

JAKOŚĆ GLEBY I WODY GRUNTOWEJ Z ZAGRODY JAKO WSKAŹNIK PUNKTOWYCH ŹRÓDEŁ ROLNICZYCH ZANIECZYSZCZEŃ NA OBSZARACH WIEJSKICH

Barbara SAPEK

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Chemii Gleby i Wody

Słowa kluczowe: jakość gleby i wody, monitoring, punktowe źródło rolniczych zanieczyszczeń, rodzaje zanieczyszczeń, zagroda wiejska

Streszczenie

Przedstawiono i przedyskutowano potencjalny udział zagrody wiejskiej i jej otoczenia jako punkowego źródła emisji rolniczych zanieczyszczeń na obszarach wiejskich. Podano rodzaje zanieczyszczeń, ich potencjalne źródła oraz miejsca występowania (tzw. „gorące miejsca”) w zagrodzie i jej otoczeniu. Na przykładzie zagród z gospodarstw demonstracyjnych oceniono stan zanieczyszczenia gleby, wody gruntowej spod zagrody i wody z pobliskich małych cieków składnikami nawozowymi (N, P, K) oraz rozpuszczalnym węglem organicznym. Wykazano, że jakość gleby i wody gruntowej z terenu zagrody jest wskaźnikiem oddziaływania tego punkowego źródła rolniczych zanieczyszczeń związanych przede wszystkim z produkcją zwierzęcą, której wpływ na zanieczyszczenia obszarowe, w przeciwieństwie do produkcji roślinnej, postrzega się w mniejszym stopniu. Pilna potrzeba monitoringu zanieczyszczeń gleby i wody gruntowej z zagrody i jej otoczenia oraz wody z pobliskich, małych cieków wynika z przeciwdziałania wpływowi takich zanieczyszczeń na środowisko i konieczności jego ograniczenia. Postulowany monitoring umożliwi przewidywanie zagrożeń, jakie stanowi to punktowe źródło zanieczyszczeń rolniczych na obszarach wiejskich, zwłaszcza mając na uwadze efekty proekologicznych działań i inwestycji z jednej strony, a wpływ intensyfikacji produkcji zwierzęcej z drugiej.

Adres do korespondencji: prof. dr hab. B. Sapek, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Zakład Chemii Gleby i Wody, Falenty, al. Hrabstwa 3, 05-090 Raszyn; tel. +48 (22) 720-05-31, w. 220, e-mail: b.sapek@imuz.edu.pl

WSTĘP

Całkowity strumień substancji pochodzących z działalności gospodarczej i bytowej poszczególnych gospodarstw rolnych, mogących ujemnie wpływać na jakość środowiska obszarów wiejskich, składa się na zanieczyszczenia obszarowe ze źródeł rolniczych. Zagroda wiejska i jej otoczenie są integralną częścią gospodarstwa. Między zagrodą a resztą gospodarstwa odbywa się ciągły przepływ materii związany z produkcją rolniczą, zwłaszcza zwierzęcą. Dlatego też na całość zanieczyszczeń obszarowych pochodzących z pól uprawnych, łąk, pastwisk, nieużytków oraz obszarów leśnych znacząco wpływa suma ładunku rolniczych zanieczyszczeń punktowych z zagród znajdujących się na terenie obszarów wiejskich [MAGETTE, 2001; SAPEK A., 2002, SAPEK B., 2002; SAPEK B., SAPEK A., 2003]. CHADWICK i CHEN [2002], a także FOY i O'CONNOR [2002], poza zanieczyszczeniami obszarowymi, wyróżniają punktowe źródła transferu azotu, fosforu i potasu oraz materii organicznej z nawozów naturalnych do systemów wodnych. Jak wskazują ci autorzy, źródła punktowe tracą na znaczeniu wtedy, gdy rolnicy budują nowe, bezpieczne dla środowiska zbiorniki na nawozy naturalne.

Pojęcie zagrody wiejskiej odnosi się do tradycyjnego gospodarstwa rodzinnego, w którym obok budynków gospodarczych znajduje się domostwo rolnika i jego rodziny. Podobnym miejscem jest podwórze gospodarstwa lub dawniej majątku ziemskiego. Takie „podwórze” jest terenem – częścią gospodarstwa, odpowiadającą dzisiejszym wielkim gospodarstwom przemysłowym (ang. „farmyard”), w których obok miejsc składowania nawozów naturalnych i silosów na kiszonkę znajdują się również laguny gnojowicy, a także miejsca stałego przebywania zwierząt na wydzielonym w tym celu terenie (ang. „feedlots”) [CHADWICK, CHEN, 2002; RITTER, 2001]. Dotychczas w naszych warunkach przeważają gospodarstwa rodzinne i zagrody wiejskie. Istnieje więc potrzeba znajomości i oceny rozmiaru potencjalnego wkładu tej części działalności rolniczej w zanieczyszczenia obszarowe.

Celem opracowania jest przedstawienie, w świetle literatury oraz na przykładzie wyników własnych badań, potencjalnego udziału zagrody wiejskiej w zanieczyszczeniach obszarowych. Oceniono jakość gleby i wody z terenu zagrody i jej otoczenia jako wskaźnika oddziaływania rolniczych, punktowych źródeł emisji różnego rodzaju zanieczyszczeń.

RODZAJE I ŹRÓDŁA POTENCJALNYCH ZANIECZYSZCZEŃ ORAZ „GORĄCE MIEJSCA” W ZAGRODZIE I JEJ OTOCZENIU

Mimo bogatego w ostatnich latach piśmiennictwa, w tym artykułów popularnych i edukacyjnych, na temat zanieczyszczenia środowiska przez rolnictwo i działań związanych z ograniczeniem jego ujemnego wpływu, zagadnienie to nie jest dostatecznie znane i właściwie postrzegane [SAPEK B., SAPEK A., 2004b; SZOT,

2002]. Dlatego, omawiając wpływ jednego z elementów rolniczych zanieczyszczeń – zagrody wiejskiej – przedstawiono rodzaje, źródła i miejsca potencjalnego ryzyka zanieczyszczenia gleby, wody i atmosfery.

Wśród zanieczyszczeń, występujących na terenie zagrody i jej otoczenia, należy wyróżnić następujące ich rodzaje:

- składniki nawozowe, zwłaszcza N, P i K, które stwarzają największe ryzyko zanieczyszczenia gleby i wody gruntowej, a także atmosfery w wyniku emisji gazowych;
- metale ciężkie – różne w zależności od rodzaju produkcji w gospodarstwie oraz wszystkich działań gospodarskich wykonywanych na terenie zagrody i jej bliskiego otoczenia;
- środki ochrony roślin, bowiem w obrębie zagrody przygotowuje się preparaty do ochrony roślin stosowane na uprawy, a także często myje się urządzenia do oprysków;
- związki organiczne – wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), będące głównie pozostałościami różnego rodzaju środków pędnych do silników spalinowych, tj. benzyn i olej, oraz smarów do narzędzi i maszyn używanych w gospodarstwie i produkcji rolniczej;
- pozostałości takich preparatów, jak środki farmakologiczne – leki dla ludzi i zwierząt, środki higieny osobistej, a także weterynaryjne oraz różne inne odpady stałe.

