

WPLYW ROLNICZEGO WYKORZYSTANIA OSADÓW ŚCIEKOWYCH NA ZMIANY ZASOBNOŚCI GLEB

Janusz Filipiak¹, Czesław Przybyła², Marian Jakobsze³

¹ Przedsiębiorstwo Usług Komunalnych w Rokietnicy, Spółka z o.o.

² Zakład Gospodarowania Wodą i Ekonomiki Inżynierii Środowiska, Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

³ Przedsiębiorstwo Rolne „SOBROL” Sp. z o.o. Sobota w Rokietnicy

Wstęp

Prognoza zawarta w Krajowym Programie Oczyszczania Ścieków Komunalnych (KPOŚK) [2003] dotycząca wytwarzania osadów ściekowych w Polsce zakłada, iż w 2015 r. w 937 aglomeracjach o wielkości w granicach 2-15 000 RLM (równoważna liczba mieszkańców) powstanie 12,7% z 642,4 tys. ton suchej masy ogółu osadów ustabilizowanych wytworzonych w całym kraju, tj. 81,6 tys. ton s.m. Powyższe aglomeracje obsługują małe oczyszczalnie, w których podstawą oceny efektów ekologicznych są tylko takie wskaźniki jak BZT₅, ChZT i zawiesiny.

Jednym z możliwych sposobów zagospodarowania osadu ściekowego jest jego rolnicze wykorzystanie, jako taniego źródła przyswajalnych dla roślin składników pokarmowych.

Rosnąca wrażliwość społeczeństwa na problemy związane z ochroną środowiska zmusza do kompleksowej analizy efektów różnych sposobów utylizacji osadu ściekowego. Przy rozbudowie oczyszczalni ścieków konieczna jest analiza porównawcza kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych uwzględniająca m.in. koszt przeróbki i ostatecznego zagospodarowania osadów ściekowych, a także możliwość kontynuacji wybranej metody unieszkodliwiania osadów w przyszłości, w tym rolniczego wykorzystania osadów ściekowych. Aby zweryfikować zasadność takiego zagospodarowania ścieków niezbędna jest analiza efektów.

Celem pracy była ocena zmian zasobności gleb w wyniku ich nawożenia osadami ściekowymi w warunkach klimatycznych i glebowych Wysoczyzny Poznańskiej.

Metody badań

Poddawany utylizacji osad ściekowy pochodził z oczyszczalni ścieków w Bytkowie, położonej w gminie Rokietnica w powiecie poznańskim. W analizowanych latach 2002-2006 osad ściekowy po uprzedniej stabilizacji tlenowej był odwadniany przez urządzenie typu „Draimad”, a następnie osuszany na poletkach osadowych usytuowanych w kompleksie oczyszczalni ścieków w warunkach naturalnych do wilgotności 40% s.m. Tak przygotowany osad został poddany analizie, która obejmowała oznaczenie właściwości fizyko-chemicznych w celu określenia nie tylko

ogólnego składu chemicznego, lecz także aktualnego stopnia zanieczyszczenia metalami ciężkimi osadu ściekowego, powstającego w wyniku eksploatacji mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków, zgodnie z obowiązującym ROZPORZĄDZENIEM MŚ [2002], które określa m.in. warunki, jakie muszą zostać spełnione przy wykorzystaniu komunalnych osadów ściekowych, wielkości dawek komunalnych osadów ściekowych, które można stosować w gruntach oraz zakres, częstotliwość i metody badań komunalnych osadów ściekowych i gruntów, na których osady te mają być stosowane. Z pobranych prób określono następujące wskaźniki: odczyn (pH), zawartość suchej masy (% s.m.), zawartość substancji organicznej (% s.m.), zawartość azotu ogólnego (% s.m.), zawartość azotu amonowego (% s.m.), zawartość fosforu ogólnego Pog. (% s.m.), zawartość węglanu wapniowego (% s.m.), zawartość wapnia (% s.m.), zawartość magnezu Mg (% s.m.) oraz zawartości metali ciężkich po mineralizacji osadu mocnymi kwasami - oznaczone metodą AAS - (Pb, Cd, Hg, Ni, Zn, Cu, Cr), ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.). W okresie badawczym przeprowadzono badania osadu ściekowego w Laboratorium Badania Wody i Gleby Wojewódzkiej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej w Poznaniu w zakresie bakteriologii: bakterie z rodzaju *Salmonella* w 100 g osadu ściekowego zgodnie z PN-Z-19000-1:2001 oraz na obecność jaj *Ascaris* sp., *Trichuris* sp., *Toxocara* sp. zgodnie z PN-Z-19000-4:2001+IB-03-A-781.

