



**Instytut Technologiczno - Przyrodniczy
Mazowiecki Ośrodek Badawczy w Kludzienku**



TECHNIKANAWOŻENIA NAWOZAMI NATURALNYMI

**Edmund Kamiński
Włodzimierz Markiewicz**

Falenty - Kludzienko 2014

Poradnik opracowano w ramach Programu Wieloletniego „Standaryzacja i monitoring przedsięwzięć środowiskowych, techniki rolniczej i rozwiązań infrastrukturalnych na rzecz bezpieczeństwa i zrównoważonego rozwoju rolnictwa o obszarów wiejskich

Zadanie 4.1. „Standaryzacja mechanizacji produkcji roślinnej z uwzględnieniem bezpieczeństwa zdrowotnego ludzi i ochrony środowiska naturalnego

TECHNIKANAWOŻENIA NAWOZAMI NATURALNYMI

**Edmund Kamiński
Włodzimierz Markiewicz**

Falenty - Kłudzienko 2014

Spis treści

	str
1 PRODUKCJA NAWOZÓW NATURALNYCH I METODY ICH ZAGOSPODAROWANIA	4
2 BUDOWA ROZRZUTNIKÓW OBORNIKA I WOZÓW ASENIZACYJNYCH DO GNOJOWICY	9
3 ZASADY EKSPLOATACYJNE ROZRZUTNIKÓW OBORNIKA I WOZÓW ASENIZACYJNYCH DO GNOJOWICY	13
4 BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY PRZY NAWOŻENIU	20
5 PRZEGLĄD STANU TECHNICZNEGO I KONSERWACJA MASZYN	21
6 PODSUMOWANIE	21
7 WNIOSKI	22
LITERATURA	22

1. PRODUKCJA NAWOZÓW NATURALNYCH I METODY ICH ZAGOSPODAROWANIA

Zgodnie z Ustawą z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu nawozami naturalnymi są:
- obornik, gnojówka i gnojowica, - pochodzące od zwierząt gospodarskich, w rozumieniu przepisów o organizacji hodowli i rozrodzie zwierząt gospodarskich, odchody, z wyjątkiem odchodów pszczoł i zwierząt futerkowych, bez dodatków innych substancji, - guano – przeznaczone do rolniczego wykorzystania. Zgodnie z definicją Filipka i in. [2002] obornik jest to przefermentowana mieszanina kału, moczu i ściółki, otrzymany jako produkt uboczny z produkcji zwierzęcej przeznaczony do rolniczego wykorzystania.

Uzyskiwane w produkcji roślinnej wysokie plony, osiągnane są głównie dzięki nawożeniu organicznemu i mineralnemu. Ogólna masa stosowanych stałych nawozów naturalnych systematycznie maleje z powodu przechodzenia w technologiach produkcji inwentarskiej na budynki z systemem bezściółkowym. Zmniejszającej się produkcji obornika towarzyszy wzrost produkcji gnojówki i gnojowicy, której zagospodarowanie stało się odrębnym zagadnieniem. Uzyskanie założonych efektów agrotechnicznych, przy zmniejszającej się ogólnej masie obornika, będzie wymagało bardziej efektywnego jego stosowania. Podstawą nawożenia we współczesnym rolnictwie powinno być umiejętne łączenie nawożenia organicznego z nawożeniem mineralnym. Powinny również zostać być kontynuowane prace badawczo wdrożeniowe nad nawożeniem słomą oraz nawozami zielonymi, których areał uprawy z roku na rok maleje. Problem nawozów zielonych należy widzieć w aspekcie zmieniających się technologii zbioru zbóż, zwłaszcza operacji związanych ze sprzętem słomy po kombajnowej. Szerokie zastosowanie kombajnów zbożowych oraz wydłużenie okresu zbioru słomy spowodowało znaczne skrócenie okresu wegetacji poplonów i obniżkę zbieranych mas poplonów ścierniskowych przeznaczonych na nawóz.