Potencjalne źródła zanieczyszczenia, zwłaszcza składnikami nawozowymi, tj. azotem, fosforem i potasem, oraz materią organiczną, a także metalami ciężkimi gleby i wody gruntowej w zagrodzie wiejskiej można uszeregować w niżej podanej kolejności.

1. Odchody zwierzęce i nawozy naturalne – największe i najbardziej wydajne źródło, także jedno z ogniw obiegu metali ciężkich w środowisku. O ich znaczeniu decyduje, poza infrastrukturą, również intensywność produkcji zwierzęcej w gospodarstwie [CHADWICK, CHEN, 2002; DE VRIES i in., 2002].

2. Nawozy mineralne, mimo że są „koncentratami” składników nawozowych, a także mikroskładników, w tym metali ciężkich, nie są tak znaczącym źródłem zanieczyszczenia terenu zagrody, jak nawozy naturalne. Ich magazynowanie i transport na pola stanowi mniejsze ryzyko rozproszenia masy nawozu w zagrodzie i jej otoczeniu, co wynika z tradycyjnie innego traktowania tej postaci nawozu niż nawozu naturalnego, a także z obecnej ich ceny.

3. Mineralne koncentraty paszowe, stosowane w żywieniu zwierząt, poza paszą pochodzenia roślinnego, tzw. premiksy, są źródłem mikroskładników – metali ciężkich, takich jak miedź i cynk – w nawozach naturalnych. Ich nadmiar, nieprzyswojony przez organizm zwierzęcia wzbogaca odchody i dlatego te metale znajdują się w nawozach naturalnych [KLOCEK, OSEK, 2001; DE VRIES i in., 2002].

4. Środki ochrony roślin, których magazynowanie, rozpuszczanie i przygotowanie (w formie cieczy) do oprysku, a także mycie opryskiwaczy są potencjalnym

źródłem zanieczyszczenia gleby, wody gruntowej, pobliskiego cieką czy małego zbiornika wodnego, zwłaszcza podczas mycia urządzeń do oprysków [DORUCHOWSKI, HOŁOWNICKI, 2003; GEVAO, JONES, 2002].

5. Środki czystości, używane do higieny osobistej mieszkańców zagrody, środki piorące i inne, stosowane do mycia naczyń, wnętrza i obejścia domostwa, a także środki higieny weterynaryjnej, zwłaszcza stosowane podczas udoju oraz mycia różnego rodzaju pojemników i zbiorników, są znaczącym źródłem zanieczyszczenia terenu zagrody i wody gruntowej, głównie, sodem, fosforem oraz detergentami [SAPEK A., SAPEK B., 2005].

6. Maszyny i urządzenia, silniki spalinowe – wszystkie działania związane z ich obsługą, wymagające stosowania olei silnikowych i różnego rodzaju benzyn, stwarzają ryzyko zanieczyszczenia gleby i wody tymi substancjami. Jest ono znaczące, gdyż te substancje nie ulegają biologicznej degradacji w środowisku lub ulegają jej bardzo trudno i w długim czasie [GEVAO, JONES, 2002].

Intensywność emisji zanieczyszczeń z wymienionych powyżej źródeł w obrębie zagrody jest zróżnicowana. W zagrodzie można bowiem wyróżnić miejsca szczególnie narażone na określony rodzaj zanieczyszczenia. W literaturze anglojęzycznej nazwano je „hot spots”, czyli „gorącymi miejscami”.

Miejsca składowania nawozów naturalnych (płyty gnojowe, zbiorniki na gnojowicę i gnojówkę), w zależności od ich rodzaju, stanu technicznego oraz pojemności, stwarzają największe zagrożenie zanieczyszczenia gleby i wody gruntowej, a także pobliskich cieków i małych zbiorników wodnych składnikami nawozowymi – fosforem azotem i potasem, a także metalami ciężkimi oraz innymi składnikami dodatków mineralnych stosowanych w diecie zwierząt hodowlanych [CHADWICK, CHEN, 2002; RITTER, BERGSTROM, 2001; DE VRIES i in., 2002]. Największe niebezpieczeństwo takiego zanieczyszczenia wystąpi w przypadku składowania nawozów naturalnych bezpośrednio na gruncie, zwłaszcza przepuszczalnym.

Teren wokół budynków gospodarczych, takich jak obory, chlewnie czy kurniki, jest – podobnie jak w przypadku zbiorników na nawozy naturalne – miejscem nagromadzenia zanieczyszczeń, co wynika z obecności w tych budynkach odchodów zwierzęcych [FOY, O’CONNOR, 2002; RITTER, BERGSTROM, 2001]. Ze względu na rodzaj i źródła zanieczyszczeń do takich „gorących miejsc” należy również zaliczyć wybiegi dla bydła, trzody i drobiu oraz drogi wypędowe dla bydła [RITTER, 2001].

Kolejnym miejscem rozpraszania składników nawozowych na terenie zagrody są silosy kiszonkowe. Intensywność ich wpływu, podobnie jak zbiorników na nawozy naturalne, zależy od ich stanu technicznego i pojemności. Przenikające soki kiszonkowe – poza zanieczyszczeniem gleby i wody gruntowej składnikami nawozowymi, zwłaszcza potasem, powodują zakwaszenie gleby, co zwiększa ich migrację w profilu gleby i wymywanie [FOY, O’CONNOR, 2002].

- Do „gorących miejsc” w zagrodzie i jej otoczeniu można również zaliczyć:
- warsztaty lub garaże maszyn rolniczych i innych urządzeń z silnikami spalinywymi, będące miejscem rozpraszania substancji organicznych (WWA);
 - składowiska odpadów stałych, nieuporządkowane składowiska śmieci, głównie opakowań po środkach pędnych lub ochrony roślin;
 - niesprawne oczyszczalnie przyzagrodowe i nieszczelne zbiorniki na ścieki bytowe, a także nieużywane studnie gospodarskie;
 - miejsca na drodze spływu wód z zagrody, zazwyczaj silnie wzbogacone w rozpuszczalne składniki mineralne oraz rozpuszczalny węgiel organiczny (RWO), których stopień zanieczyszczenia zależy od rodzaju gleby – sorbenta oraz od stężenia składników w wodach spływających z zagrody;
 - niektóre ogródki przydomowe, w których stosuje się niebilansowane dawki nawozów naturalnych z myślą o dobrej jakości warzyw, co w konsekwencji powoduje zanieczyszczenie zarówno gleby, jak i uprawianych warzyw.