Rolnicze wykorzystanie osadu ściekowego przeprowadzono na polach uprawnych Przedsiębiorstwa Rolnego „SOBROL” w Sobocie, zgodnie z Programem Rolniczego Wykorzystania Osadów z Oczyszczalni Ścieków w Bytkowie [GRELL 2003]. Gospodarstwo to obejmuje zwarty kompleks gruntów ornych, położonych na wschód od miejscowości Rokietnica. Poddane próbie grunty orne znajdują się w odległości od 2 do 4 km od oczyszczalni ścieków w Bytkowie i są z nią dobrze skomunikowane rozwiniętą siecią dróg asfaltowych. W gospodarstwie rolnym o powierzchni całkowitej 376,2 ha (w tym 352,2 ha grunty orne i 24 ha użytki zielone) podzielonym na 120 pól (113 - grunty orne, 7 - użytki zielone) wytypowano dwa pola - grunty orne o łącznej powierzchni 17 ha (pole 1-8 ha, pole 2-9 ha), które następnie w okresie 2003-2005 nawożono osadami ściekowymi wg zaleconych dawek raz w roku w ilości $5,6 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Były to grunty orne, które zaliczono do agronomicznej kategorii gleb lekkich, przeważających na terenie analizowanego gospodarstwa rolnego (102 ze 120 pól). Z tego względu wyniki analiz zasobności gleb na polach badawczych odnoszono do pozostałych 100 pól charakteryzujących się podobnymi właściwościami.

Badania zawartości składników pokarmowych przyswajalnych dla roślin w glebach analizowanych powierzchni badawczych wykonano w 2002 i 2006 roku w akredytowanym laboratorium Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej z siedzibą w Poznaniu, zgodnie z przyjętą do tego celu metodyką. Określono laboratoryjnie zawartość następujących składników: fosforu, potasu, magnezu oraz odczyn pH. Potrzeby wapnowania zostały wycenione z oznaczonego pH z uwzględnieniem składu mechanicznego badanej gleby. Zawartość przyswajalnych makroelementów wyrażono w miligramach na 100 g gleby. Wyniki te porównano do zawartości poszczególnych składników w pozostałych 111 próbach pobranych na gruntach ornych, na których stosowano nawożenie tradycyjne dawką. Na analizowanych polach uprawiano przemiennie: zboża ozime, zboża jare i rzepak ozimy.

Wyniki i dyskusja

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że osad ściekowy z oczyszczalni ścieków w Bytkowie wypełnia normy stawiane w ROZPORZĄDZENIU MŚ [2002] i może być stosowany na polach uprawnych gospodarstwa rolnego w Sobocie, jako źródło składników odżywczych gleby (tab. 1). Potwierdzają to wcześniejsze

obserwacje, iż do wykorzystania rolniczego szczególnie przydatny jest osad ściekowy pochodzący z małych obiektów oczyszczających, głównie ścieki bytowe lub z niewielkim udziałem ścieków przemysłowych, który charakteryzuje się niską zawartością metali ciężkich oraz brakiem bakterii Salmonella, które dyskwalifikują jego rolnicze użytkowanie [KALISZ i in. 1999; PALUCH i in. 2006].

Zasadność stosowania osadu ściekowego z oczyszczalni ścieków w Bytkowie potwierdzają przeprowadzone w kolejnych latach badania, które obrazują wartości nawozowe osadu ściekowego, wyrażone w postaci poszczególnych składników (tab. 2). Wpisują się one w dotychczasowe doświadczenia nauki i praktyki wskazujące, iż końcowym etapem unieszkodliwiania komunalnych osadów ściekowych powinno być ich rolnicze lub przyrodnicze wykorzystanie [SIKORSKI, BAUMAN-KASZUBSKA 2007].

