

Sposób obliczania dawki nawozów fosforowych mineralnych – uproszczony bilans fosforu, w tym wskaźnik pobrania jednostkowego fosforu przez runo łąkowe

prof. dr hab. Stefan Pietrzak, dr Dominika Juszowska.

Uproszczony bilans fosforu - ogólna formuła obliczenia dawki nawozów fosforowych na użytki zielone:

$$P_{\min} = \frac{[P_p - (P_{n\ell} + P_{np} + P_{op})] \cdot z}{k}$$

gdzie:

$P_{n\ell}$ – dawka azotu w nawozach mineralnych, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ UZ;

P_p – prognozowane pobranie fosforu przez roślinność łąkowo-pastwiskową, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ UZ;

$P_{n\ell}$ – dawka fosforu działającego z nawozów naturalnych na łąki, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ UZ;

P_{np} – dawka fosforu działającego z nawozów naturalnych na pastwiska, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ UZ;

P_{op} – dawka azotu działającego z kompostu i innych nawozów organicznych oraz pofermentu, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ UZ;

z – współczynnik uwzględniający zasobność gleby w fosfor wg tabeli 1 (współczynnik uwzględniający zasobność gleby w fosfor (i potas) określa się na podstawie wyników badań agrochemicznych gleb na zawartości fosforu (potasu) przyswajalnego dla roślin w glebie);

k – współczynnik wykorzystania fosforu z nawozów mineralnych; na podstawie tabel 2 i 3 można przyjąć $k = 0,4$.

Tabela 1. Współczynniki przeliczeniowe potrzeb pokarmowych roślin na potrzeby nawożenia [Jończyk 2017]

Składnik	Zasobność gleby - z			
	bardzo niska lub niska	średnia	wysoka	bardzo wysoka
Fosfor	1,25	1	0,75	0,50
Potas	1,4	1,2	1,0	0,8

Tabela 2. Wykorzystanie (%) składników mineralnych z nawozów [Jankowska-Huflejt 2008 za Szymoną i in., 2000]

Składnik	Użytki zielone
Azot	70–90
Fosfor	30–45
Potas	55–85

Tabela 3. Wykorzystanie składników z nawozów stosowanych na użytki zielone [Grześkowiak 2016]

Składnik	Nawóz mineralny w roku zastosowania
Azot	70-100%
Fosfor	30-50%
Potas	50-90%

Do obliczenia dawki fosforu działającego z nawozów naturalnych na łąki i pastwiska (P_{nt}) zastosować należy współczynniki wykorzystania P (K) z tych nawozów podane w tabeli 4.

Tabela 4. Współczynniki wykorzystania fosforu i potasu z nawozów naturalnych [IUNG-PIB, Jończyk 2017]

Nawóz naturalny	W pierwszym roku po zastosowaniu		W drugim roku po zastosowaniu	
	P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O
Obornik	0,4	0,8	0,3	0,1
Gnojowica	0,8	0,8	0,1	0,1
Gnojówka	0,8	-	0,1	-
Kompost	0,4	0,8	0,3	0,1

Do obliczania prognozowanego pobrania fosforu przez ruń trwałych użytków zielonych (P_p) należy skorzystać z poniższego wzoru:

$$P_p = P_{pr} \cdot p_{jp}$$

gdzie:

P_{pr} – zakładany plon plonu runi TUZ gospodarstwie rolnym, $t \cdot ha^{-1}$;

p_{jp} – pobranie jednostkowe fosforu, $kg P_2O_5 \cdot t^{-1}$ (według tabeli 5 za: Fotyma i in. 2001)

Tabela 5. Pobranie makro składników na wyprodukowanie jednostki plonu runi trwałych użytków zielonych

