych do wód lub gleb, jeśli chodzi o azot, jedna próba spełniała normy w przypadku fosforu i 11 biorąc pod uwagę potas. Wyniki dotyczące stężeń azotu i fosforu niekiedy znacznie przekraczały stężenia uzyskane przez innych autorów. Biorąc pod uwagę, że niemal połowa rolników wykorzystywała ścieki bytowe rolniczo, ryzyko skutków środowiskowych mogło być znaczne.
3. Pod względem ilości składników wywożonych wraz ze ściekami na pola, w 3% gospodarstw były to wartości bardzo wysokie – ponad 79 kg N, 19 kg P₂O₅ i 109 kg K₂O w przeliczeniu na 1 ha UR. Są to dawki znacznie przekraczające potrzeby nawozowe niektórych roślin uprawnych.
4. Ponad połowa przyzm kiszonkowych w badanych gospodarstwach była przygotowywana niezgodnie z zaleceniami. Grunt nie został zabezpieczony przed ewentualnym wyciekami soków kiszonkowych, umożliwiając migrację makroelementów i innych substancji do gleby a w konsekwencji do wód powierzchniowych czy nawet podziemnych.

Literatura

1. **Błażejowski R.:** *Kanalizacja wsi*. PZITS Oddział Wielkopolski, Poznań 2003.
2. **Dąbek Z.:** *Wpływ wybranych czynników na rozdział fazowy ścieków bytowych w separatorze z efektem Coandy*. Rozprawa doktorska, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, maszynopis, (2008).
3. **Dolata M., Lira J.:** *Sieć kanalizacyjna na obszarach wiejskich*. Miesięcznik Ogólnopolski Wodociągi i Kanalizacja. Wyd. Abrys Sp. z o.o. Poznań: 5(63), 62–64 (2009).
4. **Dymaczewski Z., Sozański M.:** *Wodociągi i kanalizacja w Polsce: tradycja i współczesność*. Wyd. Polska Fundacja Ochrony Zasobów Wodnych. Poznań-Bydgoszcz: 935–952 (2002).

5. **Gajewska A.** *Small* *nick Oct* 207–220
6. **Gutry J.** *ścieki n* *Wyd. Si*
7. **Heidric** „Seidel-
8. **Henze M** *cesy bio*
9. *Infrastru* <http://ste>
10. *Infrastru* <http://ste>
11. **Januś J** *Hodowc*
12. **Kaca E** *Problem* (2007).
13. **Kaczor** *skich sys* *ra i Ekol*
14. *Kodeks i* *Minister* *wa.* 112
15. **Króliko** *zowane* (1994).
16. **Krzywy** *Wyd. AI*
17. **Kupiec** *gospoda* *narażony* *produkcji* (2010-20)
18. **Kutera** *PWRiL,*
19. **London;** *schaft, A*

5. **Gajewska M., Kopeć Ł., Obarska-Pempkowiak H.:** *Operation of a Small Wastewater Treatment Facilities in a Scattered Settlement.* Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set The Environment Protection) 13, 207–226 (2011).
6. **Gutry P., Zajkowski J., Wierzbicki K.:** *Czy można taniej oczyszczać ścieki na obszarach wiejskich?* Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie. Wyd. SiTWM. Warszawa: 3, 132–135 (2009).
7. **Heidrich Z., Witkowski A.:** *Urządzenia do oczyszczania ścieków.* Wyd. „Seidel-Przywecki” Sp. z o.o., Warszawa, (2005).
8. **Henze M., Harremoës P., Jansen J., Arvin E.:** *Oczyszczanie ścieków. Procesy biologiczne i chemiczne.* Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2002.
9. *Infrastruktura komunalna w 2010r.* Wyd. GUS. Warszawa: <http://stat.gov.pl>, (2011).
10. *Infrastruktura komunalna w 2012r.* Wyd. GUS. Warszawa: <http://stat.gov.pl>, (2013).
11. **Januś E.:** *Oddziaływanie na środowisko intensywnej produkcji mleka.* Hodowca bydła. Wyd. Pro Agricola Sp. z o.o. Gietrzwałd: 7, 10, (2009).
12. **Kaca E.:** *Infrastruktura wodno-ściekowa na wsi na przełomie wieków.* Problemy Inżynierii Rolniczej. Wyd. IBMER. Warszawa: 1, 42–44, (2007).
13. **Kaczor G.:** *Stężenia zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych z wiejskich systemów kanalizacyjnych województwa małopolskiego.* Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. 9, 97–104, (2009).
14. *Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej.* Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Ministerstwo Środowiska. (Red.) I. Duer, M. Fotyma, A. Madej. Warszawa. 112 (2004).
15. **Królikowski A.:** *Gospodarka wodno-ściekowa na obszarach niezurbanizowanych.* Biuro Badań i Wdrożeń Ekologicznych. Białystok: 32–37, (1994).
16. **Krzywy E., Iżewska A.:** *Gospodarka ściekami i osadami ściekowymi.* Wyd. AR w Szczecinie: 186, (2004).
17. **Kupiec J., Zbierska J., Staniszewski R.:** *System szybkiej identyfikacji gospodarstw dla oceny zagrożenia jakości wód na obszarach szczególnie narażonych na azotany ze źródeł rolniczych oraz regionach intensywnej produkcji rolnej.* Raport z projektu badawczego KBN nr N N305 372238 (2010-2011): Poznań, (2011).
18. **Kutera J.:** *Wykorzystanie ścieków w rolnictwie.* Wydanie II. Wyd. PWRiL, Warszawa, 509 (1988).
19. **Londong J.:** *Strategien fuer die Siedlungsentwaesserung.* KA Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall, 47(10), 1434–1443 (2000).

