

POLOWE BILANSE AZOTU, FOSFORU I POTASU W GOSPODARSTWIE NA PRZYKŁADZIE ZAKŁADU DOŚWIADCZALNEGO W FALENTACH

Jerzy BARSZCZEWSKI¹⁾, Wojciech BURS²⁾

¹⁾ Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Zakład Doświadczalny Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach

²⁾ Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Łąk i Pastwisk

Słowa kluczowe: polowe bilanse azotu, fosforu i potasu, wykorzystanie i nadmiar składników

Streszczenie

W Zakładzie Doświadczalnym Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach gospodarowano na areale 80,0 ha gruntów ornych i 100,0 ha użytków zielonych, produkując pasze na potrzeby chowu bydła. Na wybranych polach, reprezentatywnych dla całego gospodarstwa, obliczono polowe bilanse azotu, fosforu i potasu za trzy lata (1998–2000).

Wśród wybranych pięciu pól trzy były użytkowane ornie, a dwa były zajęte przez użytki zielone (łąka i pastwisko). Znając zasobność gleb oraz ich pH, zwapnowano grunty orne, uruchamiając w ten sposób fosfor glebowy, w związku z czym ograniczono nawożenie tym składnikiem. Omawiane pola nawożono mineralnie oraz organicznie. Polowe bilanse azotu, fosforu i potasu z kolejnych lat wykazały znaczne różnice pobrania składników z tych samych pól przez poszczególne uprawy. Różnice te wynikały głównie z potrzeb roślin oraz poziomu i rodzaju nawożenia. Pobieranie składników znacznie przekraczające nawożenie mineralne świadczyło o ich wykorzystaniu z wcześniej zastosowanego obornika. Łączny nadmiar niektórych składników z trzech lat świadczy o możliwym ograniczeniu ich nawożenia, co poprawiłoby efektywność produkcji z korzyścią dla środowiska.

WSTĘP I CEL PRACY

Z pól uprawnych wynoszona jest z plonami znaczna ilość makro- i mikroelementów, wśród których ważną rolę pełnią azot, fosfor i potas. Celem zapewnienia

Adres do korespondencji: dr inż. J. Barszczewski, Zakład Doświadczalny Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, 05-090 Raszyn; tel. +48 (22) 720 05 46

ciągłości produkcji rolniczej składniki te powinny wracać do gleby w postaci różnego rodzaju nawozów mineralnych lub organicznych. Dostarczane do gleby (uzupełniane) składniki nawozowe nie są w pełni wykorzystywane przez rośliny w czasie ich wzrostu i rozwoju. Pewna ich część zawsze ulega rozproszeniu do środowiska, powodując w nim mniejsze lub większe zakłócenia [SAPEK, 1996]. Straty tych składników zależą od czynników klimatycznych, glebowych, agrotechnicznych, jak również od rodzaju uprawianej roślinności. Szybkość i zdolność przetwarzania składników nawozowych na plon (biomasę) jest różna dla każdej uprawy [KOPEĆ, MAZUR, FILIPEK-MAZUR, 1996; NAWROCKI, 1996]. Aby określić wykorzystaną i utraconą ilość azotu, fosforu i potasu, niezbędne jest obliczenie bilansu tych składników dla poszczególnych pól.

Celem niniejszego artykułu jest ocena gospodarki azotem, fosforem i potasem na wybranych użytkach rolnych gospodarstwa ZD Falenty w ciągu trzech lat gospodarowania (1998–2000).

