

ZANIECZYSZCZENIA WODY GRUNTOWEJ W BEZPOŚREDNIM SĄSIEDZTWIE OBIEKTÓW HODOWLANYCH ZAKŁADU DOŚWIADCZALNEGO W FALENTACH

Ludmiła ROSSA

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Sanitacji Wsi

Słowa kluczowe: zagroda wiejska, jakość wód, obornik, gnojowica

Streszczenie

Na potrzeby rozpoznania oddziaływania obiektów hodowlanych Zakładu Doświadczalnego IMUZ w Falentach na środowisko gruntowo-wodne zainstalowano studzienki kontrolne i pobierano próbki wody gruntowej. Oznaczano biochemiczne zapotrzebowanie na tlen oraz stężenie związków organicznych, azotowych, fosforowych i potasu w próbach wody pobranych w różnych odległościach od obiektów. Stwierdzono, że wpływ budynków inwentarskich zanika w odległości kilku metrów. Oddziaływanie składowiska obornika było zauważalne w odległości ponad trzydziestu pięciu metrów w kierunku spływu wody podziemnej, a zanikało w odległości 10 m w kierunku przeciwnym. Stwierdzono, że głównym powodem skażenia środowiska jest brak technicznych urządzeń gospodarki gnojowicowo-obornikowej lub zła ich eksploatacja.

WSTĘP

Gromadzenie i utylizacja odchodów zwierzęcych od wielu lat są przedmiotem badań i dyskusji, szczególnie w aspekcie gospodarki higieniczno-sanitarnej i ekologicznej. Gnojówka i obornik mogą być stosowane jako wartościowe nawozy naturalne. Jednocześnie z powodu nagromadzenia składników biogenych i drobnoustrojów mogą stać się niebezpiecznym źródłem zanieczyszczenia gleby i wody

gruntowej, jeśli nie będą przestrzegane zasady prawidłowego gospodarowania nimi [KUTERA, 1994].

Wpływ wspomnianych procesów na degradację środowiska wodnego przejawia się pogorszeniem jakości wody w studniach na terenie całego kraju, gdzie wg badań IMUZ, w wybranych regionach kraju 67% studni zawiera wodę niezdatną do picia i użytku gospodarczego [SAPEK, 1996].

Racjonalna gospodarka odchodami zwierzęcymi w gospodarstwach rolnych w Polsce należy do rzadkości, zaś liczba gospodarstw, w których wprowadzono rozwiązania gwarantujące właściwą gospodarkę odchodami stałymi i płynnymi, wciąż jest zbyt mała [SIKORSKI, 1997].

Celem pracy jest ustalenie ilościowych parametrów strefy rozprzestrzeniania się w wodzie gruntowej. zanieczyszczeń biogenych z obiektów hodowlanych. Znajomość tych odległości może być pomocna w planowaniu lokalizacji budynków gospodarczych i mieszkalnych oraz stref ochronnych ujęć wody w zagrodzie wiejskiej.

OBIEKT I METODY BADAŃ

Do badań wybrano trzy obiekty gospodarki hodowlanej: oborę, cielętnik i składowisko obornika. Konfiguracja terenu badań jest płaska, występują niewielkie spadki w kierunku północnym doliny Raszynki i wschodnim doliny Stawów Raszyńskich. Spływ wody powierzchniowej i gruntowej następuje zgodnie z ukształtowaniem powierzchni. Woda gruntowa występuje na głębokości około 3 m przy oborze i około 2 m przy cielętniku. Budynki inwentarskie są usytuowane na czarnych ziemiach zdegradowanych o składzie granulometrycznym gliny średniej pyłastej. Składowisko obornika znajduje się poza terenem zabudowanym gospodarstwa, w pobliżu nawożonych łąk i gruntów orných. Zlokalizowano je na nisko położonych terenach Zakładu Doświadczalnego, na glebach mułowo-torfowych. Woda gruntowa występuje na głębokości około 1,5 m. Spływ wody powierzchniowej i gruntowej do stawu przyjmuje kierunek północno-zachodni [BARSZCZEWSKI, SAPEK, 1999; GRZYB, CHURSKA, MALCZYK, 1966].

