

## NAKLĄDY NA WAPNOWANIE GLEB WYBRANYMI ZESTAWAMI MASZYN

Jan Kamionka

*Institut Budownictwa Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie*

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono analizę nakładów materiałowo-energetycznych i kosztów wapnowania gleb wapnem nawozowym o różnej procentowej zawartości CaO wytypowanymi zestawami maszyn. Przyjęta dawka wapna wynosi 2,0 i 2,5 t CaO na hektar. Ocena maszyn pod względem nakładów materiałowo-energetycznych i kosztów wykonania zabiegu jest zbieżna, i umożliwia wskazanie zestawu maszyn o najniższych kosztach i nakładach materiałowo-energetycznych. Koszty wysiewu wapna, w zależności od procentowej zawartości CaO wybranymi zestawami maszyn wynoszą - 67,60 do 103,80 zł·ha<sup>-1</sup> przy wysiewie wapna w dawce 2,0 t CaO na hektar oraz 78,90 do 126,10 zł·ha<sup>-1</sup> przy dawce 2,5 t CaO na hektar. Nakłady materiałowo-energetyczne wynoszą odpowiednio 376 do 618 MJ·ha<sup>-1</sup> i 439 do 750 MJ·ha<sup>-1</sup>.

**Słowa kluczowe:** wapnowanie gleb, koszty, nakłady energetyczne

### Wstęp

Udział gleb bardzo kwaśnych i kwaśnych w naszym kraju przekracza 50% i są to gleby, na których wapnowanie jest konieczne i potrzebne. Głównymi przyczynami zakwaszenia gleb są „kwaśne deszcze”, nawożenie azotem i wymywanie wapnia podczas opadów jesienno-zimowych. Zakwaszenie gleb bardzo znacznie ogranicza ich produktywność, a w wielu przypadkach uniemożliwia uzyskanie wysokojakościowych surowców do produkcji zdrowej żywności. Odczyn gleby zmniejszając się poniżej wartości optymalnej dla danego pierwiastka prowadzi do szybkiego spadku jego efektywności plonotwórczej. Z trzech podstawowych składników mineralnych (N,P,K), najsilniej na zakwaszenie gleb reaguje fosfor [Grzebisz i in. 2006].

Przy wykonywaniu wapnowania na glebach bardzo lekkich i lekkich, zalecana dawka wapna wynosi od 2,0 do 2,5 t CaO na hektar. Dawka wapna nawozowego wynosi wówczas od 2,5 do 10 t·ha<sup>-1</sup> w zależności od zawartości czystego składnika. Przy tak dużej rozpiętości dawki wapna nawozowego na hektar należy zakładać, że różnica w kosztach wykonania samego zabiegu wapnowania będzie znacząca.

### Materiał i metody

Celem opracowania jest wskazanie najbardziej odpowiedniego zestawu maszyn do wapnowania gleb z punktu widzenia kosztów i nakładów energetycznych w zależności od

typu stosowanego wapna nawozowego. Typy wapna oraz jego odmiany i parametry jakościowe zawarte są w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 9 maja 2004 roku. W wapnie o zawartości 35 - 70% CaO zawartość wody nie może przekraczać 10%, wapno z produkcji ubocznej lub pochodzenia naturalnego o zawartości 25% CaO może mieć wilgotność do 40%. Uwzględniając właściwości fizyko-mechaniczne wapna nawozowego, a szczególnie zawartość wody w nawozie należy dobierać takie maszyny, które zapewnią uzyskanie wymaganej jakości pracy. Wymagania te spełniają dwutarczowe rozsiewacze nawozów mineralnych pod warunkiem, że zawartość wody w wapnie nie przekracza 10%. Przy większej zawartości wody do rozrzucania należy stosować rozrzutniki obornika wyposażone w dwutalerzowy adapter rozsiewający [Kamionka 2006].

