

EMISJA GAZÓW POWSTAŁYCH PODCZAS UPRAWY MISKANTA

M. Hryniewicz, A. Grzybek

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, oddział Warszawa, Warszawa, Polska

STRESZCZENIE

W pracy podano metodę i wartości średnie emisji wybranych gazów dla poszczególnych cykli uprawy miskanta w podziale na zastosowane operacje technologiczne. obliczono następujące emisje jednostkowe gazów przypadające na hektar uprawy miskanta przy zastosowaniu rzeczywistej technologii w ciągu okresu całego życia plantacji: CO₂ - 3 683 281,04 [g/ha], SO₂ - 8 341,75 [g/ha], NO_x - 14 995,29 [g/ha], pyły - 2 383,36 [g/ha], VOC - 9 533,43 [g/ha]. Sformułowano wnioski wskazujące sposoby zmniejszenia emisji gazów dla całego cyklu życia plantacji. optymalizacja doboru maszyn dla poszczególnych operacji pod kątem ich zużycia paliwa podczas pracy może zmniejszyć emisje gazów.

WSTĘP

W związku z podjętymi zobowiązaniami dotyczącymi redukcji emisji szkodliwych gazów o 20% do roku 2020, istotne jest poznanie aktualnego ich poziomu w poszczególnych technologiach uprawy roślin. w 2009 roku powierzchnia upraw energetycznych roślin trwałych wynosiła 10 202 ha (POLBIOM, 2010), w tym wierzby energetycznej 6 160 ha i miskanta 833 ha, co w strukturze upraw wynosi odpowiednio 60,4% i 8,2%. Miskant jest uznana rośliną energetyczną (Matyka, Kuś, 2011). w Polsce plantacje tej rośliny są zakładane głównie z podziału kłaczy (rhizomów) i czynione są próby rozmnażania miskanta *in vitro* (Majewska-Sawka, 2009). Podczas zakładania plantacji miskanta oraz dalszej jego uprawy można stosować różne technologie wraz z maszynami różniącymi się wydajnością, i zużyciem paliwa przez silniki ciągników współpracujących z dobranymi maszynami. Silniki zużywające paliwo kopalne emitują do atmosfery produkty spalania. w celu porównania emisji gazów dla różnych technologii uprawy miskanta niezbędna jest szczegółowa identyfikacja ich emisji dla poszczególnych operacji. Dzięki temu można byłoby sformułować wnioski, a następnie zalecenia co do sposobów zmniejszenia emisji gazów i rodzaju stosowanych maszyn. Można zatem dążyć do ulepszenia technologii uprawy pod kątem zmniejszenia emisji szkodliwych gazów. w dostępnej literaturze brak jest szczegółowo przedstawionej analizy tego problemu. Dlatego też celem badań jest szczegółowa analiza rzeczywistej technologii z uwzględnieniem zużycia paliwa z konkretnych ciągników i ich czasów pracy na polu. okres życia plantacji miskanta wynosi 17 lat i można w nim wyróżnić następujące jednoroczne cykle uprawy: zakładanie plantacji, i cykl

produkcyjny, II cykl produkcyjny, 14 kolejnych cykli produkcyjnych i likwidacja plantacji. Interesującym byłoby obliczenie emisji zarówno dla poszczególnych operacji w cyklach jednorocznych jak i sumy emisji dla całego okresu życia plantacji miskanta.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Materiałem do badań była przedstawiona w tabeli 2 technologia uprawy miskanta. Na podstawie badań własnych zestawiono maszyny i narzędzia do uprawy miskanta. Przeprowadzono badania dotyczące czasu pracy maszyn, nakładów pracy ludzkiej oraz zużycia rhizomów, nawozów, środków ochrony i sznurka. Czas pracy mierzono stoperem z dokładnością 0,1 sekundy. Nakłady rhizomów, nawozów, środków ochrony i sznurka określono na podstawie rzeczywistego zużycia według wag podanych na opakowaniach zużywanych materiałów. Zużycie paliwa zostało określone poprzez wstępne napełnienie zbiornika paliwa w ciągniku, wykonanie operacji i uzupełnienie zbiornika paliwem do pełna. Ilość uzupełnionego paliwa była zużyciem. Wyniki badań odniesiono do jednego hektara uprawy. Na podstawie zużycia paliwa obliczono emisje gazów do atmosfery powstające podczas uprawy. Znajac zużycie oleju napędowego przypadające na jeden hektar obliczono emisje gazów przypadające na jeden hektar uprawy dla czynności cyklu zakładania plantacji, i cyklu produkcyjnego, II cyklu produkcyjnego, dla kolejnych cykli produkcyjnych i cyklu likwidacji plantacji, jak i całego okresu życia plantacji. Emisję dla każdej operacji w zależności od jej rodzaju i przypadającą dla jednego hektara można obliczyć według zależności (1).

$$e(i,j,k) = z_{on}(i,j) * e(k) \quad (1)$$

gdzie:

- e(i, j, k) emisja jednostkowa na hektar
- i cykl uprawy ($i \in \{(\text{Zakładanie plantacji}), (\text{I cykl produkcyjny}), (\text{Kolejne cykle produkcyjne}), (\text{Likwidacja plantacji})\}$),
- j kolejna operacja w danym cyklu produkcyjnym, w zależności od cyklu,
- k rodzaj emisji ($k \in \{ \text{CO}_2 \text{ [g/ha]}, \text{SO}_2 \text{ [g/ha]}, \text{NO}_x \text{ [g/ha]}, \text{Pyły [g/ha]}, \text{VOC [g/ha]} \}$)
- $z_{on}(i, j)$ jednostkowe użycie oleju napędowego,
- e(k) emisja jednostkowa dla rodzaju emisji k,

Analogicznie można obliczyć emisje SO₂, NO_x, pyłów i VOC. Jednostkowe emisje ze spalania jednego

litra oleju napędowego (wartości średnie) przyjęto za Spirincx i inni (Spirincx i in., 2000) i przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Jednostkowe emisje gazów ze spalania jednego litra oleju napędowego

Rodzaj emisji	Wartość [g/l]
CO ₂	3 709
SO ₂	8,4
NO _x	15,1
Pyły	2,4
VOC	9,6

Suma emisji przypadających na hektar w danym cyklu, dla danego rodzaju emisji, obliczana jest według wzoru (2):

$$se(i, k) = \sum_i e(i, j, k) \quad (2)$$

gdzie:

- se(i, k) suma emisji w danym cyklu, dla danego rodzaju emisji przypadająca na hektar,
 i cykl uprawy,
 k rodzaj emisji,
 e(i, j, k) emisja jednostkowa na hektar,
 j kolejna operacja w danym cyklu,

Suma emisji przypadających na hektar dla całości okresu życia plantacji dla danego rodzaju emisji obliczana jest według wzoru (3):

$$se(k) = se_{zp}(k) + se_I(k) + se_{II}(k) + 14 * se_{kcp}(k) + se_{lp}(k) \quad (3)$$

gdzie:

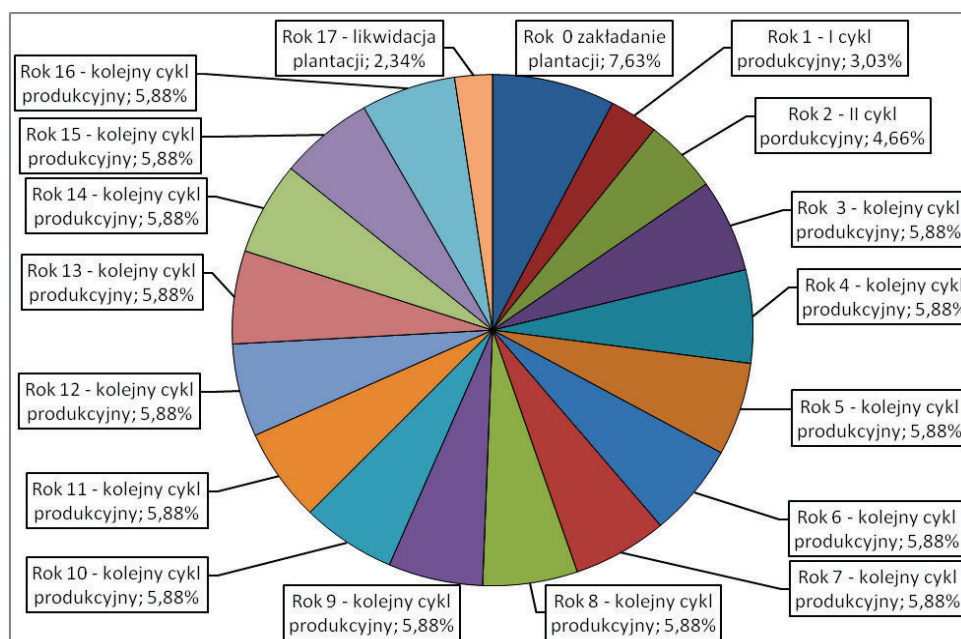
- se(k) suma emisji dla całego okresu życia plantacji,
 k rodzaj emisji,
 se_{zp}(k) suma emisji jednostkowych dla cyklu zakładania plantacji,
 se_I(k) suma emisji dla I cyklu produkcyjnego,
 se_{II}(k) suma emisji dla II cyklu produkcyjnego,
 se_{kcp}(k) suma emisji dla kolejnego cyklu produkcyjnego,
 se_{lp}(k) suma emisji dla cyklu likwidacji plantacji,

Na podstawie wyżej wymienionych zależności można sporządzić zestawienie wartości emisji jednostkowych przypadających na hektar oraz ich strukturę procentową udziału w poszczególnych operacjach i cyklach uprawy miskanta.