Specyfikacja	Pobranie składnika na jednostkę plonu, $kg \cdot t^{-1}$ z.m.						Źródło
	azot (N)	fosfor (P_2O_5)	potas (K_2O)	wapń (CaO)	magnez (MgO)	siarka (S/ SO_3)	
Ruń łąkowa i pastwiskowa (z.m)	4,5-5,0	1,4	4,5-6,0	1,5-2,0	0,6-0,7	0,5/1,25	Grupa Azoty
Łąki, pastwiska – zielona masa (25% s.m.)*	4,50	1,37	5,78	-	0,83	-	Fotyma, Jadczyzyn, Pietruch 2001
Użytki zielone:							Karklins 2001
- łąka	4,00	1,15	4,94	-	-	-	
- pastwisko	3,80	1,15	4,94	-	-	-	

* Przeciętna zawartość suchej masy w zielonce łąkowej wynosi ok. 25% [Grabowski 2017], co potwierdzają dane zawarte w Bazie Danych Pasz Krajowych Instytutu Zootechniki - Państwowego Instytutu Badawczego [2010].

Na podstawie analizy prac różnych autorów – tabela 5, można przyjąć, że optymalna wartość wskaźnika jednostkowego pobrania P_2O_5 przez ruń trwałych użytków zielonych (p_{jp}) wynosi $1,37 kg P_2O_5 \cdot t^{-1}$ zielonej masy.

Literatura:

1. Fotyma M., Jadczyzyn T., Pietruch Cz. 2001. A decision support system for sustainable nutrient management on farm level: MACROBIL. Nawozy i Nawożenie - Fertilizer and Fertilization, nr 2 (7) s. 7-26. Dostęp: 17.05.2021]. Dostępny w Internecie: [http://nawfert.iung.pulawy.pl/zeszyty/pelne/6%202001\(1\).pdf](http://nawfert.iung.pulawy.pl/zeszyty/pelne/6%202001(1).pdf)
2. Grabowski K. 2017. Szkody wyrządzane przez zwierzęta łowne na użytkach zielonych oraz problemy z ich szacowaniem. Ogólnopolska Konferencja pt. "Straty i szkody wyrządzane przez

- dzikie zwierzęta w gospodarce rolnej, leśnej i rybackiej". Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, 24 listopada 2017. [Dostęp: 17.05.2021]. Dostępny w Internecie: http://www.uwm.edu.pl/wbz/sites/default/files/uploads/WBZ/Dokumenty/Katedry/KHZFiL/Konferencja24-11-2017/3_grabowski_k_uwm_2017_szkody_na_uzytkach_zielonych.pdf
3. Grupa Azoty. Nawożenie upraw – użytki zielone. Dostępny w Internecie. [Dostęp: 17.05.2021]. Dostępny w internecie: <https://nawozy.eu/wiedza/poradnik-nawozenia/uzytki-zielone.html>
 4. Grześkowiak A. 2016. Vademecum nawożenia czyli podstawowe i praktyczne informacje o zrównoważonym nawożeniu. Police: Grupa Azoty Zakłady Chemiczne „Police“ S.A. ss. 112 (tabela: s. 56)
 5. Instytut Zootechniki - Państwowy Instytut Badawczy w Krakowie. Tabele składu chemicznego i wartości pokarmowej pasz. Kraków-Balice 2010 ss. 102. [Dostęp: 17.05.2021]. Dostępny w Internecie: http://www.izoo.krakow.pl/zalaczniki/tabele_pasz/Tabele-pasz-2010_E.pdf
 6. IUNG-PIB. Nawozy naturalne - skład chemiczny i dawkowanie. [Dostęp: 15.05.2019]. Dostępny w Internecie: http://iung.pl/dpr/nawozy_naturalne_rodzaje.html
 7. Jankowska-Huflejt H. 2008. Wytyczne nawożenia łąk w gospodarstwach ekologicznych. Materiały Instruktażowe/Procedury nr 119/3. Falenty: Wydawnictwo IMUZ. ss. 20.
 8. Jończyk K. 2017. Gospodarka nawozowa i kształtowanie żyzności gleb w rolnictwie ekologicznym. Prezentacja. [Dostęp: 15.05.2019]. Dostępny w Internecie: <http://www.kpodr.pl/wp-content/uploads/2017/05/Gosp-naw-w-rol-EKO-24-05-2017-Pokrzydowo1.pdf>
 9. Karklins A. 2001. Model for the calculation of nutrient offtake by crop: ‘Offtake’ model. Nawozy i Nawożenie – Fertilizers and Fertilization, nr 1(6) s. 63–74.