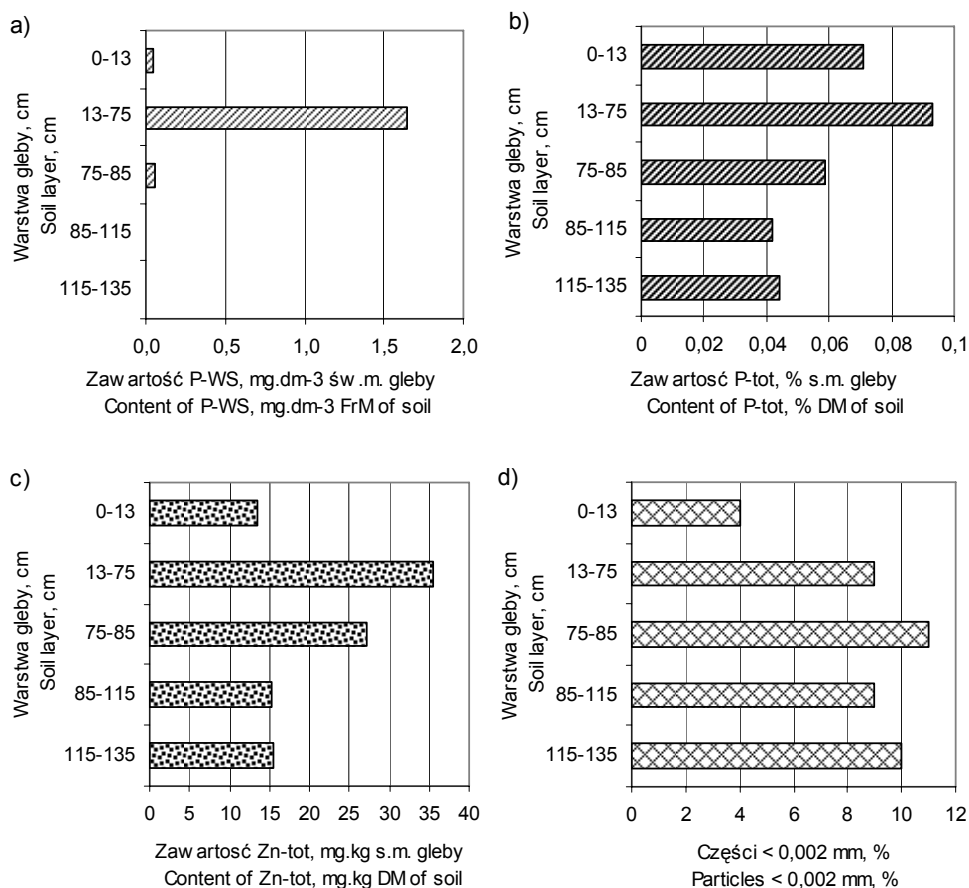
OCENA JAKOŚCI GLEBY I WODY Z ZAGRODY I JEJ OTOCZENIA

Opis metod badań, tj. częstotliwości i sposobu pobrania próbek oraz stosowanych metod analizy chemicznej i oznaczania poszczególnych składników gleby i wody, których wyniki przedstawiono w niniejszej pracy, zawierają wcześniejsze publikacje [SAPEK A., 2004; SAPEK B., 1998; 2002; SAPEK B., SAPEK A., 2001].

Gleba z terenu zagrody. Skutkiem przedstawionych potencjalnych rodzajów i źródeł oddziaływania różnych substancji zanieczyszczających jest obserwowana swoistość profilu gleby w obrębie zagrody. Glebę tę można traktować jako antropogeniczną, zwłaszcza w obrębie zagród, które mają więcej niż 100 lat. W większości są to gleby silnie wzbogacone w składniki nawozowe (np. w warstwie 0–20 cm: $N-NH_4 - 369 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $N-NO_3 - 502 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $K - 2440 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), a nawet w metale ciężkie (np. w warstwie 0–20 cm $Zn - 324 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) oraz inne substancje zanieczyszczające (w zależności od zalegającego materiału również w głębszych warstwach profilu) [SAPEK B., SAPEK A., 2001; 2002; 2003]. W górnej części profilu gleby wiekowych zagród można wyróżnić warstwy, które wytworzyły się wraz z zagospodarowaniem terenu jako zagrody, a w dolnych partiach ukazuje się gleba, którą można traktować jako kopalną, z wykształconym poziomem próchnicznym. Gleby na terenach zagród wiejskich powinny stać się, podobnie jak inne gleby antropogeniczne, przedmiotem oddzielnych badań, wśród których należałoby uwzględnić możliwie wszystkie rodzaje zanieczyszczeń, co jest przedsięwzięciem metodycznie trudnym i kosztownym.

W niniejszej pracy wykazano swoistość gleb z zagrody, ograniczając się do jej zanieczyszczenia składnikami mineralnymi, zwłaszcza nawozowymi, tj. azotem fosforem i potasem. Fosfor to pierwiastek związany z działalnością człowieka, stąd może on być jednym ze wskaźników swoistości gleb zagrody wiejskiej [SAPEK A.,

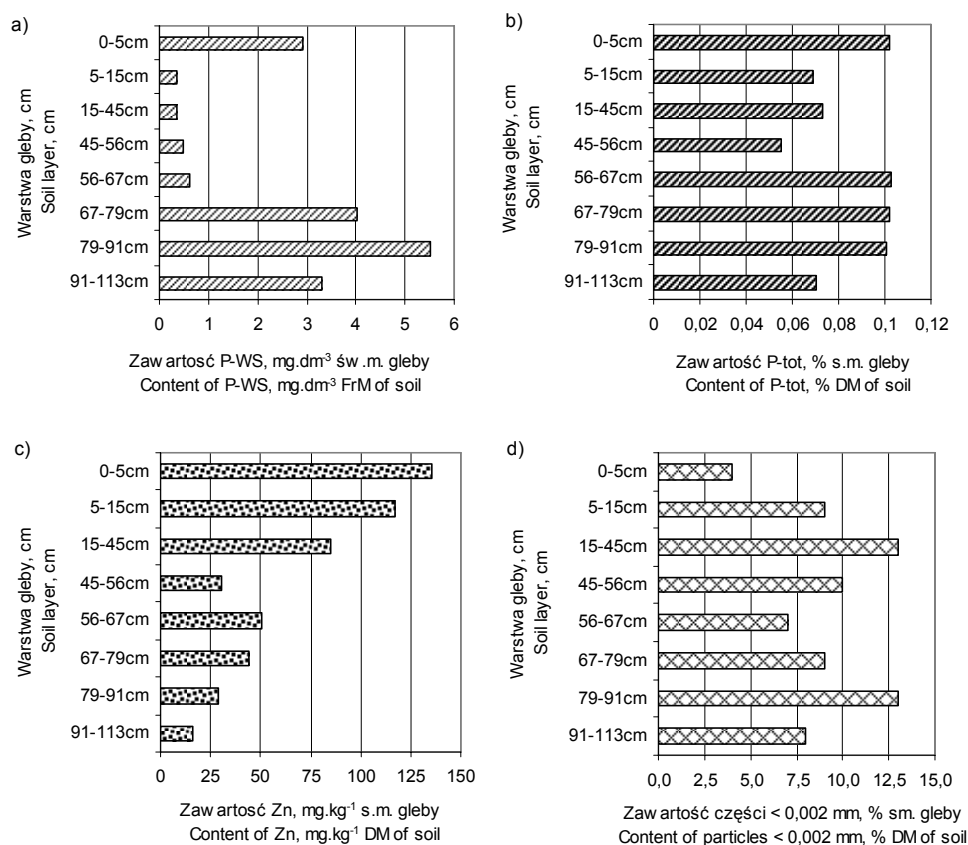
SAPEK B., 2005]. Prezentowane gospodarstwo CKT1 z rejonu Ostrołęki, a także zagroda, z której pochodzi opisany profil gleby, mają ponad 100 lat. Na podstawie obserwowanych różnic w strukturze, barwie i rodzaju zalegającego materiału w profilu gleby wydzielono warstwy. Wierzchnia warstwa, do głębokości 13 cm, to nowy materiał, znacznie uboższy w fosfor, zwłaszcza jego formę rozpuszczalną w wyciągu 1% K_2SO_4 (P-WS), a także cynk oraz części ilaste niż zalegająca pod nią warstwa do głębokości 75 cm (rys. 1). Ta wierzchnia warstwa profilu cechuje się również silnym wzbogaceniem w azot amonowy. Duża zawartość tej formy