Analiza kosztów i nakładów energetycznych obejmuje proces technologiczny od momentu pobierania wapna nawozowego z magazynu, a kończy się na rozsiewie nawozu na polu. Przyjęto, że średnia odległość na jaką będzie dowożone wapno w rozsiewaczach wynosi 5 km, a dawka wapna wynosić będzie 2,0 i 2,5 t CaO na hektar.

Analizowano trzy następujące zestawy maszyn:

- Dwutarczowy rozsiewacz nawozów i wapna o ładowności 5 t (RCW 5500) współpracujący z ciągnikiem U 912
- Dwutarczowy rozsiewacz nawozów i wapna o ładowności 10 t (RCW 10000) zagregowany z ciągnikiem U 1222
- Rozrzutnik obornika wyposażony w dwutarczowy adapter rozsiewający i rozdrabniacz łańcuchowy o ładowności 10 t (Tytan 14) współpracujący z ciągnikiem U 1012

Parametry maszyn niezbędne do przeprowadzenia analizy kosztów i nakładów materiałowo-energetycznych podano w tabeli 1 i 2.

Tabela 1. Charakterystyka wybranych maszyn do wysiewu wapna

Table 1. Characteristic of selected calcium sowing machines

Symbol maszyny	Jednostki	RCW 5500	RCW 10000	TYTAN14
Ładowność	t	5	10	10
Szerokość robocza	m	10	10	16
Prędkość robocza	km·h <sup>-1</sup>	5	5	5
Masa maszyny	kg	2250	3650	3540
Cena maszyny	zł	40100	62500	71600
Zapotrzebowanie mocy	kW	59	88	74

Tabela 2. Parametry maszyn niezbędne do obliczenia nakładów energetycznych

Table 2. Parameters of machinery essential for calculating input of energy

Zestaw maszyn	Masa maszyn		Masa części zamiennych		Zużycie paliwa
	Ciągnika	Maszyny	Ciągnika	Maszyny	--
	M <sub>C</sub>	M <sub>M</sub>	Z <sub>C</sub>	Z <sub>M</sub>	G <sub>M</sub>
	kg	kg	kg	kg	dm <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup>
RCW 5500 + U 912	2250	3870	900	1548	8,4
RCW 10000 + U 1222	3650	4150	1460	1660	12,6
TYTAN 14 + U 1012	3540	4180	1416	1672	10,2

## Nakłady na wapnowanie gleb...

Dawkę wapna nawozowego w zależności od zawartości czystego składnika w nawozie i z tym związaną wydajność eksploatacyjną maszyn podano w tabeli 3. Uwzględniono przy tym warunek, że rozrzutniki obornika stosuje się do wysiewu wapna o zawartości wody powyżej 10%.

Tabela 3. Masa wysiewanego wapna nawozowego t·ha<sup>-1</sup>  
Table 3. Mass of agricultural limestone t·ha<sup>-1</sup>

Zawartość CaO w nawozie [%]	Dawka wapna nawozowego [t·ha <sup>-1</sup> ]		Wydajność eksploatacyjna maszyn – W <sub>07</sub> [ha·h <sup>-1</sup> ]					
			RCW 5500		RCW 10000		Tytan 14	
	A	B	A	B	A	B	A	B
70	2,85	3,55	2,1	1,8	2,9	2,6	Nie stosuje się rozrzutnika obornika	
60	3,35	4,15	1,9	1,6	2,7	2,4		
50	4,00	5,00	1,7	1,4	2,5	2,2		
40	5,00	6,25	1,4	1,2	2,2	2,0		
35	5,70	7,15	1,3	1,1	2,1	1,8		
25*	8,00	10,00	Nie można stosować rozsiewacza				1,7	1,4

A – dawka CaO 2,0 t·ha<sup>-1</sup>, B - dawka CaO 2,5 t·ha<sup>-1</sup>, \* - zawartość wody do 40%.