WYNIKI BADAŃ I ICH DYSKUSJA

Tabela 2 przedstawia wykonaną na podstawie badań kartę technologii uprawy miskanta. Zawarte w niej dane są kluczowe dla wyników obliczeń emisji. Wynika z niej jednoznacznie (na podstawie pomiarów), że operacje o tej samej nazwie (np. koszenie czy zbiór i prasowanie) posiadają różne nakłady czasu pracy maszyn i pracy ludzkiej w różnych jednorocznych cyklach produkcyjnych. Zatem byłoby zbyt daleko idącym uproszczeniem założenie, że operacje te są takie same w różnych cyklach produkcyjnych.

Tabela 3 zawiera zestawienie wyników obliczeń emisji gazów dla poszczególnych czynności uprawy miskanta, cząstkowe sumy emisji dla cykli produkcyjnych oraz sumę emisji dla całego okresu życia plantacji.



Rys. 1. Struktura emisji gazów w poszczególnych latach i cyklach produkcyjnych miskanta [%]

Tabela 2. Karta technologii uprawy miskanta

Cykl	Czynności	Moc ciąg. [kW]	Maszyna lub narzędzie	Nakład pracy		Zużyte sur. i materiały	
				[cnh/ha]	[rbh/ha]	Rodzaj (jedn. miary)	Ilość
Zakładanie plantacji	Opryskiwanie	60	Oprysk. 2000, 18 m	0,21	0,23	Roundap (l/ha)	3
	Talerzowanie	118	Brona talerzowa 3 m	0,39	0,4		
	Orka głęboka	118	Plug 5-sk.obracalny	1,13	1,12		
	Bronowanie	60	Brona 6-p. ciężka	0,58	0,6		
	Nawożenie NPK	60	Roz. zaw.1000 kg, 18 m	0,29	0,3	NPK 5-20-30 (kg/ha)	250
	Załadunek nawozu	60	Ładowanie Big-bag	0,06	0,07		
	Dowóz nawozu	60	Przyczepa 6 t	0,10	0,11		
	Uprawa przedsiewna	118	Brona rotacyjna 3 m	1,28	1,3		
	Dowóz rhizomów na pole	35	Przyczepa 4 t	0,25	0,75		
	Sadzenie	60	Sadzarka 4 rzęd.	2,20	11,0	Rhizomy (tys. szt./ha)	10
	Opryskiwanie	60	Oprysk. 2000, 18 m	0,21	0,22	Herbicyd (l/ha)	0,63
	Wałowanie	60	Wał Cambridge 6 m	0,27	0,28		
I cykl produkcyjny	Oprysk powstod.	60	Oprysk. 2000, 18m	0,21	0,22	Herbicyd (l/ha)	0,63
	Nawożenie N	60	Roz. zaw.1000 kg, 18 m	0,23	0,24	Saletra amonowa (kg/ha)	70
	Załadunek nawozu	60	Ładownie Big-bag	0,06	0,10		
	Dowóz nawozu	60	Przyczepa 6 t	0,05	0,10		
	Koszenie	118	Kos. dysk.+kond. 3m	0,51	0,55		
	Zbiór i prasowanie	118	Prasa Vicon LB1270	0,62	0,64	Sznurek (kg/ha)	3,6
	Sortowanie i załadunek bel	60	Ładowacz czoł. Tur 2	0,33	0,35		
	Transport bel	60	Przyczepa T023	0,21	0,23		
	Transport bel	60	Przyczepa T023	0,18	0,20		
	Rozładowanie i sortowanie bel	60	Ładowacz czoł. Tur 2	0,29	0,31		
II cykl produkcyjny	Nawożenie NPK	60	Roz. zaw. 1000 kg, 18 m	0,29	0,31	NPK 5-20-30	200
	Nawożenie N	60	Roz. zaw. 1000 kg, 18 m	0,23	0,25	Saletra amonowa (kg/ha)	70
	Załadunek nawozu	60	Ładowanie Big-bag	0,18	0,20		
	Dowóz nawozu	60	Przyczepa 6 t	0,20	0,25		
	Opryskiwanie	60	Oprysk. 2000, 18 m	0,23	0,25	Herbicyd (l/ha)	0,63
	Koszenie	118	Kos. dysk.+kond. 3 m	0,65	0,67		
	Zbiór i prasowanie	118	Prasa Vicon LB1270	0,82	0,85	Sznurek (kg/ha)	11,1
	Sortowanie i załadunek bel	60	Ładowacz czoł. Tur 2	0,74	0,80		
	Transport bel	60	Przyczepa T023	0,15	0,17		
	Transport bel	60	Przyczepa T023	0,15	0,17		
	Transport bel	60	Przyczepa T023	0,15	0,17		
	Rozładowanie i sortowanie bel	60	Ładowacz czoł. Tur 2	0,65	0,67		
Kolejne cykle produkcyjne	Nawożenie NPK	60	Roz. zaw. 1000 kg, 18 m	0,29	0,31	NPK 5-20-30	200
	Nawożenie N	60	Roz. zaw. 1000 kg, 18 m	0,23	0,25	Saletra amonowa (kg/ha)	70
	Załadunek nawozu	60	Ładowanie Big-bag	0,18	0,20		
	Dowóz nawozu	60	Przyczepa 6 t	0,20	0,25		
	Koszenie	118	Kos. rot.+kond. 3m	0,80	0,82		
	Zbiór i prasowanie	118	Prasa Vicon LB1270	1,14	1,30	Sznurek (kg/ha)	17,1
	Sortowanie i załadunek bel	60	Ładowacz czoł. Tur 2	1,06	1,20		
	Transport bel	60	Przyczepa T023	0,20	0,22		
	Transport bel	60	Przyczepa T023	0,20	0,22		
	Transport bel	60	Przyczepa T023	0,23	0,25		
	Rozładowanie i sortowanie bel	60	Ładowacz czoł. Tur 2	0,98	1,00		
Lkw. plant.	Opryskiwanie	60	Oprysk. 2000, 18 m	0,23	0,25	Roundap (l/ha)	5
	Rozdrabnianie	60	Brona rotacyjna 3m	1,54	1,70		
	Bronowanie *2	60	Brona 6-p. ciężka	1,17	1,30		