CHARAKTERYSTYKA GOSPODARSTWA

Gospodarstwo Zakładu Doświadczalnego Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach jest położone w centralnym rejonie kraju, w podmiejskiej strefie Warszawy, po jej południowo-zachodniej stronie. Ogólna powierzchnia użytków rolnych wynosi 180,0 ha, w tym grunty orne 80,0 ha, łąki 77,5 ha, a pastwiska 22,5 ha. Użytki rolne są usytuowane na płaskim terenie z niewielkimi obniżeniami w rejonie Raszynki lub wzdłuż doprowadzalników wody, zasilających stawy ze źródeł w Laszczkach. Obszar w obniżeniach terenu w rejonie cieków położony na glebach mułowo-bagiennych, bagiennie-torfowych, murszowo-mineralnych oraz czarnych ziemiach jest użytkowany kośnie. Grunty orne i pastwiska znajdują się na glebach brunatnych lub czarnych ziemiach zdegradowanych o składzie granulometrycznym piasków gliniastych lekkich, piasków gliniastych mocnych, a także gliny średniej. Grunty orne w większości zaliczono do III i IV klasy bonitacyjnej. Duża część użytków zielonych położonych w otulinie rezerwatu przyrody oraz w naturalnych obniżeniach terenu predestynuje to gospodarstwo do chowu bydła mlecznego, w którym średnie pogłowie w okresie badań zwiększyło się ze 135 do ponad 150 SD. W tym czasie uprawiano głównie rośliny z przeznaczeniem na pasze treściwe i objętościowe. W strukturze zasiewów w pierwszym roku badań ponad 70% arealu stanowiły zboża (pszenica, pszenżyto, jęczmień), a pozostałe około 30% – kukurydza na kiszonkę, której areal uprawy znacznie zwiększył się w następnych latach. Siano i sianokiszonka stanowiły około 30–50% wszystkich pasz objętościowych przygotowywanych w gospodarstwie. Pastwiska w ZD Falenty to głównie źródło zielonki, będącej podstawową paszą w letnim żywieniu bydła. Zbiera się z nich także siano (w pierwszej i drugiej rotacji).

W pracy przedstawiono bilanse nawozowe dla trzech pól na gruntach ornym, jednej łąki o porównywalnym areale, wynoszącym ok. 8,0 ha, oraz pastwiska – 22,5 ha. Wykonane analizy gleby z górnych warstw (0–20 cm) umożliwiły określenie jej zasobności w fosfor, potas oraz pH w 1-M KCl (tab. 1). Zawartość fosforu i potasu w glebie na gruntach ornym określono metodą Egnera-Riehma, a na użytkach zielonych w wyciągu 0,5-M HCl. Glebę w większości punktów zaliczono za OBOJSKIM i STRĄCZYŃSKIM [1995] do grupy bardzo wysoko lub wysoko zasobnych w fosfor, co umożliwiło znaczne ograniczenie nawożenia tym składnikiem. Zasobność gleb w potas kształtowała się w przedziale od niskiej do wysokiej. Grunty orne o pH w KCl poniżej 5,8 zwapnowano, stosując wapno magnezowe lub dolomit w dawkach 2–3 t·ha⁻¹.

Tabela 1. Ocena zawartości fosforu i potasu w glebie i jej pH w KCl

Table 1. Estimate of phosphorus and potassium content in soil and pH in KCl

Użytek rolny Agriculture land	Zawartość (mg·kg ⁻¹ gleby) i ocena Content of nutrient (mg·kg ⁻¹ soil) and the estimate				pH
	P		K		
Pole nr II Field No II	62	średnia average	108	średnia average	5,2
Pole nr IV Field No IV	73	wysoka high	97	niska low	4,9
Pole nr VI Field No VI	175	bardzo wysoka very high	105	średnia average	4,9
Łąka Meadow	450	bardzo wysoka very high	268	bardzo wysoka very high	5,0
Pastwisko Pasture	336	bardzo wysoka very high	144	średnia average	5,5

METODY BADAŃ

W celu dokonania dokładnej oceny gospodarki azotem, fosforem i potasem na wybranych gruntach ornym, łące i pastwisku w ZD Falenty określono przychody i rozchody składników, obliczając w ten sposób bilanse polowe. Bilanse te wykonano dla trzech kolejnych lat kalendarzowych, odpowiadających cykлом produkcyjnym w okresie 1998–2000.

W przychodach przyjęto ilość składników wnoszonych na pola z nawozami mineralnymi i naturalnymi oraz materiałem siewnym. Ilość składników nawozowych zawartą w odchodach bydła przyjęto za SZPONAREM i in. [1996]. Posłużyła ona do obliczenia ładunku składników pozostających na pastwisku. W bilansach uwzględniono także ilość składników pochodzących z opadów atmosferycznych w przeliczeniu na hektar. W bilansie azotu uwzględniono jego biologiczne wiązanie przez rośliny motylkowate i drobnoustroje niesymbiotyczne [PIETRZAK, 1997].