Rys. 1. Zawartość wybranych składników w poszczególnych warstwach profilu gleby z zagrody wiejskiej gospodarstwa CKT1: a) fosfor w wyciągu 1% K_2SO_4 z gleby (P-WS), b) całkowita zawartość fosforu, c) cynk, d) części ilaste

Fig. 1. The content of some components in soil profiles from the farmstead of the CKT1 farm: a) phosphorus in 1% K_2SO_4 soil extract (P-WS), b) total phosphorus content, c) zinc, d) clay particles

azotu w glebie zagrody wiejskiej jest związana głównie z miejscami składowania nawozów naturalnych i ich rozproszeniem na tym terenie [SAPEK B., SAPEK A., 2001]. Drugi profil gleby pochodzi z gospodarstwa ZDMUZ w Falentach i reprezentuje „podwórze” ze znajdującymi się budynkami gospodarskimi. Ten teren w gospodarstwie spełnia swoją funkcję od ok. 300 lat, w związku z czym wykształcił się swoisty, dwudzielny profil gleby (rys. 2). Ze względu na zawartość fosforu (P-tot i P-WS) oraz części ilastych w wyróżnionych warstwach można wydzielić dwie części (profile) – wierzchnią, młodszą, do głębokości około 67 cm, ze wzbogaconą w fosfor wierzchnią, 5-centymetrową warstwą i starszą, również bogatą w fosfor, obejmującą głębsze warstwy. Znacznie większa zawartość cynku w młodszym profilu potwierdza ten podział i świadczy o systematycznym wzboga-



Rys. 2. Zawartość wybranych składników w warstwach profilu gleby z podwórza gospodarstwa ZDMUZ: a) fosfor w wyciągu 1% K₂SO₄ z gleby (P-WS), b) całkowita zawartość fosforu, c) cynk, d) części ilaste

Fig. 2. The content of some components in soil profiles from the ZDMUZ farmyard: a) phosphorus in 1% K₂SO₄ soil extract (P-WS), b) total phosphorus content, c) zinc, d) clay particles

caniu gleby w ten metal ciężki, którego źródła należy upatrywać w opadzie i innych zanieczyszczeniach „epoki przemysłowej” [DE VRIES i in., 2002].

Zawartość i rozmieszczenie azotu mineralnego (N-min) – amonowego i azotanowego w profilach gleby, w zależności od panujących w glebie warunków redox, oraz łatwo rozpuszczalnego fosforu w takich „gorących miejscach”, jak:

- w pobliżu gnojowni i zbiornika na gnojówkę;
- przy oborze i zbiorniku na gnojówkę;
- przy silosie kiszonkowym;
- w pobliżu rowu, na drodze spływu wód z zagrody

przemawiają za uznaniem zagrody wiejskiej, a w związku z tym również „podwórza” wielkotowarowego gospodarstwa rolnego za punktowe źródła emisji rolniczych zanieczyszczeń na obszarach wiejskich (rys. 3).

Oznaczona w wyciągu z gleby zawartość N-min i P, wyrażona w kg składnika zalegającego w profilu gleby do głębokości ok. 200 cm (od 670 do 2700 kg N·ha⁻¹ i od 82 do 153 kg P·ha⁻¹), ilustruje stan zanieczyszczenia gleby na terenie zagrody. Szczególnie duże zanieczyszczenie azotem mineralnym występuje w miejscach rozproszenia odchodów zwierzęcych (przy gnojowni i przy oborze) (rys. 3a, c). Zawartość tego składnika w kolejnych warstwach profilu gleby w pobliżu rowu świadczy o możliwości przemieszczania się rozpuszczalnych form fosforu wraz ze spływem wód z zagrody (rys. 3g, h). Są to prawdopodobnie rozpuszczalne, organiczne formy fosforu, na co wskazuje wzbogacenie wierzchnich warstw gleby z terenu zagrody w węgiel organiczny. Oznaczona w glebie z terenu zagrody średnia zawartość C-org w warstwie 0–10 cm w zakresie 2,1–2,7% s.m. odpowiada zasobności gleb łąkowych w ten składnik (tab. 1). Podobnie jak węglem organicznym, najbardziej zanieczyszczone azotem azotanowym, amonowym i fosforem są wierzchnie warstwy gleby (0–20 cm) w „gorących miejscach” (tab. 2). Uwagę zwracają, między innymi, wybieg drobiu, miejsce przy chlewni i przy silosie kiszonkowym, w których wierzchniej warstwie zalega znacznie więcej azotu mineralnego i fosforu niż w takiej samej warstwie na pastwisku (tab. 2). Wybieg drobiu, a także wysypisko śmieci w pobliżu zagrody to również potencjalne źródło rozproszenia cynku oraz potasu (tab. 3).

Woda gruntowa spod zagrody i z pobliskich małych cieków. Jak należało się spodziewać, zagroda i jej otoczenie, które są źródłem zanieczyszczenia, nie pozostają bez wpływu na jakość wody gruntowej, a także wody w pobliskich rowach [CHADWICK, CHEN, 2002; FOY, O’CONNOR, 2002; RITTER, BERGSTROM, 2001]. Dokumentują to wyniki średniego stężenia składników mineralnych oraz ogólnego węgla organicznego (OWO) w wodzie gruntowej spod „gorących miejsc” w zagrodzie i w wodzie z rowu, uzyskane w czasie monitorowania wody w ramach programu BAAP w latach 1997–2003 oraz w ramach realizowanego projektu badawczego 2 P06 (2004–2005) (tab. 4) [SAPEK A., 2002; 2004; SAPEK B., 2002, SAPEK B., SAPEK A., 2004a]. Dość liczna populacja wyników pozwala właściwie oszacować wpływ tego punktowego źródła rolniczych zanieczyszczeń

Tabela 1. Średnia całkowita zawartość węgla organicznego (C-org, % s.m.) w wierzchniej warstwie gleby z terenu zagrody i jej otoczenia w gospodarstwach demonstracyjnych w gminach Ciechocin i Papowo Biskupie

Table 1. Mean total organic carbon (C-org, % DM.) in surface layer of soil from the farmstead area and its vicinity in demonstration farms of Ciechocin and Papowo Biskupie communes

Gospodarstwa w gminie Farms in commune	Punkt monitoringowy Monitoring point	Zawartość C-org w warstwie gleby C-org content in soil layer		SD	Zawartość C-org w warstwie gleby C-org content in soil layer	
		% s.m.	% DM		% s.m.	% DM
		0–10 cm			10–20 cm	
Ciechocin	I	2,3	0,3	0,3	1,8	0,6
	II	2,4	0,8		1,7	0,7
Papowo Biskupie	I	2,1	0,7	0,7	1,5	0,4
	II	2,7	0,8		2,2	0,8

Objaśnienia: I – przy składzie obornika, II – punkt odniesienia w otoczeniu zagrody; SD – odchylenie standardowe.