W Polsce w ciągu roku wytwarzane jest około 160 mln ton nawozów naturalnych i odpadów organicznych. W tym udział odchodów z produkcji zwierzęcej stanowi około 70 % ogólnej masy, a udział odpadów z produkcji zbóż, ziemniaków, warzyw i owoców około 21 %. Odpady bytowe stanowią 3,6 %, osady ściekowe około 2 %, a odpady organiczne z pozostałych źródeł około 3,4 %.

Właściwości chemiczne i fizyko-mechaniczne obornika i kompostów różnią się znacznie i zależą głównie od użytej ściółki i rodzaju zwierząt. Występuje więc obornik krótko-słomiasty i długo-słomiasty. Pochodzący od: koni, krów, trzody chlewnej, owiec, ptactwa domowego (zwany pomiotem ptasim). Przykładowy skład chemiczny obornika od zwierząt gospodarskich zamieszczono w tabeli 1.1.

Tabela 1.1

Przykładowy skład chemiczny obornika od zwierząt gospodarskich

<i>Nazwa obornika</i>	Makroelementy [%]					Mikroelementy [mg·kg⁻¹]				
	N	P₂O₅	K₂O	CaO	MgO	B	Cu	Mn	Mo	Zn
Bydłęcy	0,47	0,29	0,67	0,45	0,16	4,46	4,46	64,65	0,29	34,60
Trzody chlewnej	0,49	0,71	0,68	0,44	0,16	3,60	5,38	63,22	0,33	48,51
Koński	0,54	0,29	0,95	0,45	0,16	3,51	3,36	70,41	0,25	25,91
Owczy	0,76	0,40	1,25	0,61	0,21	5,81	5,14	84,22	0,34	32,37
Pomiot ptasi	1,20	0,79	0,80	0,73	0,21	9,59	8,73	76,63	0,52	66,60
Mieszany	0,49	0,31	0,68	0,44	0,16	4,65	5,05	73,31	0,34	40,50

Źródło: Maćkowiak, Żebrowski [2000].

Ważnym parametrem obornika w procesie technologicznym nawożenia jest ciężar objętościowy, który waha się w dużych granicach od 300 (świeży obornik) do 900 kg·m⁻³ (przegniły, zwarty), a niekiedy nawet więcej. Zależny jest od wielu czynników, w tym długości słomy użytej na ściólkę, wilgotności bezwzględnej, stopnia przefermentowania. Podobnie kształtuje się ciężar objętościowy kompostu wynosi on od 600 do 1100 kg·m⁻³. Związana z tym jest wydajność maszyn oraz koszty nawożenia. Rozrzutniki obornika wykorzystywane są również do rozrzutu odpadowego wapna nawozowego, którego ciężar objętościowy znacznie przekracza ciężar objętościowy obornika i kompostu.

Roczna produkcja nawozów naturalnych w Polsce wynosi około: 80 mln ton obornika, 13 mln m³ gnojówki i 7,5 mln m³ gnojowicy [Iwaszkiewicz 2013]. Nawozy naturalne wykorzystywane są głównie do nawożenia upraw rolniczych, częściowo wykorzystywane są jako surowiec do produkcji biogazu [Fugol, Szlachta 2010].

Jakość gnojowicy zależy, od rodzaju zwierząt od których pochodzi, sposobu żywienia, stopnia rozcieńczenia wodą, zawartości składników pokarmowych makro i mikroelementów. Gnojowicę podzielić można na trzy grupy, a mianowicie: półpłynna (o zawartości wody poniżej 75-92 %, frakcja stała 8-25 %), płynna (woda 92-97 %, frakcja stała 3-8%), ścieki nawozowe (woda powyżej 97%, frakcja stała poniżej 3%) [Żebrowska 2014]. W pierwszym roku stosowania rośliny wykorzystują 40-50% azotu, do 30% fosforu i 80% potasu. Procentowe zawartości azotu, fosforu i potasu w dwu rodzajach gnojowicy pochodzącej od krów i trzody chlewnej podano w tabeli 1.2.