Za rozchód przyjęto ilość składników wyniesionych z pól w postaci produktów roślinnych (ziarna zbóż, słoma, zielonka lub siano). W obliczeniach ilości składników zawartych w produktach przychodowych i rozchodowych oraz wykorzystania tych składników przyjęto za ZIOŁECKĄ, KUŹDOWICZEM i CHOMYSZYNYM [1987] oraz PIETRZAKIEM [1997] odpowiednie wskaźniki przeliczeniowe. Na podstawie różnicy między przychodami a rozchodami obliczono ich nadmiar, który pozostał w glebie lub uległ rozproszeniu (stratom) na skutek różnych czynników środowiskowych.

WYNIKI BADAŃ

W okresie badań na gruntach ornym, na każdym z omawianych pól uprawiano kukurydzę i pszenżyto, natomiast pszenicę ozimą tylko na polu II, a jarą na polu IV. Stosując obornik w uprawie kukurydzy na polach II i IV (tab. 2, 3), wnoszono większą ilość składników nawozowych niż z nawozami mineralnymi. Znając duże potrzeby nawozowe kukurydzy, w kolejnych latach jej uprawy bez obornika (1999 i 2000) na polu VI (tab. 4) znacznie zwiększono ilość stosowanych nawozów mineralnych, niekiedy nawet dwukrotnie. Stanowiło to główną składową przychodów. Ważną pozycją po stronie przychodów azotu były opady atmosferyczne i mikroorganizmy glebowe. Niewielką ilość w bilansie po stronie przychodów fosforu i potasu stanowiło ich wnoszenie z opadami i materiałem siewnym.

W uprawie kukurydzy nawożonej obiema formami nawozów lub tylko formą mineralną nie występowały wyraźne różnice w ilości plonów, co jest widoczne po stronie rozchodów poszczególnych składników (tab. 2, 3, 4). W bilansach kukurydzy nawożonej obiema formami nawozów stwierdzono nadmiar azotu, co wskazuje na możliwość ograniczenia nawożenia mineralnego tym składnikiem i poprawę jego wykorzystania. Bilanse fosforu w uprawie kukurydzy wskazały, że nawożenie w dawce $20 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ pokrywało zapotrzebowanie na ten składnik z niewielkim nadmiarem. W warunkach dużej zasobności gleb w fosfor należy zmniejszyć ilość tego składnika w nawożeniu, a gdy stosuje się obornik, zaprzestać nawożenia tym składnikiem. Z bilansów potasu w uprawie kukurydzy wynika, że w celu zaspokojenia zapotrzebowania tej rośliny na potas należy wnieść z nawożeniem około $150 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$. Tak duże zapotrzebowanie na potas powinno być uzupełniane formą mineralną, nawet gdy nawozi się obornikiem.

W uprawie pszenżyta z nawożeniem mineralnym na poszczególne pola wnoszono od 25 do $57,4 \text{ kg N}$, 10 kg P i $33\text{--}45 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 2, 3, 4). Tak jak w bilansach innych składników, znaczna ilość azotu była wnoszona z opadami atmosferycznymi, materiałem siewnym oraz przez mikroorganizmy glebowe. Ilość wnoszonego fosforu i potasu z opadami i materiałem siewnym była niewielka. W bilansach składników po stronie ich rozchodów wraz z plonem ziarna i słomy wynoszono od 43 do 70 kg N , $8\text{--}17 \text{ kg P}$ oraz $26\text{--}58 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nieznacznie ujemny

wynik bilansu fosforu w warunkach dużej lub bardzo dużej jego zawartości w glebie świadczy, że stosowane nawożenie można przyjąć za wystarczające w uprawie pszenżyta. Jak wynika z bilansu poszczególnych składników, nawożenie mineralne nie zawsze w pełni pokrywało potrzeby pszenżyta na potas i azot. Ze względu na uprawę pszenżyta w drugim lub trzecim roku po oborniku należy przyjąć, że występujące niekiedy niedobory azotu, fosforu lub potasu były dostatecznie uzupełniane w wyniku ich uwalniania w procesie rozkładu obornika.