W wyniku rolniczego wykorzystania osadu ściekowego następują zmiany zasobności gleby. W przypadku analizowanych pól zaobserwowano w latach 2002-2006 wzrost odczynu pH z kwaśnego (4,7 - pole 2) i lekko kwaśnego (6,1 - pole 1) na zasadowy (odpowiednio 7,9 i 8,0), pomimo iż w przypadku większości pól w tym czasie odnotowano spadek, bądź tylko niewielki wzrost pH (rys. 2). W roku 2002 pola 1 i 2 znalazły się w najliczniejszych przedziałach stanowiących ogółem _ wszystkich pól, natomiast w 2006 r. weszły w skład przedziału gleb o odczynie zasadowym stanowiącym 11% ogółu pól. Tym samym obydwie pola w 2006 r. znalazły się w grupie, gdzie wapnowanie było zbędne. Warto przy tym zwrócić uwagę, że ogółem liczba pól, gdzie wapnowanie było zbędne, spadła z 41 w 2002 do 30 w 2006 r. (rys. 1).

Także w przypadku zasobności gleby w fosfor na analizowanych polach zaobserwowano poprawę. Z przedziału charakteryzującego się oceną średnią w 2002 r. awansowały do grupy o bardzo wysokiej ocenie. Podobnie jak w przypadku pH zmiany te wypadają bardzo korzystnie na tle pozostałych pól, gdzie w aż 49 jednostkach zanotowano spadek. Pola 1 i 2 z przedziału liczącego 34 jednostki trafiły do ostatniego przedziału, zawierającego tylko 9 pól. Ogółem jednak zaobserwowano spadek liczby pól o bardzo wysokiej ocenie pod względem zawartości fosforu w glebie (rys. 1).

Analizując zmiany zawartości potasu w glebie ponownie stwierdzono pozytywne zmiany, widoczne także w porównaniu do pozostałych pól. Zawartość potasu zarówno na polu 1 ($9,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) jak i 2 ($5,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) z niskiej w 2002 r. wzrosła do średniej w przypadku pola 2 ($14,4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) i wysokiej dla pola 1 ($15,3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) w 2006 r. Tym samym pola te z najliczniejszej grupy pól awansowały do przedziałów, w których skład wchodzi ogółem tylko 1_ wszystkich rozpatrywanych pól (rys. 1).

Pozytywny wpływ stosowania osadu ściekowego potwierdza także zawartość magnezu w glebie, która z niskiej ($2,1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) dla pola 2 i średniej ($3,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) dla pola 2 wzrosła w obydwu przypadkach do wysokiej (rys. 1).

Tabela 1; Table 1

Wyniki badań fizyko-chemicznych uśrednionej próby osadu ściekowego powstającego w oczyszczalni ścieków w Bytkowie
Results of physico-chemical studies on samples of sewage sediments originating in sewage treatment plant in Bytkowo

Parametr, jednostka Parameter, unit	Data pobranej próby Date of sampling	Wartości dopuszczalne metali ciężkich Acceptable values of heavy metals in
--	---	---

				(mg·kg ⁻¹ s.m.; DM)		
	20.12.2002	12.12.2003	14.12.2004			
Uwodnienie pobranej próbki osadu (%) Water content in the sediment sample	80,3	57,7	62,4			
Zawartość suchej masy w osadzie (%) Dry matter content in sediment	19,7	42,3	37,6			
Odczyn (pH) suchego osadu w 1 M KCl Dry sediment reaction in 1 M KCl	7,7	7,2	7,1			
Zawartość substancji mineralnej (% s.m.) Mineral matter content (% DM)	32,1	27,2	30,5			
Zawartość substancji organicznej (% s.m.) Organic matter content (% DM)	67,9	72,8	69,5			
Zawartość azotu ogólnego Nog. (% s.m.) Total nitrogen content (% DM)	8,32	10,6	6,9			
Zawartość azotu amonowego N-NH ₄ (% s.m.) Amonia nitrogen content (% DM)	3,85	6,7	5,2			
Zawartość fosforu ogólnego Pog. (% s.m.); Total phosphorus content (% DM)	2,37	4,3	2,8			
Zawartość wapnia Ca (% s.m.) Calcium content (% DM)	0,48	0,22	0,13			
Zawartość magnezu Mg (% s.m.) Magnezium content (% DM)	0,09	0,05	0,02			
Zawartość ołowiu Pb (mg·kg ⁻¹ s.m.) Lead content Pb (mg·kg ⁻¹ DM)	9,1	47,2	78,2	500	1000	1500
Zawartość kadmu Cd (mg·kg ⁻¹ s.m.) Cadmium content Cd (mg·kg ⁻¹ DM)	2,8	8,9	3,3	10	25	50
Zawartość chromu Cr (mg·kg ⁻¹ s.m.) Chromium content Cr (mg·kg ⁻¹ DM)	4,3	167	117,6	500	1000	2500
Zawartość miedzi Cu (mg·kg ⁻¹ s.m.) Copper content Cu (mg·kg ⁻¹ DM)	24,5	397	422	800	1200	2000
Zawartość niklu Ni (mg·kg ⁻¹ s.m.) Nickel content Ni (mg·kg ⁻¹ DM)	6,8	68,8	96,5	100	200	500
Zawartość rtęci Hg (mg·kg ⁻¹ s.m.) Mercury content Hg (mg·kg ⁻¹ DM)	0,5	1,1	0,8	5	10	25
Zawartość cynku Zn (mg·kg ⁻¹ s.m.) Zinc content Zn (mg·kg ⁻¹ DM)	79,4	669	1016	2500	3500	5000