Analizę kosztów badanych zestawów maszyn do wapnowania wykonano zgodnie z metodyką liczenia kosztów przyjętych w IBMER [Muzalewski 2002; Wójcicki 2000], które są zbieżne z metodami stosowanymi w warunkach belgijskich [Miserque i in.1999].

Określenie skumulowanych nakładów materiałowo-energetycznych zaproponowanymi zestawami maszyn do wapnowania, wykonano posługując się metodą obliczeń opracowaną w IBMER [Anuszewski i in. 1979].

Do obliczeń przyjęto, że masa zużywanych części zamiennych wynosić będzie 40% masy ciągników i maszyn [Szeptycki 2002]. Wartość jednostkowych wskaźników energochłonności zaczerpnięto z opracowania wydanego przez IBMER [Wójcicki 2000].

## Wyniki i dyskusja

### Koszt wykonania zabiegu

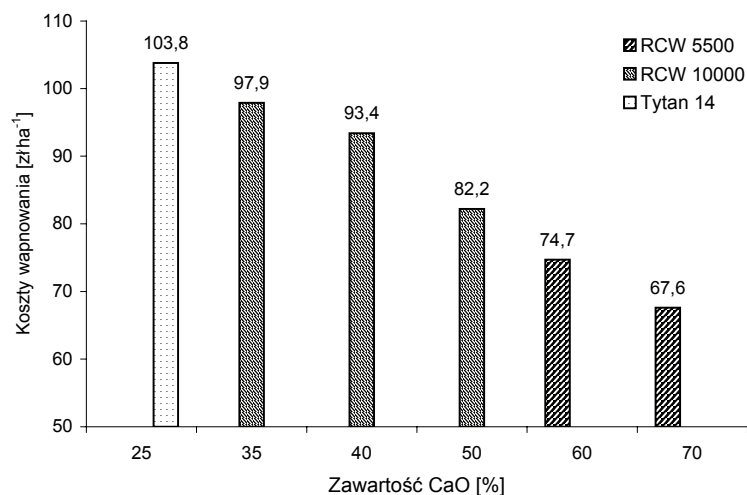
Obliczając koszty przyjęto 8-letni okres użytkowania maszyn i wynikające z tego ich roczne wykorzystanie. Masa wysiewanego wapna nawozowego na hektar będzie różna w zależności od procentowej zawartości czystego składnika w nawozie. Koszty wapnowania jednego hektara powierzchni, będą więc różne w zależności od zestawu maszyn oraz typu i odmiany wapna nawozowego. Wyniki analizy podano w tabeli 4.

Tabela 4. Koszty wysiewu wapna nawozowego  $\text{zł}\cdot\text{ha}^{-1}$   
 Table 4. The cost of limestone application in  $\text{PLN}\cdot\text{ha}^{-1}$

Zawartość CaO w nawozie [%]	Koszty wapnowania [ $\text{zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ ]					
	RCW 5500		RCW 10000		Tytan 14	
	A	B	A	B	A	B
70	67,70	78,85	70,85	79,00	Nie stosuje się rozrzutnika obornika	
60	74,70	88,70	76,10	85,60		
50	83,50	101,35	82,20	93,40		
40	101,35	118,25	93,40	102,75		
35	109,15	129,00	97,85	114,15		
25*	Nie można stosować rozsiwacza				103,80	126,10

A – dawka CaO  $2,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , B - dawka CaO  $2,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , \* - zawartość wody do 40%.