Z porównania ilości składników wniesionych i wyniesionych w uprawie pszenicy ozimej wynikają ujemne różnice bilansowe wszystkich składników – potasu -22 kg, azotu ponad -20 kg, a fosforu -11 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 2). W warunkach średniej zasobności gleby tego pola w fosfor i potas możliwe było korzystanie z zasobów glebowych. Z uwagi na uprawę pszenicy w drugim roku po zastosowaniu obornika założono, że niedobory bilansowe wszystkich składników mogą być pokryte przez ich uwalnianie z resztek rozkładającego się obornika.

Ilość składników wniesionych w uprawie pszenicy jarej (tab. 3) po jesiennym zastosowaniu obornika w ilości około 11 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, nawożeniu mineralnym oraz uwzględniając wniesienie ich z opadami i materiałem siewnym, a także w wyniku procesów życiowych mikroorganizmów glebowych znacznie przekroczyła ilość tych składników wyniesionych z plonem ziarna i słomy. Przy założeniu wykorzystania składników z obornika w pierwszym roku wynoszącym 30% azotu, 40% fosforu i 70% potasu [MAĆKOWIAK, 1999] przedstawione w bilansie nadmiary znacznie zmaleją.

Bilanse składników na łące nawożonej nawozami mineralnymi i naturalnymi w różnej ilości i w warunkach zróżnicowanego plonowania wykazały znaczny ich nadmiar (tab. 5). Zastosowane w 1998 r. nawożenie obornikiem w ilości 20 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ i uzupełniające nawożenie mineralne w pełni pokryło ilość wyniesionego potasu, powodując spory nadmiar azotu i fosforu. Mineralne nawożenie łąki w 1999 r. ($83,4$ kg N, $9,6$ kg P i $47,4$ $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) było zbyt słabe, aby pokryć ilość składników wyniesionych z plonem. Nie stwierdzono jednak obniżenia plonowania, co wskazuje na korzystanie z zasobów glebowych i następcze działanie obornika. Bilanse składników za 2000 r. wykazały, że z nawożeniem obornikiem w dawce 30 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ i dodatkowym nawożeniem mineralnym niewielkimi dawkami azotu i potasu wnoszona była zbyt duża ilość tych składników. Nawożenie tylko obornikiem w warunkach obniżonego plonowania (spowodowanego niekorzystnym rozkładem opadów w sezonie wegetacyjnym) i mniejszego wyniesienia składników byłoby wystarczające.

W bilansach azotu, fosforu i potasu na pastwisku uwzględniono wnoszenie tych składników z nawozami mineralnymi, ich ilość w formie odchodów (stałych i płynnych) wydalanych przez pasące się bydło (tab. 6), a w bilansach azotu, oprócz ładunku wnoszonego z opadami atmosferycznymi i wiązane przez mikroorganizmy glebowe, uwzględniono tak jak na łące jego wnoszenie za pośrednictwem roślin motylkowatych. Odchody zwierzęce na pastwisku stanowiły ważną

pozycję w przychodach bilansowych azotu, fosforu i potasu. Bilanse wszystkich składników w 1998 r. wykazały ich znaczny nadmiar. Niższy poziom nawożenia azotem i fosforem na pastwisku w 1999 r. oraz niewielkie zwiększenie plonów w porównaniu z poprzednim rokiem znacznie zmniejszyły nadmiary tych składników. Niewielki wzrost poziomu nawożenia potasem utrzymał jego znaczny nadmiar w bilansie. Przyczyną ujemnej różnicy bilansowej potasu w 2000 r., mimo słabszego plonowania runi, była mniejsza ilość stosowanych nawozów azotowych i potasowych, podyktowana suszą.