Obora i cielętnik są użytkowane od dwudziestu trzech lat. Teren przy oborze jest częściowo utwardzony, a przy cielętniku zbudowano częściowo obramowany wybieg. W okresie badań w budynkach przebywało 100 krów, 60 jałówek i 60 kóz. Rocznie powstawało ok. 1500 t obornika oraz 800 m³ gnojówki. Obornik z obory usuwano i wywożono codziennie, a z cielętnika co dwa tygodnie. Gnojówkę gromadzono w dwóch krytych zbiornikach o konstrukcji żelbetowej, zapewniających ponad trzymiesięczny okres magazynowania, a następnie wywożono ją na pola. Badane składowisko obornika założono w 1987 r. Według szacunkowych obliczeń gromadzi się tam ok. 150÷300 t obornika rocznie w sposób nieuporządkowany, bezpośrednio na glebie.

Wykonano sieć odwiertów, w których zainstalowano studzienki pomiarowe, zlokalizowane następująco: dwie przy oborze (jedna przy zbiorniku na gnojówkę, druga w odległości 6 m od obory), trzy studzienki przy cielętniku (w odległości 3, 7 i 15 m) oraz pięć studzienek wokół składowiska obornika (jedna w środku, dwie w kierunku zachodnim oraz dwie w kierunku południowym) – rysunek 1. i 2.

W latach 1995–1997 pobierano próby wody gruntowej raz w miesiącu wiosną i jesienią, a w pozostałych okresach raz na kwartał. Próby pobierano poniżej zwierciadła wody za pomocą sondy połączonej z pompą zasysającą, a następnie poddawano analizie chemicznej w laboratorium Zakładu Sanitacji Wsi. Oznaczano: BZT₅, azot amonowy, azot azotanowy i fosforany, zgodnie z metodyką podawaną w Polskich Normach: PN-84 C-04578/05, PN-73 C-04576, PN-82 C-04576/08 i PN-89 C-04537/02. Do oceny jakości badanych wód stosowano „Klasyfikację jakości zwykłych wód podziemnych” zaproponowaną przez PIOŚ [Wyniki ..., 1994].

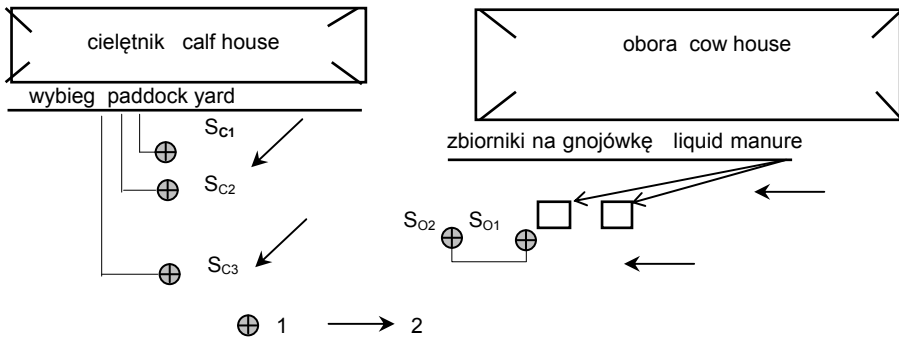
Przeprowadzono podstawową analizę statystyczną zebranych wyników badań wody gruntowej, obliczono średnie arytmetyczne (\bar{x}) oraz błąd średniej arytmetycznej. Jako miarę rozrzutu dla każdej zmiennej w badanej próbie obliczono odchylenie standardowe SD oraz współczynnik zmienności jako stosunek SD/\bar{x} . Do oceny zmienności badanych parametrów w zależności od oddalenia od źródła powstawania zanieczyszczeń zastosowano analizę zmienności z testem Fischera-Snedecora. Postawioną hipotezę zerową o braku różnic między średnimi odrzucono dla istotności $\alpha = 0,01$ w przypadku wody gruntowej przy oborze i cielętniku i dla istotności $\alpha = 0,05$ w przypadku wody gruntowej wokół składowiska obornika.