Maksymalne ilości fosforu ze wszystkich źródeł do stosowania na łąki i pastwiska, położone na glebach mineralnych i organicznych

Tabela 6. Dopuszczalne poziomy nawożenia fosforem [kg P₂O₅·ha⁻¹] gleb w systemie konwencjonalnym i zrównoważonym [Barszczewski i in. 2014]

	System gospodarowania			
	intensywny	półintensywny	ekstensywny	zrównoważony
gleby mineralne				
Liczba pokosów w roku	3-4	2 (możliwy 1 dodatkowy wypas)	2 (możliwy 1 dodatkowy wypas) lub 1 + 2 rotacje wypasu	3
I pokos	max. 90	70*	25*	60*
gleby organiczne				
Liczba pokosów w roku	3	2-3	2 (głównie na siano)	3 (głównie na kiszonkę)
I pokos	90*	70*	35*	70*

* Nawożenie P podano przy średniej jego zasobności w glebach, przy wysokiej zasobności -25%; przy niskiej zasobności +25%.

Tabela 7. Dopuszczalne poziomy nawożenia gleb mineralnych i hydrogenicznych (organicznych) w systemie ekologicznym [Barszczewski i in. 2014]*

Pokosy	Warianty nawożenia w zależności od rodzaju nawozu naturalnego					
	I		II		III	
	obornik lub kompost, t·ha ⁻¹	kg P ₂ O ₅ ·ha ⁻¹	gnojowica, m ³ ·ha ⁻¹	kg P ₂ O ₅ ·ha ⁻¹	gnojówka, m ³ ·ha ⁻¹	kg P ₂ O ₅ ·ha ⁻¹
I	25	0	20	uzupełnić do 70 na podstawie analizy chemicznej nawozu**	20	uzupełnić do 70 na podstawie analizy chemicznej nawozu**
II	0	0	10		10	
III	0	0	0		0	
Σ _{roczna}	25	0	30		30	

* Uwagi: obornik lub kompost stosować jesienią lub wiosną; konieczna analiza chemiczna nawozów naturalnych; w ekstensywnym poziomie gospodarowania jedno lub dwukośnym nawożenie na odpowiednio niższym poziomie;

** Nawożenie P podano przy średniej jego zasobności w glebach, przy wysokiej zasobności -20%; przy niskiej zasobności +20%.

Tabela 8. Dopuszczalne poziomy nawożenia pastwisk fosforem [kg P₂O₅ ha⁻¹] na glebach mineralnych i hydrogenicznych (organicznych) w zależności od intensywności gospodarowania [Barszczewski i in. 2014]

Składnik nawozowy	Gospodarowanie		
	intensywne (5-7 rotacji)	półintensywne (4-5 rotacji)	niskointensywne (2-3 rotacje)
gleby mineralne			
P ₂ O ₅	70*	60*	25*
gleby hydrogeniczne			
P ₂ O ₅	80*	60*	35*

* Nawożenie P podano przy średniej jego zasobności w glebach, przy wysokiej zasobności -20%; przy niskiej zasobności +20%

Literatura:

- Barszczewski J., Wasilewski Z., Terlikowski J., Jankowska-Huflejt H., Wróbel B. 2014. Standardy gospodarowania na łąkach i pastwiskach niżowych w gospodarstwach nieobjętych programem rolnośrodowiskowo-klimatycznym. Falenty: Wydawnictwo ITP s. 18-33, 44-49

Rozkład dawek P na użytki zielone

Przyjęty rozkład dawek P na użytki zielone – na podstawie tabel 9-10: obliczoną dawkę nawozów fosforowych zastosować jednorazowo – wiosną.