DYSKUSJA WYNIKÓW

Poprzednio obliczone bilanse składników gospodarstwa w ZD Falenty za okres 1993–1997 [BARSZCZEWSKI, WALCZUK, BURS, 1999] wskazały na konieczność zrównoważenia ich składowych. Było to możliwe do osiągnięcia przez racjonalne nawożenie mineralne i bardziej poprawne stosowanie nawozów naturalnych, a nawet zmianę struktury użytkowania i zasiewów w gospodarstwie. Przystępując do działań naprawczych w tym zakresie, w 1998 r. przeprowadzono ocenę zasobności gleb w gospodarstwie. Ocena ta wskazuje na wysoką lub bardzo wysoką zasobność gleby większości pól w fosfor [OBOJSKI, STRĄCZYŃSKI, 1995]. Jednocześnie niskie pH gleby kwalifikuje niektóre pola do wapnowania. Przez wapnowanie uruchomiono fosfor glebowy i ograniczono nawożenie tym składnikiem. Połowe bilanse azotu, fosforu i potasu z kolejnych lat (1998–2000) wykazały znaczne różnice w pobraniu składników przez poszczególne uprawy z tych samych pól, wynikające głównie z potrzeb roślin oraz poziomu i rodzaju nawożenia. Pobieranie składników przez rośliny, znacznie przekraczające ilość tych składników wniesionych z nawozami mineralnymi, świadczy o korzystaniu z wcześniej zastosowanego obornika [MAĆKOWIAK, 1999] oraz z zapasów glebowych. Łączny nadmiar składników z trzech lat na polu II był niewielki i świadczył o racjonalnym nawożeniu fosforem i potasem oraz możliwościach niewielkiego ograniczenia nawożenia azotem. Znaczny nadmiar wszystkich składników na polu IV wskazywał na nadmierne nawożenie mineralne, gdy równocześnie stosowano obornik. Niedobór wszystkich składników w 1998 r. na polu VI był uzupełniony z nawożenia obornikiem w poprzednim roku zgodnie z zaleceniami MAĆKOWIAKA [1999]. Trzyletni nadmiar składników na łące i pastwisku świadczy o możliwości ograniczenia nawożenia azotem oraz fosforem, a potasem głównie na pastwisku. Sporządzone bilanse połowe azotu, fosforu i potasu w gospodarstwie ZD Falenty wskazały na możliwość lepszego wykorzystania tych składników przez racjonalne gospodarowanie zasobami obornika i gnojówki. Pozornie duży nadmiar azotu na polach nawożonych obornikiem wynikał z tego, że rośliny wykorzystywały ten składnik tylko w trzydziestu procentach [MAĆKOWIAK, 1999]. Zmniejszenie nadmiaru azotu ograniczy jego przemieszczanie do wody, które wg SAPKA [1995] może stanowić nawet 40% nadmiaru.

WNIOSKI

1. Największy nadmiar składników nawozowych na gruntach ornych stwierdzono w uprawie kukurydzy po nawożeniu obornikiem, a duży niedobór potasu w jej uprawie bez obornika.

2. Ujemne różnice bilansowe na łące oraz w uprawie pszenicy i pszenżyta w drugim roku po zastosowaniu obornika w większości były pokrywane z rozkładu obornika.

3. Z porównania wykorzystania składników na pastwisku wynika, że stosowane nawożenie azotem i fosforem było odpowiednie, wskazane jest ograniczenie nawożenia potasem.

4. Obliczone bilanse składników nawozowych dla poszczególnych upraw w gospodarstwie, poparte znajomością zasobności gleb, przyczynią się do dalszej poprawy efektywności nawożenia z korzyścią dla środowiska.