Tabela 3. Wyniki obliczeń emisji gazów dla poszczególnych czynności w uprawie miskanta

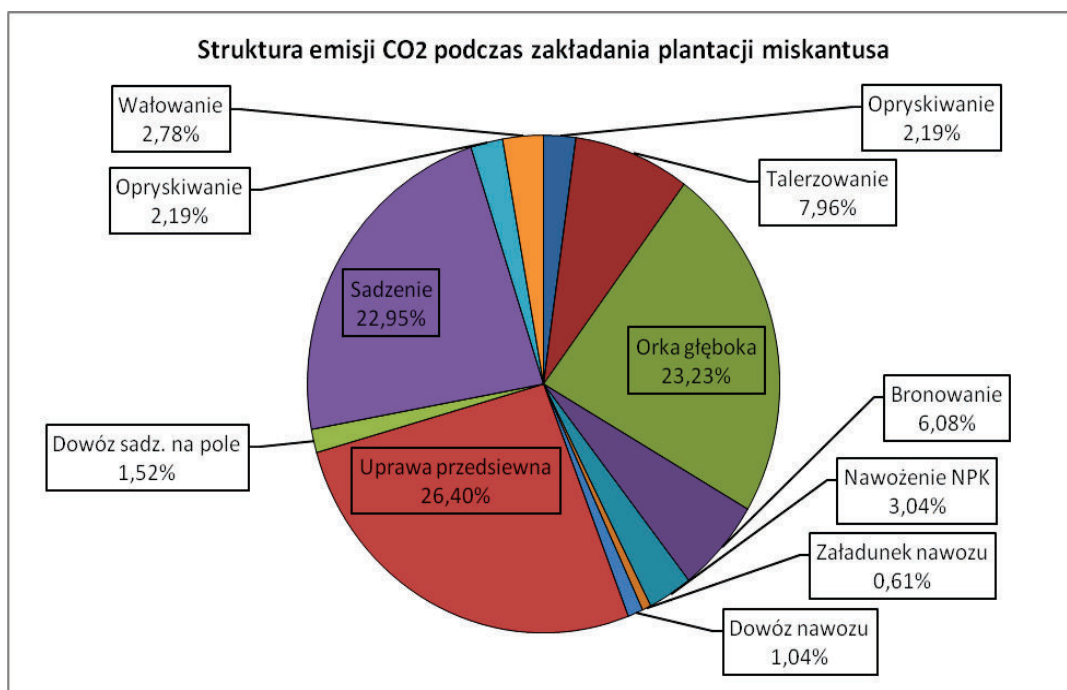
Rok	Czynności	CO ₂ [g/ha]	SO ₂ [g/ha]	NO _x [g/ha]	Pyły [g/ha]	VOC [g/ha]
Zakładanie plantacji	Opryskiwanie	[g/ha]	13,94	25,05	3,98	15,93
	Talerzowanie	22 359,61	50,64	91,03	14,47	57,87
	Orka głęboka	65 264,57	147,81	265,70	42,23	168,92
	Bronowanie	17 092,31	38,71	69,59	11,06	44,24
	Nawożenie NPK	8 546,15	19,36	34,79	5,53	22,12
	Załadunek nawozu	1 709,23	3,87	6,96	1,11	4,42
	Dowóz nawozu	2 930,11	6,64	11,93	1,90	7,58
	Uprawa przedsiewna	74 164,28	167,96	301,94	47,99	191,96
	Dowóz rhizomów na pole	4 265,35	9,66	17,37	2,76	11,04
	Sadzenie	64 462,42	145,99	262,44	41,71	166,85
	Opryskiwanie	6 153,23	13,94	25,05	3,98	15,93
	Wałowanie	7 813,63	17,70	31,81	5,06	20,22
	Suma emisji dla cyklu zakładania plantacji	280 914,13	636,20	1 143,65	181,77	727,09
	I cykl prod.	Oprysk powstod.	6 153,23	13,94	25,05	3,98
Nawożenie N		6 836,92	15,48	27,83	4,42	17,70
Załadunek nawozu		1 709,23	3,87	6,96	1,11	4,42
Dowóz nawozu		1 465,06	3,32	5,96	0,95	3,79
Koszenie		29 665,71	67,19	120,77	19,20	76,78
Zbiór i prasowanie		36 138,23	81,84	147,13	23,38	93,54
Sortowanie i załadunek bel		9 571,69	21,68	38,97	6,19	24,77
Transport bel		6 153,23	13,94	25,05	3,98	15,93
Transport bel		5 274,20	11,94	21,47	3,41	13,65
Rozładowanie i sortowanie bel		8 614,52	19,51	35,07	5,57	22,30
Suma emisji dla I cyklu produkcyjnego		111 582,03	252,71	454,27	72,20	288,81
II cykl produkcyjny	Nawożenie NPK	8 546,15	19,36	34,79	5,53	22,12
	Nawożenie N	6 836,92	15,48	27,83	4,42	17,70
	Załadunek nawozu	5 127,69	11,61	20,88	3,32	13,27
	Dowóz nawozu	5 860,22	13,27	23,86	3,79	15,17
	Opryskiwanie	6 836,92	15,48	27,83	4,42	17,70
	Koszenie	37 378,80	84,65	152,18	24,19	96,75
	Zbiór i prasowanie	47 308,23	107,14	192,60	30,61	122,45
	Sortowanie i załadunek bel	21 536,31	48,77	87,68	13,94	55,74
	Transport bel	4 395,17	9,95	17,89	2,84	11,38
	Transport bel	4 395,17	9,95	17,89	2,84	11,38
	Transport bel	4 395,17	9,95	17,89	2,84	11,38
	Rozładowanie i sortowanie bel	19 143,39	43,36	77,94	12,39	49,55
	Suma emisji dla II cyklu produkcyjnego	171 760,13	389,00	699,27	111,14	444,57
Kolejne cykle produkcyjne	Nawożenie NPK	8 546,15	19,36	34,79	5,53	22,12
	Nawożenie N	6 836,92	15,48	27,83	4,42	17,70
	Załadunek nawozu	5 127,69	11,61	20,88	3,32	13,27
	Dowóz nawozu	5 860,22	13,27	23,86	3,79	15,17
	Koszenie	46 278,51	104,81	188,41	29,95	119,78
	Zbiór i prasowanie	65 705,88	148,81	267,50	42,52	170,07
	Sortowanie i załadunek bel	31 108,00	70,45	126,65	20,13	80,52
	Transport bel	5 860,22	13,27	23,86	3,79	15,17
	Transport bel	5 860,22	13,27	23,86	3,79	15,17
	Transport bel	6 739,25	15,26	27,44	4,36	17,44
	Rozładowanie i sortowanie bel	28 715,08	65,03	116,90	18,58	74,32
Suma emisji dla kolejnych cykli produkcyjnych	216 638,15	490,63	881,97	140,18	560,72	
Likwid. plantacji	Opryskiwanie	6 836,92	15,48	27,83	4,42	17,70
	Rozdrabnianie	45 069,06	102,07	183,48	29,16	116,65
	Bronowanie *2	34 184,62	77,42	139,17	22,12	88,48
	Suma emisji dla cyklu likwidacji plantacji	86 090,60	194,97	350,49	55,71	222,83
Suma emisji liczona wg. wzoru (3)		3 683 281,04	8 341,75	14 995,29	2 383,36	9 533,43