Tabela 9. Podział dawki P na użytki zielone na podstawie literatury

Spotykane zalecenia	Źródło
Całoroczną dawkę fosforu można wysiać jednorazowo. Aby już od wiosny roślinność mogła korzystać z fosforu dostarczanego w nawozie, na części pastwiska zaleca się nawożenie już jesieni. Dotyczy to pastwisk, na których nie występują zmywy powierzchniowe. Na pozostałej powierzchni należy wysiać nawóz wczesną wiosną.	Wasilewski 1996.
Nawożenie fosforem stosuje się w jednorazowej dawce wczesną wiosną (lub jesienią na użytkach nie zalewanych).	Jadczyszyn, Kowalczyk, Lipiński 2010.
Cała ilość fosforu w nawozie należy stosować we wczesnej fazie sezonu dla systemów 1 lub 2 pokosowych oraz użytków zielonych, które są przeznaczone wyłącznie do wypasu, zwłaszcza jeśli zasoby fosforu w glebie są niskie. W celu uzyskania długotrwałej poprawy można stosować zimą słabiej rozpuszczalne formy fosforanów.	Potash Development Association 2020.
Na większości łąk i pastwisk na lekkich glebach mineralnych i torfowo-mineralnych powinno się systematycznie stosować nawozy fosforowe.. W przypadku łąk dawka roczna powinna być podzielona na dwie porcje i zastosowana wiosną oraz jesienią. Na pastwiskach dodatkowo stosuje się fosfor po trzecim wypasie, odpowiednio zmniejszając dawkę wiosenną i jesienną.	Zawistowska 2014.
<ul style="list-style-type: none"> – Systematyczne nawożenie fosforowe powinno być stosowane na większości łąk i pastwisk, na lekkich glebach mineralnych i torfowo-mineralnych, z wyjątkiem zasobnych w wiwianit. Na łąkach powinno się stosować fosfor co roku, wiosną od $\frac{1}{2}$ do $\frac{3}{4}$, a jesienią od $\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{2}$ dawki całorocznej. Pastwiska zasila się dodatkowo także po trzecim wypasie, zmniejszając odpowiednio dawkę wiosenną i jesienną. – Jesienią (na przełomie września i października) ponowne wysiewanie fosforu (i potasu) umożliwia odpowiedni przyrost masy i zgromadzenie w komórkach roślin substancji zapasowych, zapewniających dobre przetrzymywanie oraz sprzyja tworzeniu większej liczby pędów na wiosnę. 	Domański 2005.
<ul style="list-style-type: none"> – Na glebach torfowych najlepiej jest stosować P i K w okresie wegetacji, ponieważ torf ma słabą zdolność zatrzymywania tych składników. Potasu nie należy stosować na glebach piaszczystych późną jesienią/zimą, ponieważ jest on łatwo wypłukiwany z piaszczystych gleb. – Na glebach mineralnych innych niż piaszczyste, na których żyzność gleby jest słaba, najlepiej jesienią zastosować dość dużą dawkę fosforu i potasu, aby sprzyjać krzewieniu i rozwojowi korzeni. Wraz z poprawą żyzności gleby czas stosowania P i K staje się mniej krytyczny, ale stosowanie P i K wraz z azotem w okresie wegetacji jest korzystne pod względem czasu i pracy. 	The Fertilizer Association of Ireland.

Tabela 10. Rozkład dawek P i K na użytki zielone położone na glebach mineralnych w sezonie wegetacyjnym [Łękawska i in. 1995]

Rozkład dawek NPK w sezonie wegetacyjnym na użytkach zielonych położonych na glebach mineralnych w %