ANALIZA I Dyskusja Wyników Badań

Oddziaływanie badanych obiektów na środowisko różniło się znacznie ze względu na rodzaj źródła zanieczyszczenia, sposób magazynowania odchodów zwierzęcych, rodzaj gleb, na których znajdował się obiekt i poziom wody gruntowej.

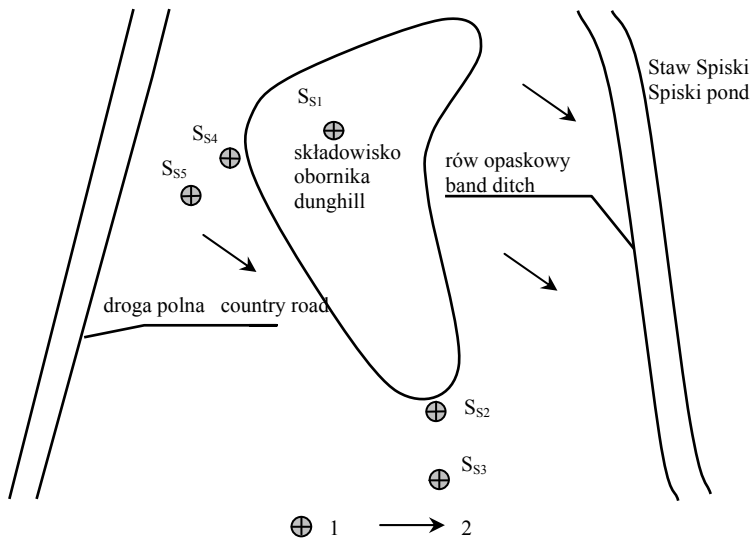
Średnie wartości stężeń badanych zanieczyszczeń wody gruntowej oraz miary ich rozrzutu przedstawiono w tabelach 1–3.

W pobliżu obory wszystkie badane wskaźniki przyjmowały najwyższe wartości w wodzie ze studzienki przy zbiorniku na gnojówkę (maksymalnie: BZT₅ – 52,9 g O₂·m⁻³, N-NH₄ – 37,9 g·m⁻³ i P-PO₄ – 18,8 g·m⁻³). W próbach wody pobranej ze studzienki odległej o 6 m od obory w kierunku spływu wody podziemnej wszystkie wskaźniki przyjmowały wartości dopuszczalne dla wód podziemnych trzeciej klasy czystości. Powodem zanieczyszczenia wody gruntowej w bezpośrednim sąsiedztwie zbiorników na gnojówkę była prawdopodobnie ich niewłaściwa eksploatacja, tj. rzadkie opróżnianie, co prowadzi do przelania i spływu gnojówki po ścianach zbiornika.



Rys. 1. Schemat rozmieszczenia studzienek pomiarowych przy oborze i cielętniku; 1 – studzienka pomiarowa, 2 – nachylenie terenu, S_{O1} – studzienka przy oborze, S_{O2} – studzienka 6 m od obory, S_{C1} – studzienka 3 m od cielętnika, S_{C2} – studzienka 7 m od cielętnika, S_{C3} – studzienka 15 m od cielętnika

Fig. 1. The scheme of sampling sites near the cow house and the calf house: 1 – well, 2 – slope of area, S_{O1} – well near the cow house, S_{O2} – well 6 m from the cow house, S_{C1} – well 3 m from the calf house, S_{C2} – 7 m from calf house, S_{C3} – 15 m from the calf house