* wg zał. nr 1 ROZPORZĄDZENIA MŚ [2002]; Acc. to ROZPORZĄDZENIE MŚ [2002]

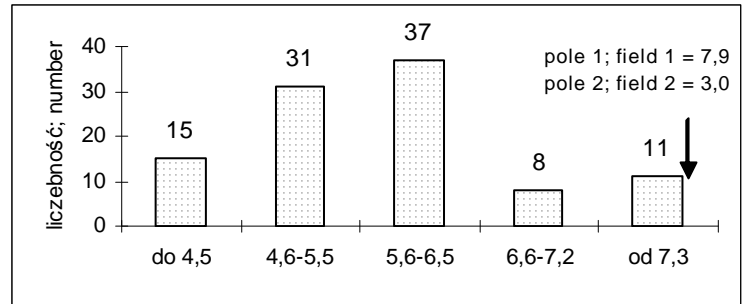
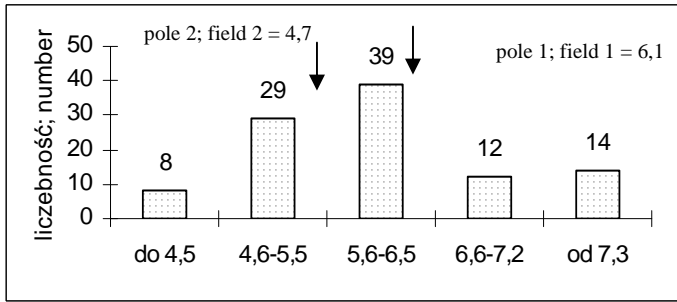
Tabela 2 na końcu art.

Rysunek 1 na końcu art.

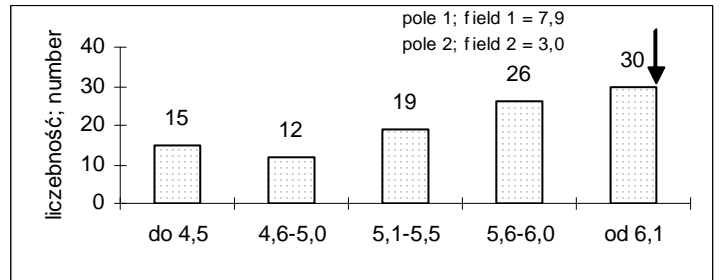
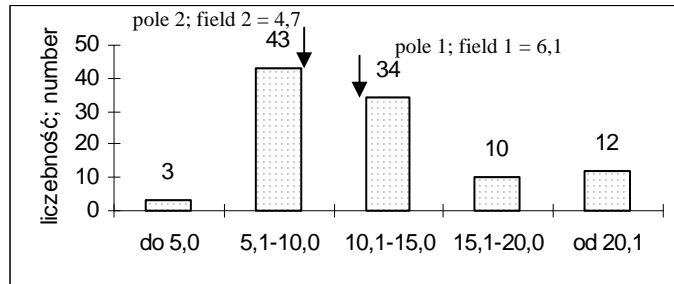
2002