20. **Łomotowski J., Szpindor A.:** *Nowoczesne systemy oczyszczania ścieków*. Wyd. Arkady, Warszawa 1999.
21. **Pawęska K., Kuczewski K.:** *The Small Wastewater Treatment Plants—Hydrobotanical Systems In Environmental Protection*. Archives Of Environmental Protection. 39(1), 3–16 (2013).
22. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać programy działań mających na celu ograniczenie odpływu azotu ze źródeł rolniczych (Dz. U. poz. 278 nr 54), (2002).
23. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 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. 2014 poz. 1800). <http://isa.p.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20140001800>.
24. *Statystyczne Vademecum Samorządowca*. Urząd Statystyczny w Poznaniu. BDL. www.stat.gov.pl/bdl, (2014).
25. **Szewczyk K.W.:** *Biologiczne metody usuwania związków azotu ze ścieków*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2005.
26. **Tchobanoglous G., Burton F., Stensel D.:** *Wastewater Engineering. Treatment and Reuse*. Metcalf & Eddy, McGraw-Hill Companies Inc, (2003).
27. **Wierzbicki K., Gromada O.:** *Związek między klasą wsi i jej infrastrukturą kanalizacyjną*. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie. Wyd. SiTWM Warszawa: (43)2, 79–83 (2000).

Assessment of Selected Elements of Water and Sewage Management and Load of Farmlands with Macroelements from Domestic Sewage in Selected Farms of Wielkopolska

Abstract

The aim of this study was to evaluate selected elements of the management of domestic and production sewage and an estimate of amount of macroelements NPK in domestic sewage, used on fields in selected farms of Wielkopolska voivodeship. The main sources of data were special designed questionnaires taken in selected farms. The data were combined with information obtained in The Agricultural Advisory Center in Poznań and communities and included the period 2004–2010. The study area was covered by eight communities situated in the central part of Wielkopolska region - Borek Wielkopolski, Dolsk, Gostyń, Jarocin, Koźmin Wielkopolski, Krzywiń, Piaski

and Śrem. tion, crop a subjected to Domestic v and the deg soil silage um in samp ents in don were calcul The supply. Du tive wastev applied sev directly into mitted stan and 11 due domestic se with waste of P₂O₅ and preparation the ground, groundwater

Słowa klucz: ścieki bytow biogeny w ś

Keywords: domestic an nutrients in

nia ścieków.

ment Plants—
res Of Envi-

r. w sprawie
amy działań
zych (Dz. U.

r. w sprawie
do wód lub
dla środowi-
l/ DetailsSe-

w Poznaniu.

zotu ze ście-
wa 2005.

Engineering.
panies Inc,

infrastrukt-
yd. SiTWM

Sewage elements kopolska

of the man-
of amount of
ected farms of
cial designed
d with infor-
and commu-
s covered by
egion - Borek
zywiń, Piaski

and Śrem. 72 conventional farms, diversified in terms of their size, specializa-
tion, crop and animal production were also chosen. The examined farms were
subjected to detailed characterization in terms of their sphere of production.
Domestic wastewater management, using the method of preparation of silage,
and the degree of risk to the environment due to the risk of leakage into the
soil silage juice were analyzed. Content of nitrogen, phosphorus and potassi-
um in samples taken from 16 different farms was analyzed. Quantity of nutri-
ents in domestic wastewater and which could be possibly applied to the field
were calculated.

The study shows that 83% of the analyzed farms had access to water
supply. Due to the lack of proper infrastructure and the possibility of alterna-
tive wastewater management and disposal of domestic waste, farmers often
applied sewage directly into the fields. 49% of produced sewage is poured
directly into the fields. None of the 16 domestic sewage samples meets per-
mitted standards for nitrogen concentration. Only one because of phosphorus
and 11 due to potassium the predetermined limits of nutrient concentration in
domestic sewage introduce into the soil or water does not exceed. On average
with wastewater farmers brought in the agricultural land 12 kg of N, 3 kg
of P_2O_5 and 16 kg of K_2O per 1 ha. The problem there is also the method of
preparation silage piles. As many as 56% of farmers prepares piles directly on
the ground, without isolation, with the risk of penetration of pollutants into
groundwater and surface water.

Słowa kluczowe:

ścieki bytowo-gospodarcze, rolnicze zagospodarowanie ścieków,
biogeny w ściekach

Keywords:

domestic and production sawage, agricultural sewage management,
nutrients in the wastewater