Rys. 2. Schemat rozmieszczenia studzienek pomiarowych przy składowisku obornika: 1 – studzienka pomiarowa, 2 – nachylenie terenu; S_{S1} – studzienka w środku składowiska, S_{S2} – studzienka na granicy składowiska w kierunku południowym (30 m od środka), S_{S3} – studzienka 5 m od granicy składowiska w kierunku południowym (35 m od środka), S_{S4} – studzienka 5 m od środka składowiska w kierunku zachodnim, S_{S5} – studzienka 10 m od środka składowiska w kierunku zachodnim

Fig. 2. The scheme of sampling sites near the dunghill: 1 – well, 2 – slope of area; S_{S1} – well in the middle of the dunghill, S_{S2} – at the border of the dunghill (30 m southward from the middle), S_{S3} – 5 m from the dunghill border (35 m southward from the middle), S_{S4} – 5 m westward from the middle of the dunghill, S_{S5} – 10 m westward from the middle of the dunghill

Tabela 1. Wartość stężenia badanych zanieczyszczeń w wodzie gruntowej w zależności od odległości od obory w latach 1995–1997**Table 1.** Concentration of analysed pollutants in ground water in relation to the distance from the cow house (years 1995–1997)

Wskaźnik Pollutant	Wartość średnia Mean value		Odchylenie standardowe Standard deviation		Współczynnik zmienności Variability coefficient		Wartość dopuszczalna ¹⁾ Permitted standard ¹⁾
	S _{O1}	S _{O2}	S _{O1}	S _{O2}	S _{O1}	S _{O2}	
BZT ₅ BOD ₅	25,76	5,40	22,84	3,75	0,89	0,69	–
N-NH ₄	20,55	1,95	13,83	1,09	0,67	0,56	1,5
N-NO ₃	0,86	7,13	–	–	–	–	50,0
P-PO ₄	4,27	1,56	–	1,35	–	0,87	5,0
K	42,50	35,00	3,54	–	0,08	–	20,0

Objaśnienia: S_{O1} – studzienka przy oborze, S_{O2} – studzienka w odległości 6 m od obory.

¹⁾ Dla wód gruntowych III klasy czystości.

Explanations: S_{O1} – well near the cow house, S_{O2} – well 6 m from the cow house.

¹⁾ For ground waters of the III class quality.

Tabela 2. Stężenie badanych zanieczyszczeń w wodzie gruntowej w zależności od odległości od cielętnika w latach 1995–1997**Table 2.** Concentration of analysed pollutants in ground water in relation to the distance from the calf house (year 1995–1997)

Wskaźnik Pollutant	Wartość średnia Mean value			Odchylenie standardowe Standard deviation			Współczynnik zmienności Variability coefficient		
	S _{C1}	S _{C2}	S _{C3}	S _{C1}	S _{C2}	S _{C3}	S _{C1}	S _{C2}	S _{C3}
BZT ₅ BOD ₅	29,21	9,72	7,37	27,02	9,21	–	0,92	0,95	–
N-NH ₄	6,96	2,63	0,59	3,94	2,19	–	0,57	0,83	–
N-NO ₃	4,98	0,48	0,81	–	–	–	–	–	–
P-PO ₄	6,50	1,07	0,57	3,41	–	0,52	0,52	–	0,92
K	96,75	81,0	18,75	27,02	12,0	–	0,29	0,22	–

Objaśnienia: S_{C1}, S_{C2}, S_{C3} – studzienki odpowiednio w odległości 3, 7 i 15 m od cielętnika.

Explanations: S_{C1}, S_{C2}, S_{C3} – wells situated 3, 7 and 15 m from the calf house, respectively.