odczyn gleby; soil rection

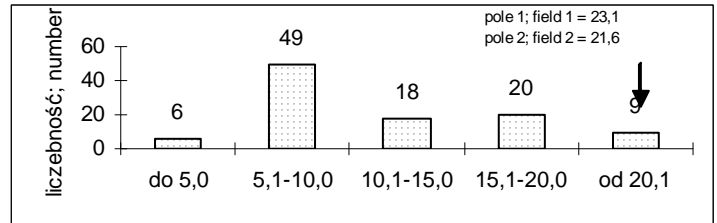
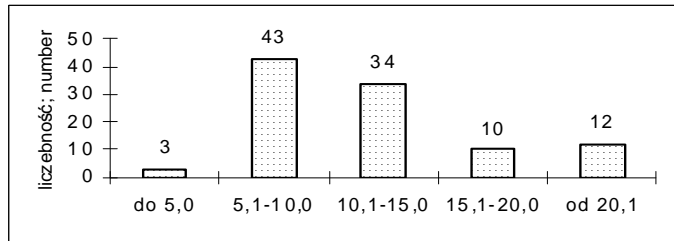
2008



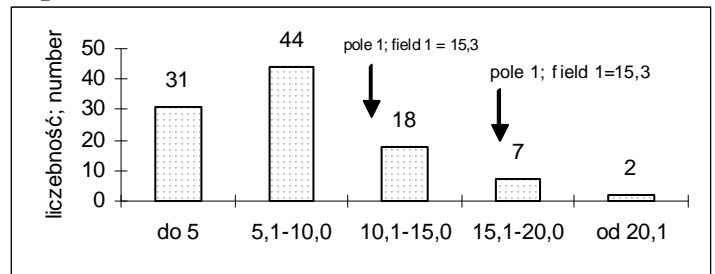
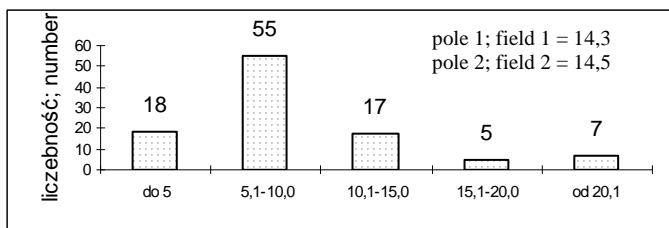
potrzeby wapnowania; liming needs



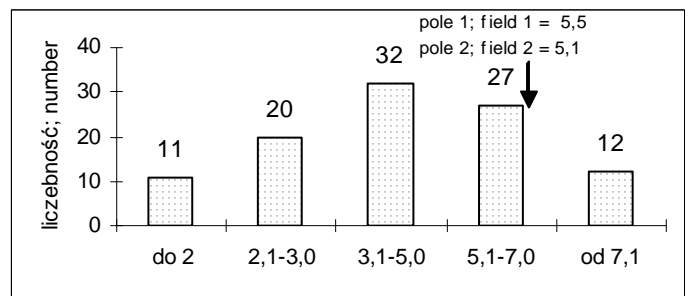
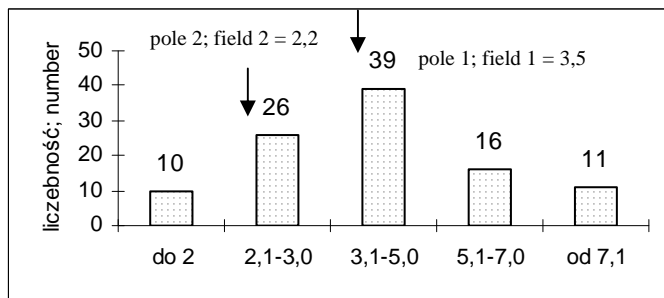
fosfor; phosphorus



potas; potassium



magnez; magnesium



Rys. 2. Odczyn gleby, potrzeby wapnowania, zawartość fosforu, potasu i magnezu w glebach analizowanych pól w latach 2002 i 2006

Fig. 2. Soil reaction liming needs content of phosphorus, potassium and magnesium in soils of the analysed fields in the years 2002 and 2006

Podsumowanie

Przedstawione wyniki wskazują jednoznacznie, że wykorzystanie osadów ściekowych w rolnictwie wpływa na wzrost zawartości składników odżywczych w glebie. Korzystnym zjawiskiem jest nie tylko wzrost zawartości fosforu i potasu, ale także wzrost odczynu gleb oraz wysycenia kationami magnezu. Zmiany te mają bowiem pozytywny wpływ na strukturę oraz własności fizyko-wodne gleb.