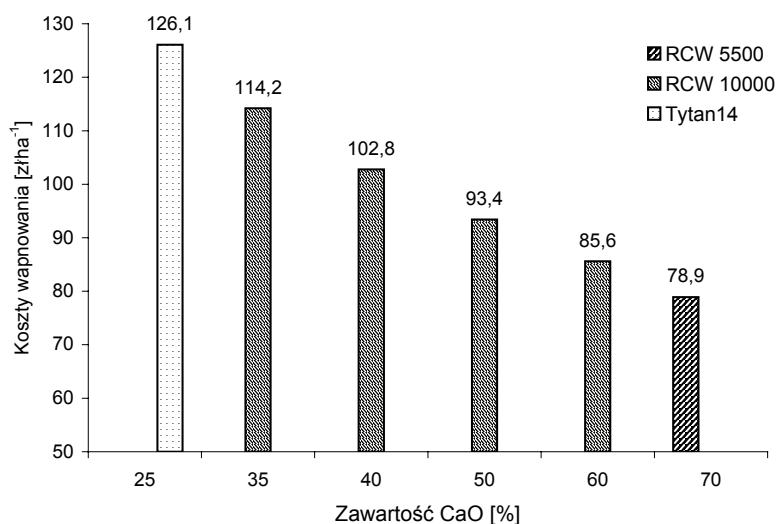
Analiza i porównanie kosztów wapnowania jednego hektara powierzchni umożliwia wskazanie konkretnego zestawu maszyn, którym wykonanie tego zabiegu jest najtańsze dla wysiewu wapna nawozowego o wybranej procentowej zawartości CaO. Wyniki analizy kosztów wapnowania przy dawce  $2,0 \text{ t CaO}$  na hektar przedstawiono na rysunku 1. Wyniki tej analizy pokazują, że jeśli stosowane będzie wapno o zawartości 60 lub 70% CaO to do jego rozsiewu uzasadnione jest użycie rozsiewacza RCW 5500, gdyż koszt rozsiewu takiego wapna rozsiewaczem RCW 10000 jest wyższy. Do wysiewu wapna o zawartości od 35 do 50% CaO należy stosować rozsiewacz o wyższej ładowności – RCW 10000, ponieważ większa jest masa wysiewanego wapna na hektar. Stosując wapno nawozowe o zawartości wody powyżej 10% należy użyć rozrzutnika obornika. Podobną analizę przeprowadzono dla dawki  $2,5 \text{ t CaO}$  na hektar, a jej wynik przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 1. Koszty wapnowania wybranymi zestawami maszyn (dawka  $2,0 \text{ t CaO}$  na hektar)

Fig. 1. The cost of soil liming with selected sets of devices (dose of  $2.0 \text{ t CaO}$  per hectare)

## Nakłady na wapnowanie gleb...



Rys. 2. Koszty wapnowania wybranymi zestawami maszyn (dawka 2,5 t CaO na hektar)

Fig. 2. The cost of soil liming with selected sets of devices (dose of 2.5 t CaO per hectare)

### Nakłady energetyczne wapnowania

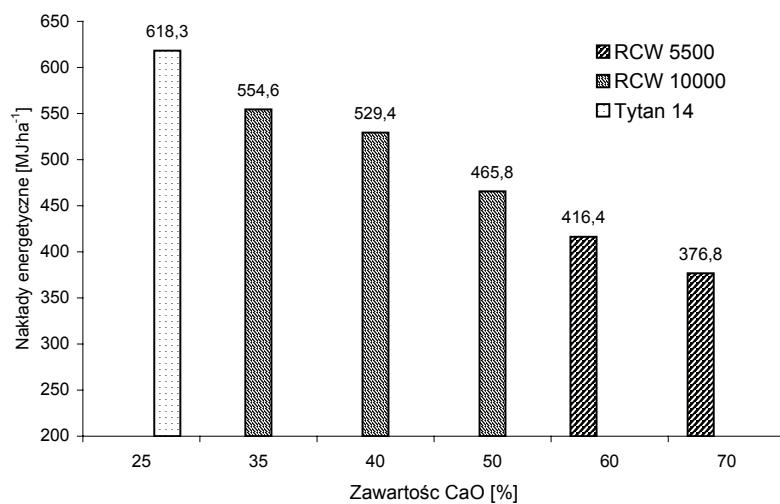
Skumulowane nakłady materiałowo-energetyczne analizowano uwzględniając energię skumulowaną w maszynach, częściach zamiennych, paliwie i pracy żywej. Wyliczone nakłady materiałowo-energetyczne na nawożenie wapnem jednego hektara powierzchni podano w tabeli 5. Analogicznie do analizy kosztów wykonano również analizę nakładów materiałowo-energetycznych na wapnowanie gleb. Wyniki analizy przedstawiono na rysunkach 3 i 4.