Rysunek 1 przedstawia udział procentowy struktury emisji gazów w zależności od poszczególnych lat i cykli produkcyjnych. Zabieg zakładania plantacji miskanta generuje największy udział (7, 63%) w strukturze emisji gazów w całym życiu uprawy tej rośliny. Udział tej emisji gazów jest niewiele większy

od emisji gazów w kolejnych cyklach produkcyjnych, które wynoszą po 5,88% w ciągu kolejnych 14 lat.

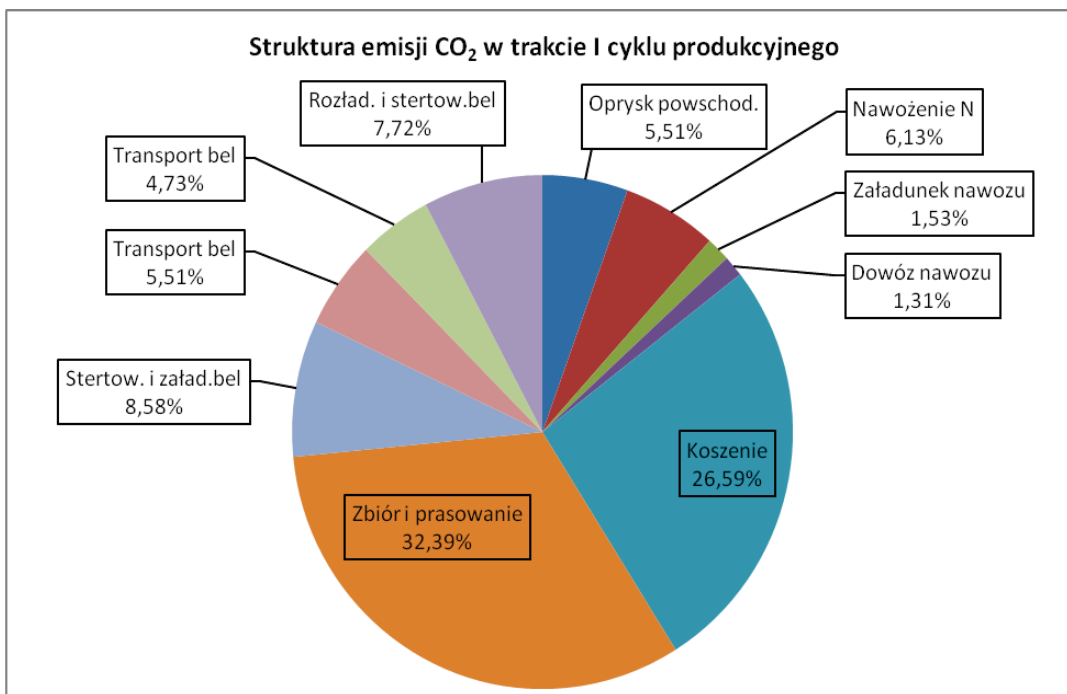
Największy efekt minimalizacji emisji gazów w całym cyklu życia plantacji dałoby zmodyfikowanie technologii uprawy właśnie dla tych 14 cykli produkcyjnych.

Rysunek 2 prezentuje strukturę emisji CO₂ podczas cyklu zakładania plantacji. Największy udział w strukturze emisji ma tutaj operacja uprawy przedsięwnej (26,40%), następnie orki głębokiej (23,23%) i sadzenia (22,95%).



Rys. 2. Struktura emisji CO₂ podczas cyklu zakładania plantacji miskanta [%]