W wodzie gruntowej przy cielętniku stężenie badanych substancji było największe w odległości 3 m od tego obiektu. Maksymalne wartości wynosiły: BZT₅ – 72,4 g O₂·m⁻³, N-NH₄ – 9,0 g·m⁻³, P-PO₄ – 10,7 g·m⁻³ i K – 134 g·m⁻³. Już w odległości 7 m od cielętnika większość badanych parametrów wody gruntowej przyjmowała wartości dopuszczalne dla trzeciej klasy czystości wód podziemnych. Jedynie stężenie azotu amonowego i potasu zmniejszało się do wymaganego poziomu dopiero w odległości 15 m. Przyczyną przenikania związków azotu, fosforu i potasu do wody gruntowej mógł być częściowy brak obramowania wybiegu dla cieląt.

Tabela 3. Średnie wartości stężenia badanych zanieczyszczeń w wodzie gruntowej w zależności od odległości od składowiska obornika w latach 1995–1997

Table 3. Mean concentrations of analysed pollutants in ground water in relation to the distance from the dunghill (years 1995–1997)

Wskaźnik Pollutant	Wartość średnia Mean value					Odchylenie standardowe Standard coefficient					Współczynnik zmienności Variability coefficient				
	S _{S1}	S _{S2}	S _{S3}	S _{S4}	S _{S5}	S _{S1}	S _{S2}	S _{S3}	S _{S4}	S _{S5}	S _{S1}	S _{S2}	S _{S3}	S _{S4}	S _{S5}
BZT ₅ BOD ₅	9,40	21,93	16,62	15,00	4,27	7,81	-	-	-	-	0,83	-	-	-	-
N-NH ₄	8,55	1,57	5,47	0,27	0,48	7,04	-	-	0,18	-	0,82	-	-	0,66	-
N-NO ₃	24,52	0,99	0,40	0,36	0,17	18,14	-	0,32	0,18	0,08	0,74	-	0,79	0,48	0,46
P-PO ₄	2,69	5,53	4,70	1,95	0,03	1,84	0,50	3,31	-	0,03	0,68	0,09	0,70	-	0,87
K	57,33	53,67	81,00	25,33	17,33	18,15	23,59	43,84	5,03	4,62	0,32	0,44	0,54	0,20	0,27

Objaśnienia: S_{S1} – studzienka w środku składowiska, S_{S2} – na granicy składowiska (30 m od środka) w kierunku południowym, S_{S3} – 5 m od granicy składowiska (35 m od środka) w kierunku południowym, S_{S4} – 5 m od środka składowiska, S_{S5} – 10 m od środka składowiska.

Explanations: S_{S1} – well in the middle of the dunghill, S_{S2} – well at the border of the dunghill (30 m southward from the middle), S_{S3} – 5 m from the border (35 southward from the middle), S_{S4}, S_{S5} – 5 and 10 m from the middle of the dunghill, respectively.

W wodzie gruntowej wokół składowiska obornika największe stężenie związków azotowych ($23,0 \text{ g N-NH}_4 \cdot \text{m}^{-3}$ i $39,6 \text{ g N-NO}_3 \cdot \text{m}^{-3}$) oznaczono w próbach pobranych ze studzienki zlokalizowanej w jego środkowej części. W odległości 5 m od granicy składowiska w kierunku południowym (zgodnym z kierunkiem spływu wody podziemnej) stężenie tych związków w wodzie gruntowej utrzymywało się nadal na wysokim poziomie, a w odległości 5 m od granicy składowiska w kierunku zachodnim przyjmowały wartości dopuszczalne dla wód podziemnych trzeciej klasy czystości. Średnie stężenie fosforanów w próbach wody gruntowej ze wszystkich studzienek wokół składowiska obornika było małe, jedynie maksymalne wartości w próbach pobranych z odwiertów w odległości 5 i 10 m od granicy składowiska w kierunku południowym przekraczały wartości dopuszczalne dla trzeciej klasy czystości wód podziemnych. Stężenie potasu w wodzie gruntowej pobieranej ze wszystkich odwiertów badawczych przekraczało wartości dopuszczalne dla trzeciej klasy czystości wód podziemnych, wartość maksymalną ($112 \text{ g K} \cdot \text{m}^{-3}$) oznaczono w wodzie z odwiertu położonego 5 m od granicy składowiska w kierunku południowym. Również najwyższą wartość BZT₅ – $56,4 \text{ g O}_2 \cdot \text{m}^{-3}$ – oznaczono w próbce pobranej ze studzienki w odległości 5 m od granicy składowiska w kierunku południowym. Wartość tego wskaźnika w wodzie gruntowej zwiększała się także w kierunku zachodnim i dopiero w odległości 10 m malała w obu kierunkach, nie osiągając jednak poziomu trzeciej klasy czystości. Przypuszczalnie część zanieczyszczeń organicznych spływała po zakolmatowanej powierzchni przyzmu obornika.