Explanations: I – by manure heap, II – reference point in the vicinity of a farmstead, SD – standard deviation.

Tabela 2. Zawartość azotu azotanowego (N-NO₃) i amonowego (N-NH₄) oraz fosforu (P-PO₄) w wierzchniej warstwie 0–20 cm gleby w tzw. „gorących punktach” zagrody i jej otoczenia oraz w glebie z użytków zielonych w gospodarstwach demonstracyjnych¹⁾

Table 2. The content of nitrate (N-NO₃) and ammonium (N-NH₄) nitrogen and phosphorus (P-PO₄) in 0–20 cm soil surface layer in “hot spots” of a farmstead and its vicinity and in grassland soils in demonstration farms¹⁾

Punkt monitoringowy Monitoring point	Liczba próbek Number of samples <i>n</i>	Zawartość Content kg·ha ⁻¹		
		N-NO ₃	N-NH ₄	P-PO ₄
Ogródek Little garden	24	59,3	2,0	12,5
Wybieg drobiu Poultry paddock	24	173,3	11,1	36,9
W pobliżu chlewni By the pig house	8	89,8	1,7	28,9
Na spływie wody z zagrody w kierunku rowu On water run-off from farmstead towards the ditch	29	76,7	3,2	11,4
Przy silosie kiszonki By the silage silo	16	140,5	17,5	15,9
Łąka Meadow	8	71,6	1,2	9,2
Pastwisko Pasture	8	81,3	2,1	8,4

¹⁾ Wartości średnie dla czterech gospodarstw demonstracyjnych projektu BAAP w gminie Stara Biała w województwie mazowieckim.

¹⁾ Mean values for four demonstration farms of the BAAP project in Stara Biała commune.

Tabela 3. Zawartość cynku (Zn) i potasu (K) w wierzchniej warstwie gleby 0–20 cm z wybranych miejsc zagrody i jej otoczenia w dwóch gospodarstwach demonstracyjnych (I, II) w gminie Ciechocin

Table 3. The content of zinc (Zn) and potassium (K) in surface soil layer 0–20 cm in selected places of a farmstead and its vicinity in two demonstration farms (I, II) of the BAAP project in Ciechocin commune

Punkt monitoringowy w zagrodzie i jej otoczeniu Monitoring point in a farmstead and its vicinity	Zawartość ¹⁾ , kg·ha ⁻¹		Content ¹⁾ , kg·ha ⁻¹	
	Zn		K	
	I	II	I	II
Ogródek Little garden	61,3	73,8	700	770
Wybieg drobiu Poultry padock	155,1	659,2	1040	1400
Wysypisko śmieci Waste dump	201,8	no.	1060	no.
Na drodze spływu wód z zagrody On water run-off from a farmstead	no.	66,0	no.	1400

¹⁾ Zawartość składnika oznaczona w wyciągu 0,5 M HCl z gleby.

Objaśnienia: I, II – jak pod tabelą 1.

¹⁾ Content of the element determined in 0.5 M HCl soil extract.

Explanations: I, II – as in Tab. 1.

na jakość wody gruntowej i ocenić stan jej zanieczyszczenia. Na tej podstawie można przewidywać zagrożenie, jakie stanowi to źródło zanieczyszczenia na obszarach wiejskich.

Porównując oznaczone wartości stężenia analizowanej wody z wartościami krytycznymi dla V klasy czystości wód podziemnych, które kwalifikuje się już jako pozaklasowe [Rozporządzenie..., 2004], można stwierdzić, że w większości przekraczają one te krytyczne wartości stężenia (tab. 4). Wszystkie badane próbki wody gruntowej są pozaklasowe ze względu na stężenie fosforanów (PO₄) i potasu (K). Stężenie azotanów (NO₃) w wodzie gruntowej w pobliżu miejsc narażonych na rozproszenie odchodów zwierzęcych nie przekraczają wprawdzie wartości granicznych dla wód V klasy, jednak stężenie amonu (NH₄) i ogólnego węgla organicznego (OWO) dyskwalifikuje tę wodę. Średnie wartości pH oraz stężenia cynku nie budzą obecnie zasadniczych obaw, chociaż maksymalne wartości stężenia cynku świadczą o możliwości rozproszenia tego metalu ciężkiego w omawianym, punktowym źródle rolniczego zanieczyszczenia. Stężenie PO₄, NH₄ oraz K, a także OWO w wodzie z rowów w pobliżu zagród przekracza wartości graniczne dla V klasy czystości, na co niewątpliwie wpływa zagroda jako źródło zanieczyszczenia tymi składnikami (tab. 4).

Zwrócenia szczególnej uwagi wymaga bardzo duże zanieczyszczenie monitorowanych wód potasem. Jego stężenie w wodzie gruntowej przekracza co najmniej dziesięciokrotnie graniczną wartość dla V klasy czystości wód podziemnych. Jest to zjawisko wymagające pogłębionych badań. Obserwowane wymywanie potasu w miejscach rozproszenia nawozów naturalnych, a także w pobliżu silosów na

kiszonkę sugeruje działanie nieznanego jeszcze w pełni mechanizmu i formy migracji tego składnika w środowisku (tab. 4) [SAPEK, 2001; GLIŃSKA-LEWCZUK, 2004].

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Ograniczenie, możliwie w największym stopniu, wpływu punktowych źródeł rolniczych zanieczyszczeń w obszarach wiejskich, jakim są zagrody i ich bliskie otoczenie, wynika z konieczności respektowania krajowych zarządzeń w zakresie działań prośrodowiskowych, a także odpowiednich umów międzynarodowych, np. takich jak: Dyrektywa Wodna UE, Konwencja Helsińska, Ramowa Konwencja NZ dotycząca zmian klimatu, Agenda Bałtycka 21 [SAPEK A., SAPEK B., 2001; SAPEK, SAPEK, PIETRZAK, 2004]. Dlatego istnieje pilna potrzeba monitoringu zanieczyszczeń pochodzących z zagrody i jej otoczenia w celu ograniczenia ich wpływu na obszary wiejskie i przeciwdziałania mu. Na obecnym etapie należy przyjąć określoną strategię ograniczenia ujemnego wpływu zagrody na jakość gleby i wody, a także przeciwdziałania temu wpływowi, korzystając z dotychczasowej wiedzy w zakresie oddziaływania tego punktowego źródła rolniczych zanieczyszczeń obszarów wiejskich [SAPEK, SAPEK, 2005; SAPEK, SAPEK, PIETRZAK, 2004]. Monitoring, którego propozycję przedstawiono na II Forum Inżynierii Ekologicznej w Nałęczowie [SAPEK B., 1998], umożliwiłoby dalsze rozpoznanie zjawiska i na tej podstawie wprowadzenie innowacyjnych rozwiązań w bieżących działaniach, w których należałoby wziąć pod uwagę niżej przedstawione problemy.