Tabela 5. Nakłady materiałowo-energetyczne na wysiew wapna nawozowego

Table 5. Inputs of materials and energy on application of limestone

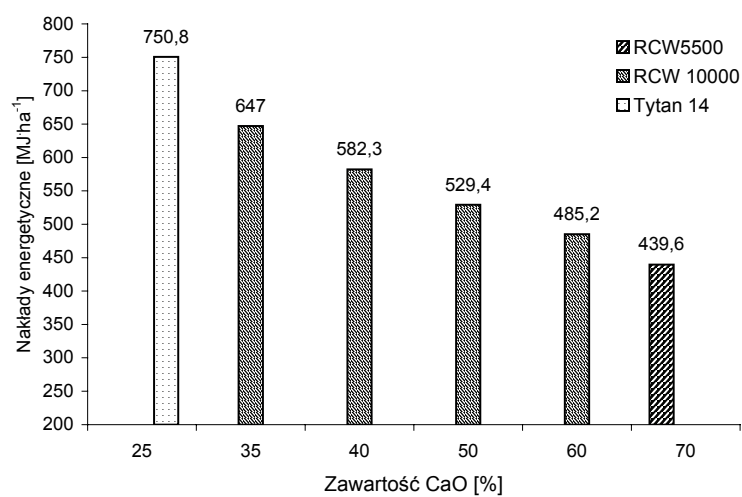
Zawartość CaO w nawozie [%]	Nakłady materiałowo-energetyczne [MJ·ha <sup>-1</sup> ]					
	RCW 5500		RCW 10000		Tytan 14	
	A	B	A	B	A	B
70	376	439	401	447	nie dotyczy	
60	416	494	431	485		
50	465	565	465	529		
40	565	659	529	582		
35	608	719	554	647		
25*	--	--	--	--	618	750

A – dawka CaO 2,0 t·ha<sup>-1</sup>, B - dawka CaO 2,5 t·ha<sup>-1</sup>, \* - zawartość wody do 40%.



Rys. 3. Nakłady materiałowo-energetyczne na wapnowanie gleb wybranymi zestawami maszyn (dawka 2,0 t CaO na hektar).

Fig. 3. Outlays of materials and energy on sowing of agricultural limestone with selected sets of devices (dose of 2.0 t CaO per hectare)



Rys. 4. Nakłady materiałowo-energetyczne na wapnowanie gleb wybranymi zestawami maszyn (dawka 2,5 t CaO na hektar).

Fig. 4. Outlays of materials and energy on sowing of agricultural limestone with selected sets of devices (dose of 2.5 t CaO per hectare)

## Nakłady na wapnowanie gleb...

---

Dla dawki 2,0 i 2,5 t CaO na hektar wskazano na rysunkach te maszyny, które należy zastosować do rozsiewu wapna o określonej zawartości CaO aby nakłady materiałowo-energetyczne były najniższe.

Ocena nakładów energetycznych jest zbieżna z oceną kosztów wykonania zabiegu wapnowania tymi zestawami. Z jednej i z drugiej analizy wynika, że należy zastosować ten sam zestaw maszyn do aplikacji wapna nawozowego o określonej zawartości czystego składnika.