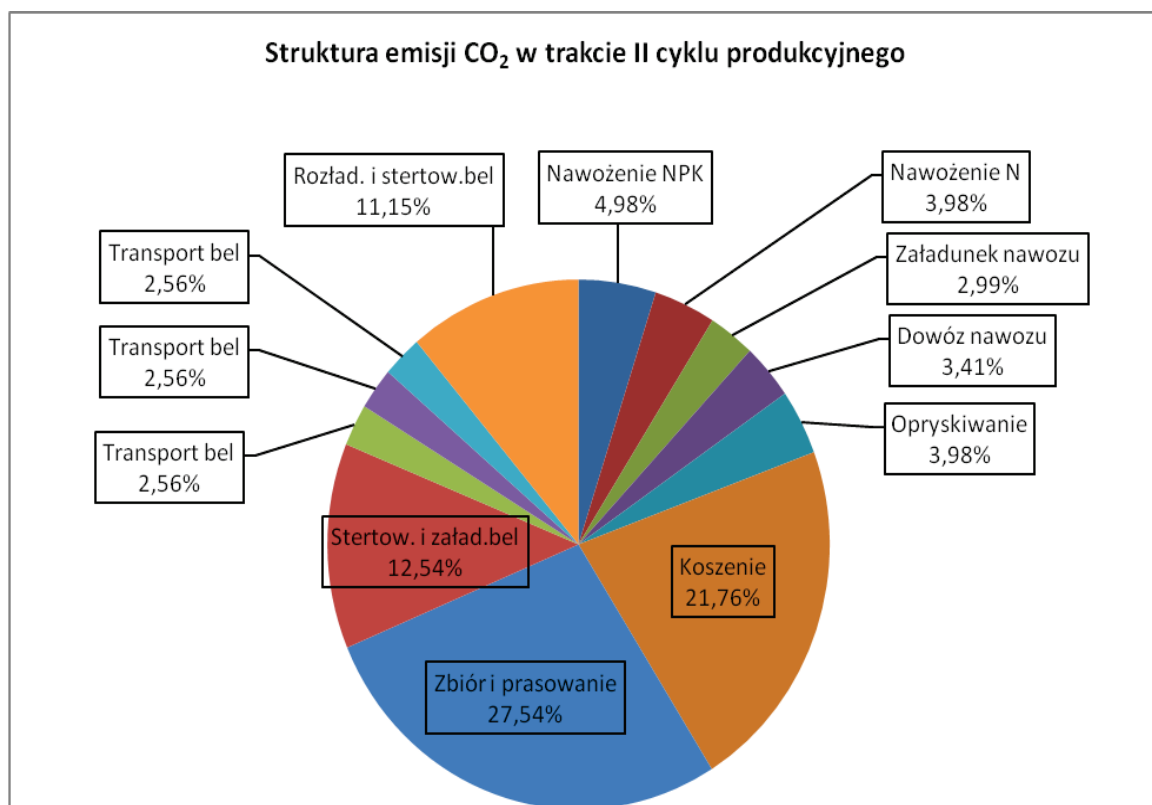
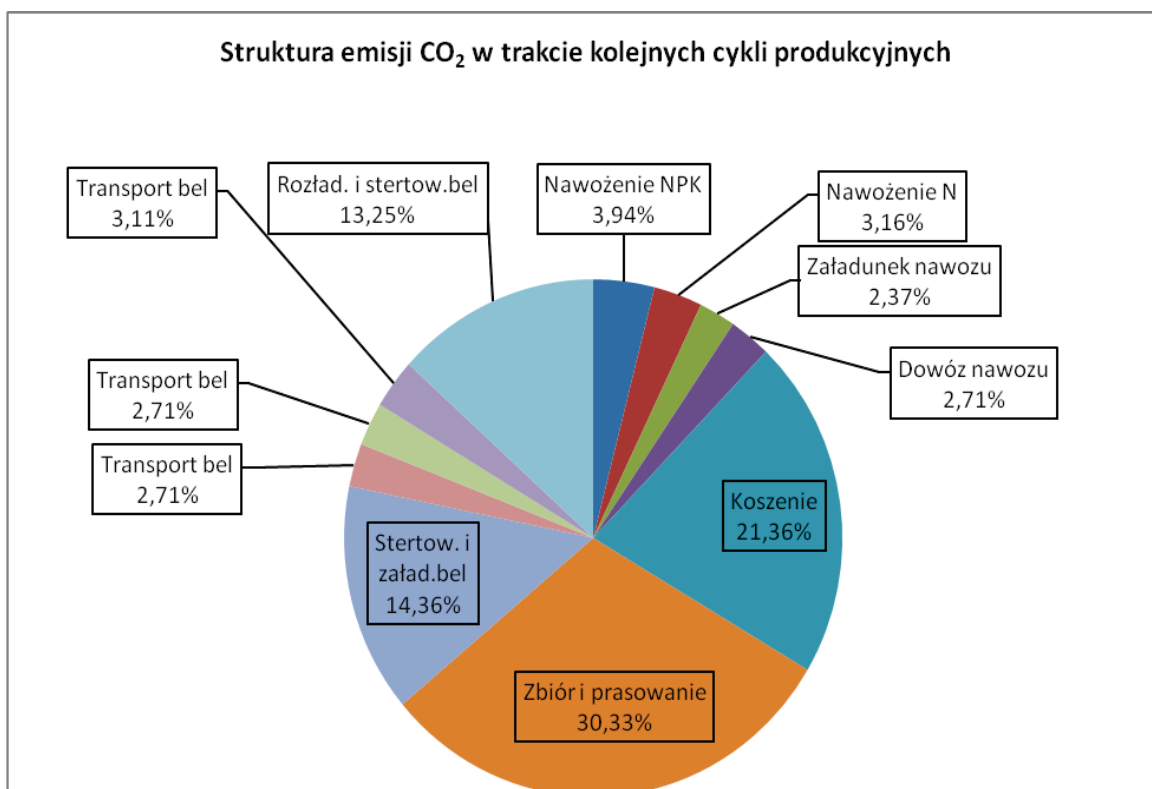
Rysunek 3 prezentuje strukturę emisji CO₂ podczas i cyklu produkcyjnego. Największy udział w strukturze emisji ma tutaj operacja zbioru i prasowania (32,39%), następnie koszenia (26,59%) oraz stertowania i załadunku bel (12,54%).