Stosowanie osadów ściekowych przynosi także korzyści ekologiczne oraz ekonomiczne, gdyż ogranicza straty składników nawozowych poprzez ich powtórne wykorzystanie, zaś możliwość ograniczenia stosowania nawozów mineralnych pozwoli zaoszczędzić znaczne środki finansowe.

Stosując osady ściekowe w rolnictwie trzeba jednak pamiętać, iż nierozważne ich stosowanie może stanowić zagrożenie dla środowiska naturalnego m.in. kumulację związków nawozowych w glebie, a w przypadku wystąpienia odcieku ich migrację do głębiej położonych warstw, wód podziemnych oraz powierzchniowych. Z tego względu stosowaniu osadów ściekowych w rolnictwie towarzyszyć musi monitoring warunków wodno-pokarmowych w glebie.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych w latach 2002-2006 badań dotyczących rolniczego wykorzystania osadów ściekowych na polach gospodarstwa „SOBROL” w Sobocie można sformułować następujące wnioski:

1. Osad, który był wytworzony w oczyszczalni ścieków w Bytkowie w okresie badawczym spełniał normy dotyczące zawartości metali ciężkich oraz bakteriologii, dlatego mógł zostać wykorzystany rolniczo.
2. Zastosowanie osadów ściekowych na doświadczalnych polach znacznie poprawiło zasobność gleb w analizowane składniki: fosfor, potas i magnez oraz przyczyniło się do zmiany odczynu pH z kwaśnego (pole 2) i lekko kwaśnego (pole 1) na zasadowy.
3. Rolnicze wykorzystanie jest właściwym rozwiązaniem końcowego unieszkodliwiania osadów ściekowych z wiejskich oczyszczalni ścieków, jeżeli odpowiadają one normom w zakresie zawartości metali ciężkich i bakteriologii.
4. Metoda rolniczego zagospodarowania osadów ściekowych jest tanim sposobem końcowego unieszkodliwiania odpadów z oczyszczalni i ich powrotu do środowiska. Pozwala także osiągnąć wymierne korzyści ekonomiczne rolnikom dzięki ograniczeniu wydatków na nawozy mineralne.

Literatura

GRELL J. 2003. *Program rolniczego wykorzystania osadów z oczyszczalni ścieków w Bytkowie*: 34 ss.

KALISZ L., KAŻMIERCZUK M., SALUT J. 1999. *Charakterystyka sanitarna osadów z małych oczyszczalni ścieków*, w: *Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych*. Świnoujście. IOŚ Warszawa: 79-82.

Krajowy program oczyszczania ścieków komunalnych 2003. Dyrektywa 91/271/EWG. MŚ Warszawa: 46 ss

PALUCH J., PARUCH A., PULIKOWSKI K. 2006. *Przyrodnicze wykorzystanie ścieków i osadów*. AR Wrocław: 129 ss.

ROZPORZĄDZENIE MŚ 2002. *Z dnia 1 sierpnia 2002 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych*. Dz. U. Nr 134, poz. 1140.

SIKORSKI M., BAUMAN-KASZUBSKA H. 2007. *Gospodarka osadami ściekowymi w świetle krajowych i zagranicznych regulacji prawnych*. Wiad. Melior. i Łąk. Warszawa: 180-184.

Słowa kluczowe: osad ściekowy, zasobność gleb, rolnicze wykorzystanie osadu ściekowego

Streszczenie

Celem pracy jest ocena zmian zasobności gleb w wyniku ich nawożenia osadami ściekowymi w warunkach klimatycznych i glebowych Wysoczyzny Poznańskiej.

Badania prowadzono w latach 2002-2006 w Przedsiębiorstwie Rolnym „SOBROL” w Sobocie, w gminie Rokietnica w województwie wielkopolskim na dwóch wydzielonych polach o łącznej powierzchni 17 ha, które w okresie 2003-2005 nawożono osadami ściekowymi raz w roku w ilości $5,6 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ pochodzącymi z oczyszczalni ścieków w Bytkowie, w gminie Rokietnica.

Przeprowadzone badania potwierdzają zasadność stosowania osadów ściekowych w celu poprawy zasobności gleb. Na analizowanych obiektach nastąpiła bowiem poprawa zasobności gleb.