LITERATURA

- BARSZCZEWSKI J., WALCZUK T., BURS W., 1999. Bilans azotu, fosforu i potasu w gospodarstwie na przykładzie Zakładu Doświadczalnego w Falentach. *Wiad. IMUZ* t. 20 z. 1 s. 29–37.
- KOPEĆ M., MAZUR K., FILIPEK-MAZUR B., 1996. Zmiany w zawartości N-NO₃ w runi łąkowej w dziesięcioletnim okresie zróżnicowanego nawożenia i wapnowania w doświadczeniu statycznym (Czarny Potok). *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 440 s. 185–191.
- MAĆKOWIAK CZ., 1999. Przechowywanie i stosowanie nawozów organicznych zgodnie z wymogami UE i ochrony środowiska. Szepietowo: WPODR ss. 14.
- NAWROCKI S., 1996. Rolnictwo a ochrona środowiska. *Zesz. Edukac.* 1/96. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 35–45.
- OBOJSKI J., STRĄCZYŃSKI S., 1995. Odczyn i zasobność gleb Polski w makro- i mikroelementy. Puławy: IUNG s. 40.
- PIETRZAK S., 1997a. Bilans azotu w gospodarstwie rolnym – metoda i interpretacja. W: Nadmiar azotu w rolnictwie czynnikiem zagrożenia zdrowia człowieka. Międzynarodowa konferencja 9–10.01.1997 r. Warszawa. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 71–77.
- PIETRZAK S., 1997b. Metoda bilansowania składników nawozowych w gospodarstwie rolnym. *Mater. Instr.* 116. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 22.
- SAPEK A., 1995. Wpływ rolnictwa na jakość wody. *Rolnictwo polskie i ochrona jakości wody* Pr. zbior. Red. A. Giziński. Światowy Dzień Ochrony Środowiska – Toruń. Przysiek: ODR-RCEE s. 7–21.
- SAPEK A., 1996. Udział rolnictwa w zanieczyszczeniu wody składnikami nawozowymi. *Zesz. Edukac.* 1/96. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 9–33.
- SZPONAR L., PAWLIK-DOBROWOLSKI J., DOMAGAŁA R., TWARDY S., TRACZYK I., 1996. Bilans azotu, fosforu i potasu w rolnictwie polskim. *Pr. IŻŻ* 80 ss. 101.
- ZIOŁECKA A., KUŹDOWICZ M., CHOMYSZYN M., 1987. Tabele składu mineralnego pasz krajowych. Warszawa: PWN.

Jerzy BARSZCZEWSKI, Wojciech BURS

**FIELD NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM BALANCES IN A FARM:
AN EXAMPLE OF EXPERIMENTAL FARM AT FALENTY**

Key words: field nitrogen, phosphorus and potassium balances, utilization and excess of nutrients

S u m m a r y

Experimental Farm of Land Reclamation and Grassland Farming at Falenty managed 80.0 ha of arable lands and 100.0 ha of grasslands producing fodder for cattle breeding. Nitrogen, phosphorus and potassium balances were made for three years (1998–2000) on selected representative fields of this farm.

From among five chosen fields, three were arable lands and two were grasslands (meadows and pastures). Arable lands were primarily limed according to their fertility and pH to mobilise soil phosphorus and limit phosphorus fertilisation. Mineral and organic fertilisation was applied on both types of fields. Field balances of N, P and K in subsequent years showed significant differences in nutrient uptake by particular crops from the same fields. The differences resulted from plant requirements and from the level and type of fertilisation.

Nutrient uptake significantly exceeding mineral fertilisation indicated its utilisation from the formerly applied manure. Summarised excess of a nutrient during three years pointed to a possibility of limiting fertilisation which would improve the effectiveness of production with obvious benefits for the environment.

Recenzenci:

prof. dr hab. Kazimierz Mazur

dr inż. Stefan Pietrzak

Praca wpłynęła do Redakcji 27.02.2002 r.

Tabela 2. Bilans NPK dla pola nr II**Table 2.** NPK balance for field No II

Składowa bilansu Budget element	Lata i uprawa Years and crop								
	1998			1999			2000		
	pszenżyto N	triticale P	K	kukurydza N	maize P	K	pszenica ozima N	winter wheat P	K
Wnoszenie, kg·ha ⁻¹ Input, kg·ha ⁻¹									
– nawozy mineralne mineral fertilizers	52,0	9,3	43,9	34,0	–	46,9	52,0	3,8	23,4
– obornik manure	–	–	–	108,8	28,1	126,4	–	–	–
– opady atmosferyczne atmospheric precipitation	19,3	0,3	3,7	16,4	0,5	5,7	15,5	0,5	3,7
– mikroorganizmy glebowe soil microorganisms	10,0	–	–	10,0	–	–	10,0	–	–
– materiał siewny seeds	3,1	0,6	0,7	0,8	0,1	0,3	4,5	0,9	1,2
Suma Sum	84,4	10,2	48,3	170,0	28,7	179,3	82,0	5,2	28,3
Wynoszenie, kg·ha ⁻¹ Output, kg·ha ⁻¹									
– ziarno lub zielonka grain or green forage	29,1	5,7	6,9	83,0	13,8	149,4	68,5	12,7	14,7
– słoma straw	13,6	1,9	19,4	–	–	–	24,0	3,4	34,2
Suma Sum	42,7	7,6	26,3	83,0	13,8	149,4	92,5	16,1	48,9
Wykorzystanie, % Utilisation, %	50,6	74,5	54,5	48,8	48,1	83,3	112,8	309,6	172,8
Nadmiar (+) lub niedobór (-), kg·ha ⁻¹ Surplus (+) or deficit (-), kg·ha ⁻¹	+41,7	+2,6	+22,0	+87,0	+14,9	+29,9	-10,5	-10,9	+20,6
Łączny nadmiar (1998–2000), kg·ha ⁻¹ Total surplus (1998–2000), kg·ha ⁻¹							+118,2	+6,6	+72,5