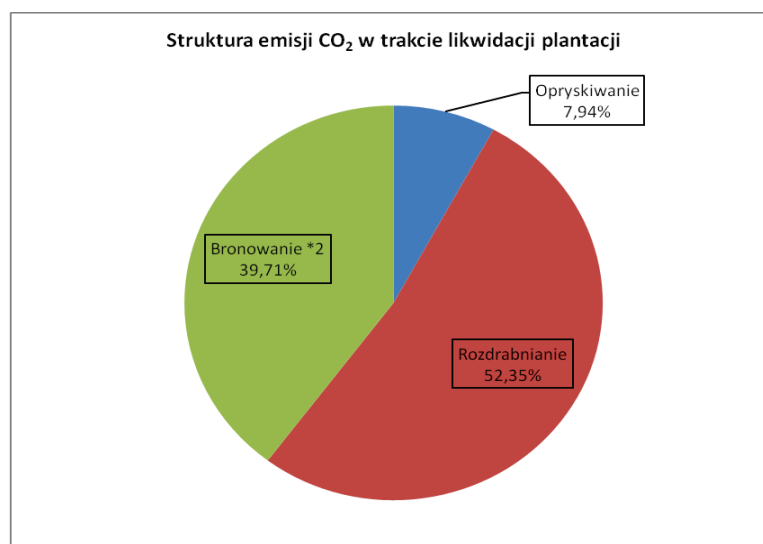


Rys. 3. Struktura emisji CO₂ dla I cyklu produkcyjnego miskanta [%]

Rysunek 4 prezentuje strukturę emisji CO₂ podczas II cyklu produkcyjnego. Największy udział w strukturze emisji ma tutaj operacja zbioru i prasowania (27,54%), następnie koszenia (21,76%) oraz stertowania i załadunku bel (12,54%).