EFFECT OF AGRICULTURALLY UTILIZED SEWAGE SLUDGE ON SOIL FERTILITY

Janusz Filipiak¹, Czesław Przybyła², Marian Jakobsze³

¹ Company of Community Service, Rokietnica

² Department of Land Improvement, Environmental Development and Geodesy,
University of Life Sciences, Poznań

³ Agricultural Holding „SOBROL” Sobota, Rokietnica

Key words: sewage sludge, soil fertility, agricultural use of sewage sludge

Summary

The objective of the presented work was the estimation of soil fertility resulting from its fertilization with sewage sludge in the climatic and soil conditions of Poznań

Upland.

Studies were carried out in the years 2002-2006 in the Agricultural Enterprise „SOBROL” in Sobota, Rokietnica commune in Poznań province. In the years of 2003-2005 two separated fields covering a total area of 17 ha, were fertilized once a year with the amount of $5.6 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ of sewage sludge originating from the sewage treatment plant in Bytkowo, Rokietnica commune.

The above studies have confirmed the usefulness of the application of sewage sludge to improve soil fertility as an increased fertility was obtained on the analysed objects.

Mgr inż. Janusz **Filipiak**
Przedsiębiorstwo Usług Komunalnych
w Rokietnicy Spółka z o.o.
62-090 ROKIETNICA

Tabela 2; Table 2

Charakterystyka uśrednionej dobowej próby osadu ściekowego powstającego w oczyszczalni ścieków w Bytkowie
 Characteristics of daily samples of sewage sludge produced in sewage treatment plant in Bytkowo

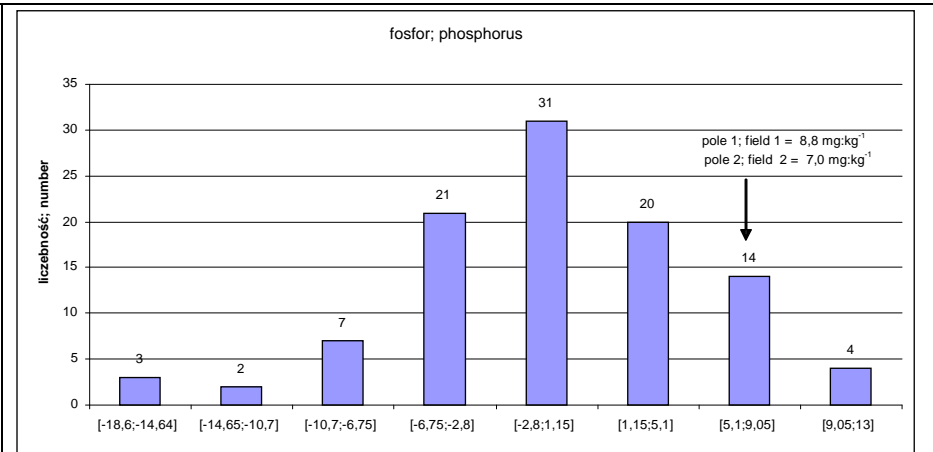
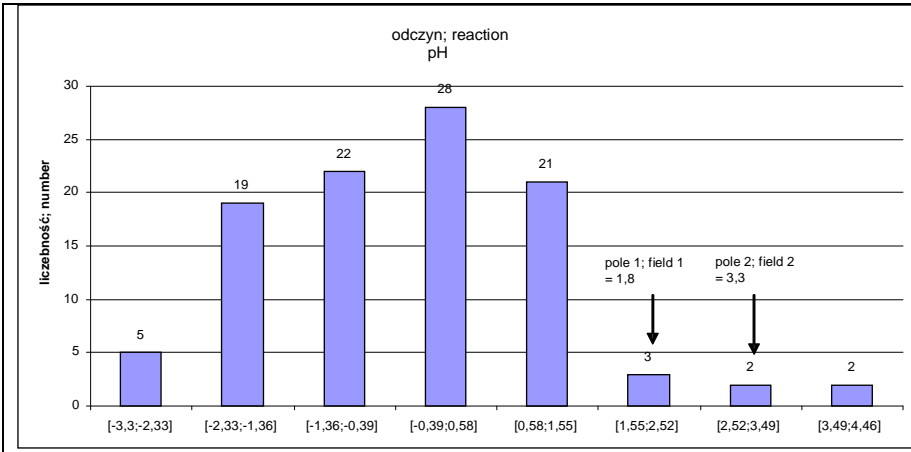
Para- metr Param- eter	Data badania osadu; Date of sludge analysis																				
	20.12. 2002	12.12. 2003	14.12. 2004	20.12. 2002	12.12. 2003	14.12. 2004	20.12. 2002	12.12. 2003	14.12. 2004	20.12. 2002	12.12. 2003	14.12. 2004	20.12. 2002	12.12. 2003	14.12- ..2004	20.12- .2002	12.12. 2003	14.12- .2004			
	pH			SM			SO			Nog			P ₂ O ₅			CaO			Mg		
1*	7,4	7,7	7,1	19,7	42,3	37,6	67,9	72,8	69,5	8,32	10,6	6,9	2,37	4,3	2,8	0,48	0,22	0,13	0,09	0,05	0,02
2*				197	423	376	134	307,9	261,3	16,39	44,8	25,9	4,67	18,2	10,5	0,94	0,93	0,49	0,18	0,21	0,08
3*	7,4	7,7	7,1	40	40	40	67,9	72,8	69,5	8,32	10,6	6,9	2,37	4,3	2,8	0,48	0,22	0,13	0,09	0,05	0,02
4*				400	400	400	272	291,2	278	33	42,4	27,6	9,5	17,2	11,2	2	0,88	0,52	0,36	0,2	0,09