- Istnieje potrzeba szacunkowej oceny udziału punktowych źródeł rolniczych zanieczyszczeń, jakimi są zagrody wraz z ich bliskim otoczeniem, w zanieczyszczeniach obszarowych, uznanych głównie za zanieczyszczenia wynikające z produkcji rolniczej.
- Zanieczyszczenia z terenu zagrody i jej otoczenia, zwłaszcza składnikami nawozowymi oraz rozpuszczalnym węglem organicznym, pochodzą przede wszystkim z produkcji zwierzęcej, której wpływ na zanieczyszczenia obszarowe, w przeciwieństwie do produkcji roślinnej, postrzega się w znacznie mniejszym stopniu.
- Gleby na terenie zagród wiejskich, silnie wzbogacone w składniki nawozowe, a nawet w metale ciężkie oraz inne substancje zanieczyszczające, powinny stać się – podobnie jak inne gleby antropogeniczne – przedmiotem oddzielnych badań, w których należałoby uwzględnić możliwie wszystkie rodzaje zanieczyszczeń, co jest z pewnością przedsięwzięciem metodycznie trudnym i kosztownym.
- Istnieje pilna potrzeba monitoringu zanieczyszczeń gleby i wody gruntowej z zagrody oraz wody z małych cieków w jej pobliżu w celu ograniczenia ich

wpływu, a także przeciwdziałaniu mu oraz przewidywania zagrożenia, jakie stanowi to punktowe źródło zanieczyszczeń rolniczych na obszarach wiejskich, mając na uwadze efekty proekologicznych inwestycji z jednej strony, a możliwość intensyfikacji produkcji zwierzęcej z drugiej.

Praca przygotowana w ramach badań realizowanych w projekcie badawczym KBN nr 2P06 SO1725.

LITERATURA

- CHADWICK D.R., CHEN S., 2002. Manures. W: Agriculture, hydrology and water quality. Pr. zbior. Red. P.M. Haygarth, S.C. Jarvis. Wallingford: CABI Publ. CAB Intern. s. 57–82.
- DORUCHOWSKI G., HOŁOWNICKI R., 2003. Przyczyny i zapobieganie skażeniom wód i gleby wynikającym ze stosowania środków ochrony roślin. Zesz. Edukac. 9/2003 s. 96–115.
- FOY R.H., O'CONNOR W.C.K., 2002. Managing the effect of agriculture and water quality in Northern Ireland. W: Agriculture, hydrology and water quality. Pr. zbior. Red. P.M. Haygarth, S.C. Jarvis. Wallingford: CABI Publ. CAB Intern. s. 417–440.
- GEVAO B., JONES K.G., 2002. Pesticides and persistent organic pollutants. W: Agriculture, hydrology and water quality. Pr. zbior. Red. P.M. Haygarth, S.C. Jarvis. Wallingford: CABI Publ. CAB Intern. s. 83–106.
- GLIŃSKA-LEWCZUK K., 2004. Obieg potasu w ekosystemach wodnych obszarów rolniczych. Nawozy Nawożenie 2 (19) s. 205–224.
- KŁOCEK B., OSEK M., 2001. Mieszanki mineralne, preparaty witaminowe i witaminowo-mineralne. W: Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo. Pr. zbior. Red. D. Jamroz, W. Podkówa, J. Chachułowa. Warszawa: PWN s. 359–371.
- MAGETTE W.L., 2001. Monitoring. W: Agricultural nonpoint sources pollution. Pr. zbior. Red. W.F. Ritter, A. Shirmohammadi. Boca Raton: Lewis Publ. s. 305–328.
- RITTER W.F., 2001. Nonpoint sources pollution and livestock manure management. W: Agricultural nonpoint sources pollution. Pr. zbior. Red. W.F. Ritter, A. Shirmohammadi. Boca Raton: Lewis Publ. s. 135–168.
- RITTER W., BERGSTROM L., 2001. Nitrogen and water quality. W: Agricultural nonpoint sources pollution. Pr. zbior. Red. W.F. Ritter, A. Shirmohammadi. Boca Raton: Lewis Publ. s. 59–90.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. Dz. U. 2004 nr 32 poz. 294.
- SAPEK A., 2002. The impact of agriculture on ground and surface water quality in Poland: state of affairs and policy. W: Agricultural effects on ground and surface waters: Research at edge of science and society. Pr. zbior. Red. J. Steenoorden, F. Claessen, J. Willems. IAHS Publ. no. 273 s. 385–389.
- SAPEK A., 2004. Agricultural activities as a source of nitrate in groundwater. W: Nitrates in groundwater. Pr. zbior. Red. L. Razowska-Jaworek, A. Sadurski. Leiden: Balkema Publ. s. 3–13.
- SAPEK A., SAPEK B., 2001. Agenda 21 dla regionu Morza Bałtyckiego – zrównoważony rozwój rolnictwa w Polsce. Pr. zbior. Red. B. Sapek. Zesz. Edukac. wyd. specj. ss. 24.
- SAPEK A., SAPEK B., PIETRZAK S., 2004. Strategie ograniczenia zanieczyszczeń wody, atmosfery i gleby w świetle międzynarodowych projektów rolno-środowiskowych realizowanych w IMUZ. Woda Środ. Obsz. Wiej. t. 4 z. 2b(12) s. 259–280.

- SAPEK A., SAPEK B., 2005. Strategia gospodarowania azotem i fosforem w rolnictwie w aspekcie ochrony wód Morza Bałtyckiego. *Zesz. Edukac.* 10/2005 s. 27–38.
- SAPEK B., 1998. Monitoring zanieczyszczenia gleby i wody składnikami nawozowymi w skali gospodarstwa. W: *Monitoring środowiska*. Pr. zbior. Red. I. Wiatr, H. Marczak. 2. Forum Inżynierii Ekologicznej. Naęczów, 23–25.10.1998. Lublin: Wydaw. Ekoinżynieria s. 165–174.
- SAPEK B., 2001. Zagadnienia potasu w świetle oddziaływania rolnictwa na środowisko. W: *Kształtowanie środowiska. Uwarunkowania przyrodnicze, techniczne i społeczno-ekonomiczne*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 476 s. 281–292.
- SAPEK B., 2002. The impact of farmstead operation on ground water quality. W: *Agricultural effects on ground and surface waters: Research at edge of science and society*. Pr. zbior. Red. J. Steenoorden, F. Claessen, J. Willems. IAHS Publ. no. 273 s. 125–130.
- SAPEK B., SAPEK A., 2001. Anthropization process in the soils from farmstead area. W: *Soil anthropization*. Pr. zbior. Red. J. Sobocka. Bratislava: Soil Sci. Conserv. Res. Inst. s. 64–72.
- SAPEK B., SAPEK A., 2002. Phosphorus and potassium in the soil and groundwater as an indicator of farmstead impact on the environment. *Berichte Landesamt Umweltschutz Sachsen-Anhalt* 2/2002 s. 90–94.
- SAPEK B., SAPEK A., 2003. Nutrient transport into groundwater from animal waste dispersed on farmstead. W: *Diffuse input of chemicals into soil and groundwater – assessment and management*. Dresden: Inst. Grundwasserwirtschaft, Inst. Wasserchemie Tech. Univ. s. 29–38.
- SAPEK B., SAPEK A., 2004a. Nitrate in groundwater as an indicator of farmstead impact on the environment. W: *Nitrates in groundwater*. Pr. zbior. Red. L. Razowska-Jaworek, A. Sadurski. Leiden: Balkema Publ. s. 37–45.
- SAPEK B., SAPEK A., 2004b. Edukacja ekologiczna ludności wiejskiej w świetle projektów realizowanych w Zakładzie Chemii Gleby i Wody w IMUZ. W: *Edukacja ekologiczna. Podstawy działań naprawczych w środowisku*. Pr. zbior. Red. I. Wiatr, H. Marczak. 5. Forum Inżynierii Ekologicznej. Naęczów, 14–16 października. Lublin: PTIE s. 21–28.
- SZOT E. Rzeczpospolita. 17.01.2002.
- DE VRIES W., RÖMKENS P.F.A.M., VAN LEEUVEN T., BRONSWIJK J.J.B., 2002. Heavy metals. W: *Agriculture, hydrology and water quality*. Wallingford: CABI Publ. CAB Intern. s. 107–132.