Ze względu na ograniczenie terenu przez drogę i staw nie udało się określić parametrów strefy rozchodzenia się zanieczyszczeń w wodzie gruntowej wokół składowiska obornika. Można jednak stwierdzić, że strefa ta rozszerzała się w kierunku południowym, zgodnie z kierunkiem spływu wody podziemnej.

Obornik zawiera mniej amoniaku i substancji organicznych niż gnojówka [KUTERA, 1994], mimo to strefa rozchodzenia się zanieczyszczeń ze składowiska obornika była większa niż w pobliżu obory i cielętnika, ale w obrębie tej strefy wskaźniki zanieczyszczeń przyjmowały mniejsze wartości. Przenikanie zanieczyszczeń było ułatwione, ponieważ obornik gromadzono bezładnie na nieuszczelnionym terenie, gdzie płytko zalega woda gruntowa. Odprowadzanie i przechowywanie odchodów zwierzęcych w obrębie zabudowań gospodarczych jest w dużym stopniu zorganizowane i utwardzona jest powierzchnia, dlatego strefa rozchodzenia się zanieczyszczeń ma mniejszy zasięg.

W latach 1998–1999 kontynuowano rozpoznanie zanieczyszczenia wód gruntowych na terenie Zakładu Doświadczalnego IMUZ, próby wody pobierano przy cielętniku, przy drodze dopędowej dla bydła oraz w miejscach składowania obornika [BARSZCZEWSKI, SAPEK, 1999; BARSZCZEWSKI, SAPEK, PIETRZAK, 2001]. Obserwowano nieco niższe wartości stężenia zanieczyszczeń w stosunku do podanych w tabelach 1–3 (np. przy cielętniku stwierdzono $5,35 \text{ g N-NH}_4 \cdot \text{m}^{-3}$, wcześniej

6,96 g N-NH₄·m⁻³ ze studzienki S_{C1}), nadal jednak przekraczały one wartości dopuszczalne dla wód podziemnych trzeciej klasy czystości.

Stężenie azotu azotanowego i amonowego (mimo zastosowania różnych metod analitycznych) w wodzie gruntowej pobranej ze studzienki spod przyzmy obornika w Falentach ma ten sam rząd wartości jak odnotowane przy składowiskach w województwach ostrołęckim – 22,8 g N-NO₃·m⁻³ i 4,87 g N-NH₄·m⁻³ oraz elbląskim – 1,1–270 g N-NO₃·m⁻³ i 0,1–63,0 g N-NH₄·m⁻³ [SAPEK, SAPEK, PIETRZAK, 1998].

Wyniki badań składu chemicznego wody gruntowej przy obiektach hodowlanych Zakładu Doświadczalnego IMUZ potwierdzają tezę, że głównym powodem jej zanieczyszczenia na terenach wiejskich jest niewłaściwe zagospodarowanie odpadów hodowlanych, a nawet najprostsze rozwiązania techniczne gospodarki gnojówkowo-obornikowej, np. utwardzone i obramowane wybiegi, w znacznym stopniu ograniczają przenikanie niepożądanych zanieczyszczeń do gruntu i wody podziemnej.