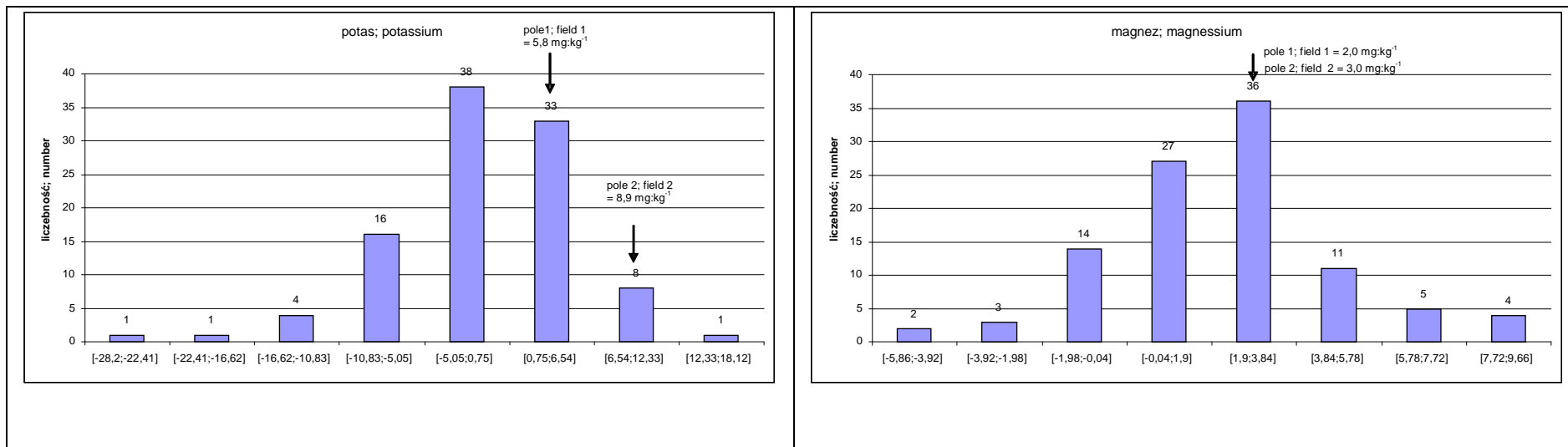
1* zawartość suchej masy (%); content of dry matter (%)

2* zawartość kg w 1 Mg osadów o zawartości s.m. 19,7%; content (in kg) in 1 Mg of sludge containing 19.7% dry matter

3* zawartość przeliczeniowa % suchej masy; converted dry master content (%)

4* zawartość kg w 1 Mg osadów o zawartości s.m. 40%; content (in kg) in 1 Mg of sludge untaining 40% dry matter





Rys. 1. Histogramy z szeregów rozdzielczych przedziałowych zmian odczynu gleby oraz zawartości fosforu, potasu i magnezu na glebach lekkich gospodarstwa rolnego w Sobocie w okresie lat 2002-2006

Fig. 1. Histogram of changes in soli reaction and the contents of phosphorus, potassium and magnesium in the light soils of an agricultural farm in Sobota in the years 2002-2006