Grupa	Rodzaje typologiczne użytków zielonych	Łąki kośne								Pastwiska			
		liczba pokosów	N			K			P	liczba wypasów	N	K	P
			W	po I	po II	W	po I	po II					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	łąki właściwe	2	50	50	–	50	50	–	100% wiosną	5	użytkuje się wyłącznie kośnie		
		3	30	40	30	30	40	30	100% wiosną				
	łąki zgradowiałe typowe	2	50	50	–	50	50	–	100% wiosną	6	w równych dawkach wiosną i po każdym wypasie bez ostatniego	40% wiosną i po 30% po II i IV wypasie	100% wiosną lub po 50% wiosną i po II wypasie
		3	30	40	30	30	40	30	100% wiosną				
II	łąki popławne	2	50	50	–	50	50	–	100% wiosną lub po 50% wiosną i jesienią roku poprzedniego	4	w równych dawkach wiosną i po każdym wypasie bez ostatniego	40% wiosną i po 30% po I i IV wypasie	100% wiosną albo po 50% wiosną i jesienią roku poprzedniego lub po 50% wiosną i po II wypasie
		3	40	40	20	40	40	20					
	grądy właściwe 'świeże'	2	50	50	–	50	50	–	100% wiosną lub po 50% wiosną i jesienią roku poprzedniego	4	w równych dawkach wiosną i po każdym wypasie bez ostatniego	40% wiosną i po 30% po I i IV wypasie	100% wiosną albo po 50% wiosną i jesienią roku poprzedniego lub po 50% wiosną i po II wypasie
		3	40	40	20	40	40	20					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
III	grądy właściwe typowe	2	60	40	–	60	40	–	100% wiosną lub po 50% wiosną i jesienią roku poprzedniego	3	50–60% wiosną reszta po każdym wypasie bez ostatniego	50% wiosną reszta po wypasach	100% wiosną
		3	50	30	20	50	30	20					
	grądy pobagienne	2	50	50	–	50	50	–	100% wiosną lub po 50% wiosną i jesienią roku poprzedniego	3	w równych dawkach wiosną i po wypasach bez ostatniego	40% wiosną reszta po wypasach	100% wiosną
		3	40	40	20	40	40	20					
IV	łąki zgradowiałe zubożałe	2	50	50	–	50	50	–	100% wiosną lub po 50% wiosną i jesienią roku poprzedniego	3	50–60% wiosną reszta po każdym wypasie	50% wiosną reszta po wypasach	100% wiosną
		4	–	–	–	–	–	–					
	grądy podmokłe	1	100	–	–	100	–	–	100% wiosną	–	użytkuje się wyłącznie kośnie	100% wiosną	100% wiosną
		2	40	60	–	40	60	–					
IV	grądy zubożałe	–	–	–	–	–	–	–	–	1	100% wiosną	100% wiosną	100% wiosną
		2	–	–	–	–	–	–					

W – wiosna

Literatura:

1. Domański P. J. 2005. Nawożenie łąk i pastwisk. Dostęp: [8.09.2020]. Dostępny w Internecie: <https://www.ihar.edu.pl/nawozenie.php>
2. Jadczyński T., Kowalczyk J., Lipiński W. 2010. Zalecenia nawozowe dla roślin uprawy polowej i trwałych użytków zielonych. Materiały szkoleniowe Nr 95. Puławy: IUNG-PIOB, ss. 24.
3. Łękawska I., Kryński K., Kowalczyk J., Łoszewski A. 1995. Nawożenie NPK i nawozami gospodarskimi trwałych użytków zielonych położonych na glebach mineralnych. Materiały Instruktażowe nr 112. Falenty: IMUZ ss. 34.
4. Potash for grassland for silage and grazing. 2020. Potash Development Association. Dostęp: [8.09.2020]. Dostępny w Internecie: https://www.pda.org.uk/pda_leaflets/14-potash-for-grassland/phosphate-potash-removal
5. The Fertilizer Association of Ireland. Dostęp: [8.09.2020]. Dostępny w Internecie: <https://www.fertilizer-assoc.ie/faqs/>
6. Wasilewski 1996. Organizacja i użytkowanie pastwisk na glebach mineralnych. Materiały instruktażowe nr 113. Falenty: Wydawnictwo IMUZ ss. 23.
7. Zawistowska A. 2014. Nawożenie użytków zielonych. Dostęp: [8.09.2020]. Dostępny w Internecie: <http://odr.pl/produkcja-roslinna/uzytki-zielone/nawozenie-uzytkow-zielonych/>