Rysunek 5 prezentuje strukturę emisji CO₂ podczas kolejnych cykli produkcyjnych. Największy udział w strukturze emisji ma tutaj operacja zbioru i prasowania (30,33%), następnie koszenia (21,36%) oraz stertowania i załadunku bel (14,36%).

Rys. 4. Struktura emisji CO₂ dla II cyklu produkcyjnego miskanta [%]Rys. 5. Struktura emisji CO₂ dla kolejnych cykli produkcyjnych miskanta [%]



Rys. 6. Struktura emisji CO₂ dla cyklu likwidacji plantacji miskanta [%]

Rysunek 6 prezentuje strukturę emisji CO₂ podczas cyklu likwidacji plantacji. Największy udział w strukturze emisji ma tutaj operacja rozdrabniania (52,35%), następnie bronowania (39,71%) i opryskiwania (7,94%). w podobnie nazwanych operacjach, w różnych cyklach produkcyjnych używane są te same ciągniki o tej samej mocy silnika (np. zbiór i prasowanie – ciągnik z silnikiem o mocy 118 kW, koszenie - ciągnik z silnikiem o mocy 118 kW, itd.).

W trakcie tych kolejnych cykli produkcyjnych największe efekty całkowite w ograniczeniu emisji gazów można byłoby uzyskać w wyniku usprawnienia następujących technologii lub operacji: zbioru i prasowania, koszenia, stertowania i załadunku bel oraz rozładunku i stertowania bel. Można to osiągnąć przez optymalizację doboru maszyn dla tych czynności pod kątem zużycia paliwa podczas pracy. Zmniejszenie emisji uwarunkowane jest zmianą technologii uprawy miskanta. Można również zmniejszyć emisję gazów poprzez zmianę ciągników w technologiach na ciągniki z mniejszą mocą silnika. oznaczałoby to konieczność rozszerzenia parku maszynowego o większą ilość ciągników. odbiłoby się to na kosztach amortyzacji całego parku maszynowego stosowanego do uprawy. Zatem chęć zmniejszenia emisji gazów musi zostać skonfrontowana z obliczeniami ekonomicznymi uwzględniającymi koszty amortyzacji. Ze względu na zależność kosztów amortyzacji od czasu wykorzystania ciągnika w ciągu roku oraz kosztów zakupu ciągnika, który jest jedną z najdroższych maszyn w gospodarstwie, przeważnie stara się ograniczyć liczbę i moce posiadanych ciągników w gospodarstwie. Wykorzystuje się więc ciągnik o tej samej mocy do różnych prac polowych, do których można by zastosować ciągnik o mniejszej mocy. z tego względu dobór maszyn w badanej technologii nie jest optymalny dla minimalizacji emisji. Należałoby dążyć do zmniejszenia kosztów zakupu ciągnika poprzez zmniejszenie kosztów jego wytwarzania (nowe tańsze materiały, obniżenie kosztów pracy ludzkiej) i udoskonalenie konstrukcji. w dalszych badaniach wskazane byłoby również zastosowanie metody LCA.

WNIOSKI

Założenie, że operacje typu koszenie, zbiór i prasowanie są takie same w różnych cyklach produkcyjnych jest zbyt daleko idącym uproszczeniem.

Dobór maszyn w badanej technologii nie jest optymalny dla minimalizacji emisji ze względu na ekonomiczną konieczność (koszty amortyzacji) ograniczenia ilości maszyn używanych w gospodarstwie. Nowe konstrukcje ciągników powinny zostać opracowane pod kątem zmniejszenia ich kosztów wytwarzania i sprzedaży by zwiększyć różnorodność mocy silników ciągników dostępnych do zastosowania w gospodarstwie.

W dalszych badaniach wskazane byłoby zastosowanie metody LCA w połączeniu z metodą ekonomicznej efektywności, która uwzględniałaby amortyzację kosztów maszyn i narzędzi.

LITERATURA CYTOWANA

- Majewska-Sawka A., 2009, *Miskant olbrzymi – rozwój plantacji w Polsce i zagranicą*, Czysta energia, 99.
- Matyka M., Kuś J., 2011, *Plonowanie i cechy biometryczne wybranych genotypów miskanta*, Problemy Inżynierii Rolniczej, 2, 157-163.
- Praca zbiorowa, 2010, *Analiza możliwości wieloletniego pozyskania biomasy dla bloku biomasowego 50 MW w Elektrowni Jaworzno III – EL” na etapie feasibility study*, Polskie Towarzystwo Biomasy. Maszynopis.
- Spirinx C., De Nocker L., Panis L.I., 2000, *Comparative externality analysis and life cycle assessment of biodiesel and fossil Diesel fuel*. 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry, Proceedings of the Conference held in Sewilla, Spain, ss. 171-173.