WNIOSKI

1. Wpływ obory na skład chemiczny wody gruntowej zanikał w odległości 6 m, a cielętnika w odległości 15 m. Duże stężenie związków azotu, fosforu i potasu w wodzie gruntowej obserwowano jeszcze w odległości 30 m od środka składowiska obornika. Ze względu na położenie składowiska nie udało się ustalić całkowitej strefy jego oddziaływania, przy czym zauważono, że strefa ta rozszerzała się w kierunku południowym, zgodnie z kierunkiem spływu wody podziemnej.

2. Przyczyną zanieczyszczenia środowiska wodnego związkami biogennymi było złe usytuowanie i zabezpieczenie składowiska obornika, brak części obramowania wybiegu przy cielętniku oraz niewłaściwa eksploatacja zbiorników do przechowywania gnojówki.

3. Konstrukcja studzienek pomiarowych uniemożliwiła rozpoznanie pionowej zmienności stężenia badanych związków w przekroju warstwy wodonośnej. Płytkie posadowienie studzienek powodowało rejestrację stężenia zanieczyszczeń okresowo przenikających w głąb warstwy wodonośnej.

LITERATURA

- BARSZCZEWSKI J., SAPEK A., 1999. Identyfikacja zanieczyszczeń składnikami nawozowymi na drodze dopędowej bydła mlecznego. W: Genesis, geography and ecology of soil. Collection of scientific works. Intern. Conf., Lviv, September 16-18 1999 s. 240–244.
- BARSZCZEWSKI J., SAPEK B., PIETRZAK S., 2001. Wpływ działalności rolniczej w dużym gospodarstwie mlecznym na jakość środowiska. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 476 s. 39–48.
- FIC M., 1999. Pionowa zmienność chemizmu wód pierwszej warstwy wodonośnej a forma i intensywność użytkowania powierzchni terenu. Współczesne Problemy Hydrogeologii t. 9 s. 49–56.

- GRZYB S., CHURSKA CZ., MALCZYK B., 1966. Charakterystyka przyrodniczo-rolnicza Rolniczego Zakładu Badawczego w Falentach. Falenty: IMUZ maszyn. ss. 91.
- KUTERA J., 1994. Gospodarka gnojowicą. Wrocław: AR ss. 370.
- SAPEK A., 1996. Udział rolnictwa w zanieczyszczeniu wody składnikami nawozowymi. Zesz. Edukac. 1/96. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 9–34.
- SAPEK A., SAPEK B., PIETRZAK S., 1998. Zagęszczenie produkcji rolnej w zagrodzie jako źródło zanieczyszczenia wody. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 459 s. 103–124.
- SIKORSKI M., 1997. Sanitacja zagrody wiejskiej. Zesz. Edukacyjne 3/97. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 51–82.
- Wyniki monitoringu jakości zwykłych wód podziemnych w latach 1991–1993, 1994. Bibl. Monitoringu Środ. s. 12–13.

Ludmila ROSSA

GROUND WATER POLLUTION IN THE CLOSE VICINITY OF BREEDING OBJECTS OF THE EXPERIMENTAL FARM IN FALENTY

Key words: farmstead, water quality, manure, liquid manure

S u m m a r y

Control wells were installed and ground water samples were taken to analyse the effect of breeding objects of the Experimental Farm at the Institute of Land Reclamation and Grassland Farming in Falenty. BOD, organic matter, nitrogen, phosphorus and potassium were analysed in ground water samples taken at various distances from the objects. The effect of livestock buildings was observed to decline at a distance of several meters. The effect of manure heap was recordable at a distance of over 35 m down the ground water flow but faded at 10 m in the opposite direction. Lacking or improper exploitation of technical devises for handling manure and liquid manure was found to be the main reason of environmental pollution.

Recenzenci:

prof. dr hab. Aleksandra Macioszczyk

prof. dr hab. Henryk Pawłat

Praca wpłynęła do Redakcji 1.10.2002 r.