Barbara SAPEK

**THE QUALITY OF SOIL AND GROUNDWATER FROM FARMSTEAD
AS AN INDICATOR OF AGRICULTURAL POINT SOURCES POLLUTION
IN RURAL AREAS**

Key words: agricultural point source pollution, farmstead, monitoring, soil and water quality, type of pollution

S u m m a r y

The farmstead and its vicinity as an agricultural point source of pollution in rural areas was presented and discussed. The types of pollution, their potential sources and places in farmstead area – named “hot spots” were shown. On the example of farmsteads from demonstration farms, pollution of soil, groundwater and the water from neighbouring ditches with nutrients (N, P, K) and dissolved organic carbon was estimated. It was demonstrated that soil and groundwater quality from farmstead

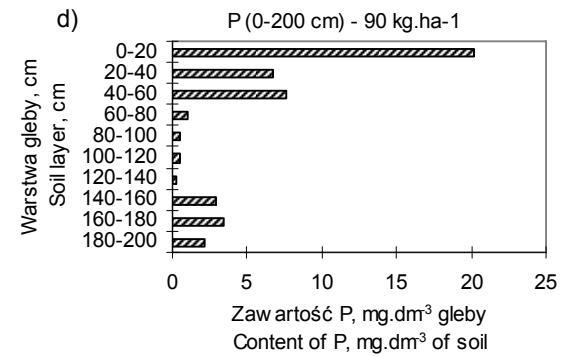
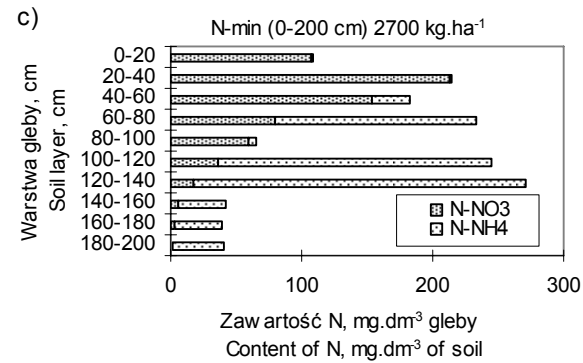
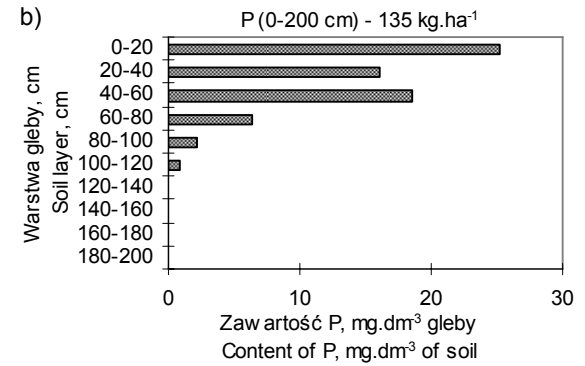
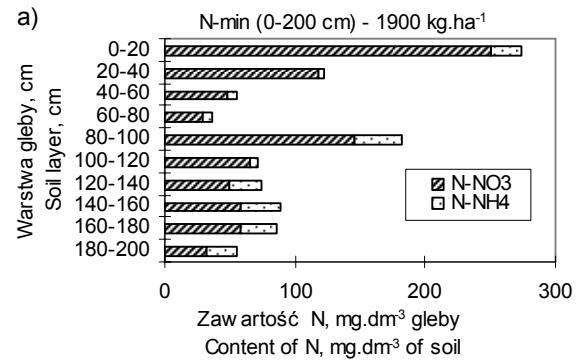
was an indicator of the impact of agricultural point source pollution connected principally with animal production. The latter, in the contrast to crop production, was not considered before as the main pollution source. The urgent need was postulated of monitoring soil and water pollution from under the farmstead and its vicinity and from neighbouring ditches to mitigate environmental pollution. Such monitoring would allow foreseeing the risk posed by point sources of agricultural pollution in rural areas. It is particularly important for the efficiency of ecological activities and investments on one hand and for more intensive animal production on the other.

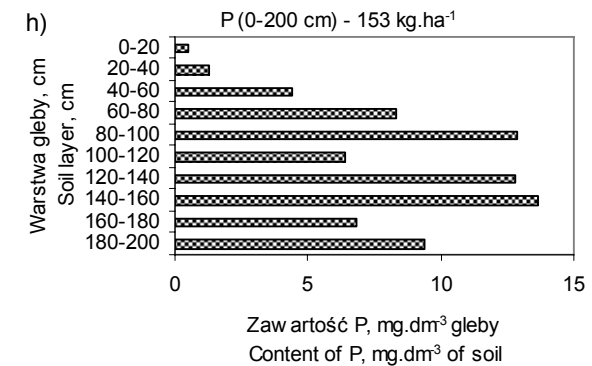
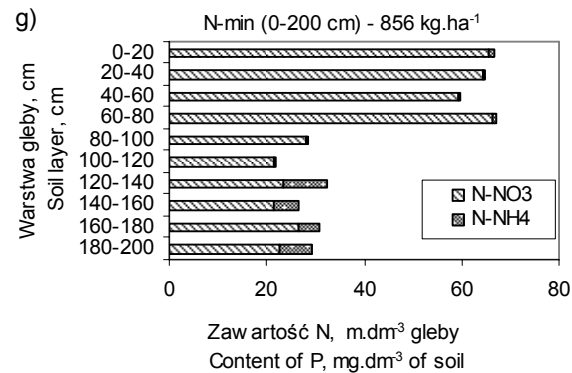
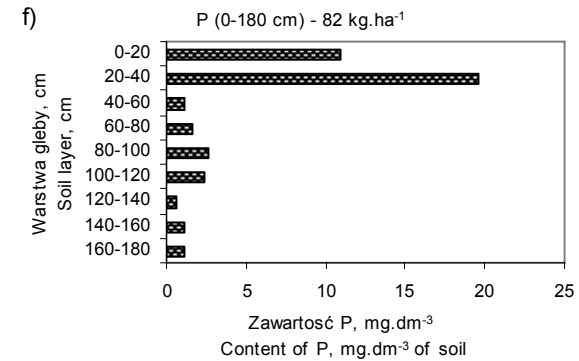
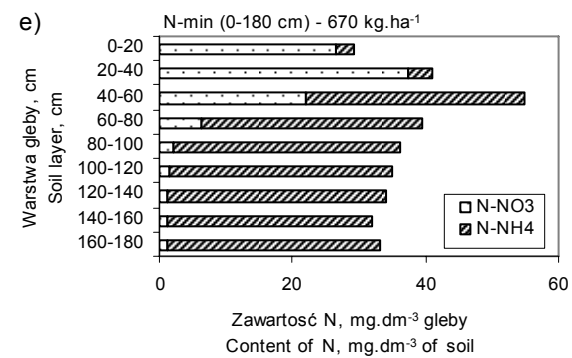
Recenzenci:

prof. dr hab. Stanisław Kalembasa

prof. dr hab. Józef Koc

Praca wpłynęła do Redakcji 14.11.2005 r.





Rys. 3. Zawartość azotu mineralnego (N-min = N-NO₃ + N-NH₄) oraz fosforu (P-PO₄) w 20-centymetrowych warstwach (mg.dm⁻³ gleby) i w całym profilu gleby (kg.ha⁻¹) w wybranych punktach zagrody wiejskiej: a), b) przy gnojowni i zbiorniku na gnojówkę, c), d) przy oborze i zbiorniku na gnojówkę, e), f) przy silosie na kiszonkę, na drodze spływu wody z zagrody, g), h) w pobliżu rowu, na drodze spływu wody z zagrody

Fig. 3. The content of mineral nitrogen (N-min = N-NO₃ + N-NH₄) and phosphorus (P-PO₄) in 20 cm soil layers (mg.dm⁻³ of soil) and in total soil profile (kg.ha⁻¹) in selected points of a farmstead: a), b) by manure heap and urine tank, c), d) by the barn and urine tank, e), f) by the silage silo, on water flow from a farmstead, g), h) near the ditch, on water flow from a farmstead

Tabela 4. Średnie stężenie składników mineralnych i ogólnego węgla organicznego (OWO) w wodzie gruntowej i z ciekłu w wybranych punktach zagrody i jej otoczenia w 36 gospodarstwach reprezentujących 8 gmin z 3 województw – mazowieckiego, podlaskiego i kujawsko-pomorskiego w latach 1997–2005¹⁾

Table 4. Mean concentration of mineral components and total organic carbon (OWO) in groundwater and a stream in selected points of a farmstead and its vicinity in 36 farms representing 8 communes from 3 voivodships – mazowieckie, podlaskie and kujawsko-pomorskie in the years 1997–2005¹⁾

Punkt monitoringowy Monitoring point	Liczba próbek Number of samples <i>n</i>	Wartość Value	Wartość pH pH value	Stężenie składnika Concentration of component mg·dm ⁻³							
				PO ₄	NO ₃	NH ₄	Cl	Na	K	Zn	OWO
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Przy gnojwni By manure heap	<i>n</i> ₁ – 309	średnia mean	7,1	16,1	72,4	26,1	227	60,4	354	0,20	78,5
	<i>n</i> ₁ – 145	max	8,7	192	865	719	1826	307	2542	11,2	473
		<i>SD</i>	0,6	26,5	119	73,5	250	56,1	391	0,88	78,3
Z terenu zagrody From farmstead area	<i>n</i> ₁ – 265	średnia mean	7,1	17,1	76,9	17,2	204	65,6	323	0,11	73,6
	<i>n</i> ₂ – 97	max	8,6	249,3	511,2	316,4	2471,4	719,0	5205,0	1,36	7,7,9
		<i>SD</i>	0,6	31,3	141	43,1	263	78,5	498	0,20	112
Przy silosie na kiszonce By the silage silo	<i>n</i> ₁ – 65	średnia mean	7,0	17,4	78,1	24,6	201	76,9	402	0,15	101
	<i>n</i> ₂ – 32	max	8,2	145	653	225	902	444	1760	1,19	286
		<i>SD</i>	0,8	28,7	129	41,0	201	79,9	386	0,22	86,1
Studnia gospodarska Farm well	<i>n</i> ₁ – 203	średnia mean	7,4	3,0	13,5	2,1	49,5	41,8	41,7	0,40	13,9
	<i>n</i> ₂ – 106	max	8,6	96,4	434	158	1250	356	793	6,1	245
		<i>SD</i>	0,5	10,1	45,4	15,1	105	37,2	94,2	0,85	35,6

cd. tab. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rów	$n_1 - 82$	średnia	7,4	6,4	28,9	3,7	83,9	46,1	51,9	0,04	20,3
Ditch	$n_2 - 49$	mean									
		max	9,9	103	463	91,2	920	335	1219	0,55	172
		<i>SD</i>	0,6	18,6	83,6	12,5	131	67,9	174	0,09	40,7
Na pastwisku	$n_1 - 96$	średnia	7,4	3,1	14,2	2,3	48,7	22,9	53,7	0,12	18,1
On the pasture	$n_2 - 63$	mean									
		max	8,5	67,1	302	93,7	313	71,6	544	1,73	120
		<i>SD</i>	0,5	8,2	36,9	10,1	47,0	17,2	94,6	0,25	23,7
Wartości krytyczne, V klasa czystości wód podziemnych ²⁾			<6,5; >9,5	>5	>100	>3	>500	>300	>20	>10	>20
Critical values, 5th class of ground water quality ²⁾											
Wartości krytyczne, V klasa czystości wód powierzchniowych ²⁾			<5,5; >9,0	>1	>50	>4	>400	(-)	(-)	>2	>20
Critical values, 5th class of surface water quality ²⁾											

¹⁾ 4 gospodarstwa monitorowane w latach 1997–2005, 4 gospodarstwa monitorowane w latach 1999–2003, 4 gospodarstwa monitorowane w latach 1999–2005, 24 gospodarstwa monitorowane w latach 2004–2005.

²⁾ Rozporządzenie MŚ... [2004].

Objaśnienia: *SD* – odchylenie standardowe; n_1 – liczba próbek, w których oznaczono pH i stężenie składników mineralnych n_2 – liczba próbek, w których oznaczono stężenie ogólnego węgla organicznego; (-) brak wartości granicznych w polskich regulacjach prawnych.

¹⁾ 4 farms monitored in 1997–2005, 4 farms monitored in 1993–2003, 4 farms monitored in 1999–2005, 24 farms monitored in 2004–2005.

²⁾ Rozporządzenie MŚ... [2004].

Explanations: *SD* – standard deviation; n_1 – number of samples in which pH and mineral components were determined, n_2 – number of samples in which total organic carbon was determined; (-) missing standards in Polish regulations.