Tabela 3. Bilans NPK dla pola nr IV

Table 3. NPK balance for field No IV

Składowa bilansu Budget element	Lata i uprawa Years and crop								
	1998 pszenica jara spring wheat			1999 pszenżyto tritiale			2000 kukurydza maize		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Wnoszenie, kg·ha ⁻¹ Input, kg·ha ⁻¹									
– nawozy mineralne mineral fertilizers	34,0	16,1	43,6	57,4	6,2	33,3	80,7	13,6	–
– obornik manure	54,4	14,0	63,2	–	–	–	131,2	33,9	152,5
– opady atmosferyczne atmospheric precipitation	19,3	0,3	3,7	16,4	0,5	5,7	15,5	0,5	3,7
– mikroorganizmy glebowe soil microorganisms	10,0	–	–	10,0	–	–	10,0	–	–
– materiał siewny seeds	4,0	0,7	1,0	3,1	0,6	0,7	0,8	0,1	0,3
Suma Sum	121,7	31,1	111,5	86,9	7,3	39,7	238,2	48,1	156,5
Wynoszenie, kg·ha ⁻¹ Output, kg·ha ⁻¹									
– ziarno lub zielonka grain or green forage	62,5	11,6	15,6	46,6	9,1	11,1	94,2	15,7	169,6
– słoma straw	21,9	3,1	31,3	19,9	2,8	28,5	–	–	–
Suma Sum	84,4	14,7	46,9	66,5	11,9	39,6	94,2	15,7	169,6
Wykorzystanie, % Utilisation, %	69,4	47,3	42,1	76,5	163,0	99,7	39,5	32,6	108,4
Nadmiar (+) lub niedobór (-), kg·ha ⁻¹ Surplus (+) or deficit (-), kg·ha ⁻¹	+37,3	+16,4	+64,6	+20,4	-4,6	+0,1	+144,0	+32,4	+13,1
Łączny nadmiar (1998–2000), kg·ha ⁻¹ Total surplus (1998–2000), kg·ha ⁻¹							+201,7	+44,2	+77,8

Tabela 4. Bilans NPK dla pola nr VI

Table 4. NPK balance for field No VI

Składowa bilansu Budget element	Lata i uprawa Years and crop								
	1998			1999			2000		
	pszenżyto N	triticale P	K	kukurydza N	maize P	K	kukurydza N	maize P	K
Wnoszenie, kg·ha ⁻¹ Input, kg·ha ⁻¹									
– nawozy mineralne mineral fertilizers	25,8	9,9	44,8	83,4	20,0	86,3	117,4	20,2	86,3
– obornik manure	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– opady atmosferyczne atmospheric precipitation	19,3	0,3	3,7	16,4	0,5	5,7	15,5	0,5	3,7
– mikroorganizmy glebowe soil microorganisms	10,0	–	–	10,0	–	–	10,0	–	–
– materiał siewny seeds	3,1	0,6	0,7	0,8	0,1	0,3	0,8	0,1	0,3
Suma Sum	58,2	10,8	49,2	110,6	20,6	92,3	143,7	20,8	90,3
Wynoszenie, kg·ha ⁻¹ Output, kg·ha ⁻¹									
– ziarno lub zielonka grain or green forage	48,8	13,2	16,2	83,0	13,8	149,4	94,2	15,7	169,6
– słoma straw	20,8	4,2	41,5	–	–	–	–	–	–
Suma Sum	69,6	17,4	57,7	83,0	13,8	149,4	94,2	15,7	169,6
Wykorzystanie, % Utilisation, %	119,6	161,1	117,3	75,0	161,9	65,6	65,6	75,5	187,8
Nadmiar (+) lub niedobór (-), kg·ha ⁻¹ Surplus (+) or deficit (-), kg·ha ⁻¹	-11,4	-6,6	-8,5	+27,6	+6,8	-57,1	+49,5	+5,1	-79,3
Łączny nadmiar (1998–2000), kg·ha ⁻¹ Total surplus (1998–2000), kg·ha ⁻¹							+65,7	+5,3	-144,9