Tabela 1.2

Zawartość składników pokarmowych w gnojowicy bydlęcej i trzody chlewnej o różnym stopniu zawartości wody [%]

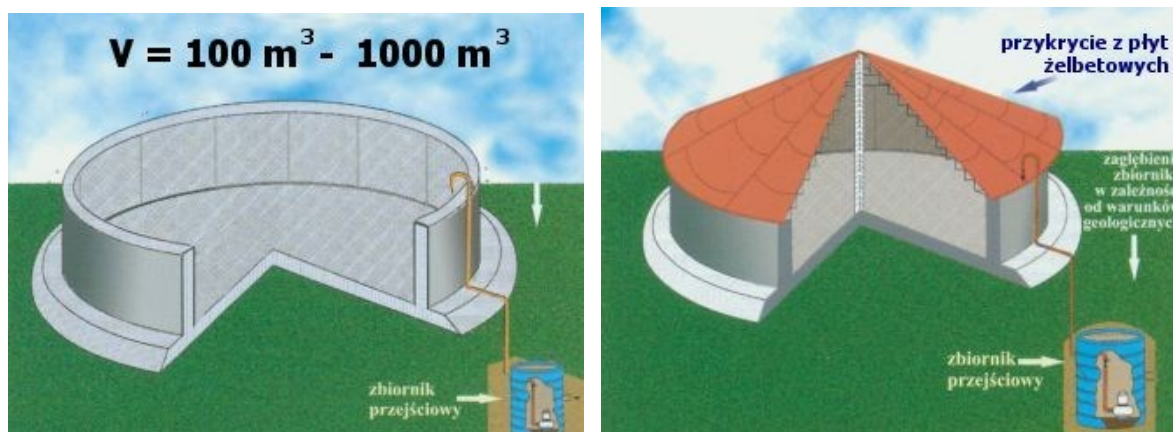
Nazwa składnika nawozowego	Zawartość wody w gnojowicy [%]		
	86-90	92-96	96-98
Gnojowica bydła dorosłego			
Azot (N)	0,33-0,40	0,17-0,20	0,08-0,10
Fosfor (P₂ O₅)	0,17-0,20	0,10-0,13	0,03-0,07
Potas (K₂ O)	0,33-0,40	0,20-0,27	0,07-0,13
Gnojowica trzody chlewnej			
Azot (N)	0,42-0,50	0,25-0,33	0,08-0,17
Fosfor (P₂ O₅)	0,21-0,25	0,12-0,16	0,04-0,08
Potas (K₂ O)	0,17-0,21	0,08-0,13	0,03-0,08

Źródło: <http://kbo-agro.com.ua/read/texnika-dlja-vnesenija-zhidkix-udobrenij?submenu=1707106491>

Do składowania, transportu i rozlewu wymagany jest szeroki asortyment maszyn i urządzeń dostosowanych do lokalnych warunków glebowo-klimatycznych i obowiązujących wymagań ekologicznych [Kamiński 2012]. Do przechowywania płynnych nawozów naturalnych używane są różnego rodzaju zbiorniki lokalizowane najczęściej w pobliżu budynków inwentarskich o objętości zapewniającej około półroczną produkcję gnojówki lub gnojowicy dla stada zwierząt chowanych w gospodarstwie rolniczym [Romaniuk 2012]. Przechowywany w zbiorniku nawóz naturalny wymaga okresowego mieszania do której to czynności wykorzystywane są mieszalniki (miksery). Załadunek nawozu ze zbiornika do beczkowozu odbywa się przy pomocy pompy zewnętrznej lub kompresora zamontowanego na beczkowie. Transport nawozu na pole jest połączony z zabiegiem rozlewania i wykonywany jest agregatem ciągnikowym z wozem asenizacyjnym. Wozy asenizacyjne różnią się między sobą rozwiązaniami konstrukcyjnymi i przebiegiem procesu technologicznego. Jedną z ważnych cech agregatu nawozowego jest ugniatanie gleby kołami jezdnych ciągnika i wozu asenizacyjnego. Związane jest to z zagęszczaniem gleby w śladach kół jezdnych na co mają wpływ naciski jednostkowe i osiowe agregatu, oraz tworzeniem kolein. Na ugniatanie gleby i tworzenie kolein używana jest znaczna moc ciągnika, co prowadzi do wzrostu zużycia paliwa oraz ograniczenia wydajności pracy maszyny.