## Stwierdzenia i wnioski

1. Ocena maszyn pod względem nakładów materiałowo-energetycznych i kosztów wykonania zabiegu jest zbieżna – z jednej i drugiej analizy wynika, że:
  - do wysiewu wapna nawozowego w dawce 2,8 do 3,5 t·ha<sup>-1</sup> zalecany jest rozsiewacz dwutarczowy o ładowności 5 t np. RCW 5500,
  - do wysiewu wapna nawozowego w dawce 4,0 do 8,0 t·ha<sup>-1</sup> - rozsiewacz dwutarczowy o ładowności 10 t np. RCW 10000,
  - do wysiewu wapna rolniczego w dawce 8 do 10 t·ha<sup>-1</sup> o wyższej zawartości wody – rozrzutnik obornika z adapterem do szerokiego rozsiewu o ładowności 10 t np. Tytan 14.
2. Koszty wysiewu wapna, w zależności od procentowej zawartości CaO, wymienionymi zestawami maszyn wynoszą:
  - 67,60 do 103,80 zł·ha<sup>-1</sup> przy wysiewie wapna w dawce 2,0 t CaO na hektar,
  - 78,90 do 126,10 zł·ha<sup>-1</sup> przy wysiewie wapna w dawce 2,5 t CaO na hektar.
3. Nakłady materiałowo-energetyczne wynoszą odpowiednio – 376 do 618 MJ·ha<sup>-1</sup> i 439 do 750 MJ·ha<sup>-1</sup>.

## Bibliografia

- Anuszewski R., Pawlak J., Wójcicki Z.** 1979. Energochłonność produkcji rolniczej. Metodyka badań energochłonności produkcji surowców żywnościowych. IBMER, symbol dok. XXXVIII/717. s. 3-15.
- Grzebisz W., Diatta J. B., Szczepaniak W.** 2006. Produkcyjne i ekologiczne uwarunkowania wapnowania gleb gruntów rolnych. Nawozy i Nawożenie – Fertilizers and Fertilization, 2(27). s. 69-85.
- Kamionka J.** 2006. Technika stosowania nawozów wapniowych. Nawozy i Nawożenie – Fertilizers and Fertilization, 2(27). s. 140-152.
- Miserque O., Tissot S., Bruart J.** 1999. Indicateur des performances des couts d'utilisation des machines agrcols. CRA Gembloux. s. 4-19.
- Muzalewski A.** 2002. Koszty eksploatacji maszyn, 17. Wydawnictwo IBMER, Warszawa
- Szeptycki A.** 2002. Metodyczne aspekty badania efektywności postępu technicznego w technologiach produkcji roślinnej na przykładzie ziemniaków. Prace Naukowe IBMER, 1. s. 5-26.
- Wójcicki Z.** 2000. Wyposażenie techniczne i nakłady materiałowo-energetyczne w rozwojowych gospodarstwach rolniczych. Wydawnictwo IBMER, Warszawa. s. 33-38.

## OUTLAYS ON SOW OF AGRICULTURAL LIMESTONE WITH SELECTED SETS OF DEVICES

**Summary.** An analysis of outlays of materials and energy and costs of liming the soil with agricultural limestone of varied CaO percentage when using designated sets of devices. The following machines used for lime spreading have been tested: fertilizers and lime spreaders type RCW 5500 and type RCW 10000 and manure spreader type Tytan 14, aggregated with suitable farm tractors. The dose of lime is 2,0 and 2,5 t CaO per hectare. The evaluation of machines in terms of outlays of energy and materials and the cost of performing of liming is convergent and enables indicating these sets of devices, which minimize costs and outlays of energy and materials. The costs of lime spreading are – depending on the lime dose - 67,60 to 103,80 PLN·ha<sup>-1</sup> when liming with the dose of 2,0 t CaO per hectare and 78,90 to 126,10 PLN·ha<sup>-1</sup> when the dose is 2,5 t CaO per hectare. The outlays of energy and materials are respectively 376 to 618 MJ·ha<sup>-1</sup> and 439 to 750 MJ·ha<sup>-1</sup>.

**Key words:** soil liming, costs, outlays of energy

**Adres do korespondencji:**

Jan Kamionka; e-mail: kamionka@ibmer.waw.pl  
Instytut Budownictwa Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie  
ul. Rakowiecka 32  
02-532 Warszawa