Tabela 5. Bilans NPK dla łąki w Laszczkach

Table 5. NPK balance for meadow in Laszczki

Składowa bilansu Budget element	Lata i uprawa Years and crop								
	1998			1999			2000		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Wnoszenie, kg·ha ⁻¹ Input, kg·ha ⁻¹									
– nawozy mineralne mineral fertilizers	66,7	14,3	30,1	83,4	9,6	47,4	35,3	–	22,0
– obornik manure	104,0	26,8	120,8	–	–	–	156,0	40,2	181,2
– opady atmosferyczne atmospheric precipitation	19,3	0,3	3,7	16,4	0,5	5,7	15,5	0,5	3,7
– rośliny motylkowate legumes	6,3	–	–	6,3	–	–	6,3	–	–
– mikroorganizmy glebowe soil microorganisms	10,0	–	–	10,0	–	–	10,0	–	–
Suma Sum	206,3	41,4	154,6	116,1	10,1	53,1	223,1	40,7	206,9
Wynoszenie, kg·ha ⁻¹ Output, kg·ha ⁻¹									
– zielonka (suma) green forage (sum)	148,0	19,2	148,0	165,9	21,6	165,9	136,3	17,7	136,3
Wykorzystanie, % Utilisation, %	71,7	46,4	95,7	142,9	213,9	312,4	61,1	43,5	65,9
Nadmiar (+) lub niedobór (-), kg·ha ⁻¹ Surplus (+) or deficit (-), kg·ha ⁻¹	+58,3	+22,2	+6,6	-49,8	-11,5	-112,8	+86,8	+23,0	+70,6
Łączny nadmiar (1998–2000), kg·ha ⁻¹ Total surplus (1998–2000), kg·ha ⁻¹							+95,3	+33,7	-35,6

Tabela 6. Bilans NPK dla pastwiska**Table 6.** NPK balance for pasture

Składowa bilansu Budget element	Lata i uprawa Years and crop								
	1998			1999			2000		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Wnoszenie, kg·ha ⁻¹ Input, kg·ha ⁻¹									
– nawozy mineralne mineral fertilizers	118,6	16,3	84,6	90,7	9,8	91,4	76,2	4,8	37,2
– obornik manure	93,3	17,8	116,2	93,3	17,8	116,2	74,7	14,2	93,0
– opady atmosferyczne atmospheric precipitation	9,8	0,1	1,7	9,8	0,1	1,7	9,8	0,1	1,7
– rośliny motylkowate legumes	9,6	–	–	9,6	–	–	9,6	–	–
– mikroorganizmy glebowe soil microorganisms	5,5	–	–	5,5	–	–	5,5	–	–
Suma Sum	236,8	34,2	202,5	208,9	27,7	209,3	175,8	19,1	131,9
Wynoszenie, kg·ha ⁻¹ Output, kg·ha ⁻¹									
– zielonka (suma) green forage (sum)	196,6	25,4	168,0	205,7	26,5	174,6	157,3	20,3	134,4
Wykorzystanie, % Utilisation, %	83,0	74,3	83,0	98,5	95,7	83,4	89,5	106,0	101,9
Nadmiar (+) lub niedobór (-), kg·ha ⁻¹ Surplus (+) or deficit (-), kg·ha ⁻¹	+40,2	+8,8	+34,5	+3,2	+1,2	+34,7	+18,5	-1,2	-2,5
Łączny nadmiar (1998–2000), kg·ha ⁻¹ Total surplus (1998–2000), kg·ha ⁻¹							+61,9	+8,8	+66,7