W technologii nawożenia gnojowicą wykorzystywane są następujące urządzenia i maszyny, a mianowicie: zbiorniki gnojowe, mieszadła (miksery), beczkowozy. Przykładowe zbiorniki żelbetowo-monolityczne na gnojowicę pokazano na rys. 1.1.

Zbiorniki żelbetonowo-monolityczne budowane są o różnych parametrach technicznych, zależnych głównie od ich przeznaczenia, w tym obsady zwierząt gospodarskich, a dane techniczne przykładowych zbiorników podano w tabeli 1.3.



Źródło: http://www.oltrans.com.pl/tresc.php?tresc=zbiorniki_gnojowka

Rys. 1.1. Przykładowe konstrukcje żelbetowych zbiorników na gnojowicę

Tabela 1.3

Parametry techniczne zbiorników na gnojowicę

Pojemność [m³]	100	150	200	250	350	500	700	1 000
Średnica [m]	6,50	8,00	9,50	10,50	12,50	15,00	17,50	21,00
Wysokość [m]	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Źródło: http://www.oltrans.com.pl/tresc.php?tresc=zbiorniki_gnojowka

Podstawowe wymiary przykładowych zbiorników z tworzyw sztucznych podano w tabeli 1.4.

Tabela 1.4

Podstawowe wymiary cylindrycznych zbiorników z tworzyw sztucznych

L.p.	Pojemność V [dm ³]	Średnica D [mm]	Długość L [mm]	L.p.	Pojemność V [dm ³]	Średnica D [mm]	Długość L [mm]
1	3 000	1 200	2 500	7	40 000	2 000	12 800
2	5 000	1 600	2 500	8	50 000	2 500	10 500
3	7 000	1 600	3 500	9	60 000	2 500	12 500
4	10 000	2 000	3 800	10	75 000	2 500	15 500
5	20 000	2 000	7 000	11	100 000	2 500	21 000
6	30 000	2 000	10 200				

Źródło: http://www.oltrans.com.pl/tresc.php?tresc=zbiorniki_gnojowka

Na rynku maszyn rolniczych dostępny jest szeroki asortyment mieszadeł (mikserów) o parametrach technicznych dostosowanych do konstrukcji zbiorników na gnojowicę. Urządzenia te służą do mieszania i miksowania (ujednorodniania) oraz natleniania gnojowicy. Mieszadła podzielić można na następujące grupy: pod rusztowe, stacjonarne, zawieszane, składane, łamane, wieżowe, itp.

Mieszadła podrusztowe typ MGP służą do miksowania gnojowicy pod rusztami na niedużej głębokości (max. do 2 m), i niewielkiej objętości (100 - 300 m³).

W ofercie są dwa typy:

- o zapotrzebowaniu mocy 4 kW i średnicy śmigła 500mm oraz obrotach 380 obr·min⁻¹,
- o zapotrzebowaniu mocy 5,5 kW i średnicy śmigła 550 mm oraz obrotach 380 obr·min⁻¹.

Popularne są mieszadła zawieszane na trzypunktowym układzie zawieszenia ciągnika napędzane od WOM charakteryzujące się zróżnicowanym zasięgiem (od 4 do 10 m).

Przykładowe mieszadła do gnojowicy pokazano na rys. 1.2.

Do wypompowywania gnojowicy ze zbiorników służą również pompy z napędem elektrycznym, pompy zawieszane na ciągniku napędzane od WOM oraz specjalne przelewy, rys. 1.3.



Źródło: <http://www.agroserwiskrysiak.pl>

a.



Źródło: <http://www.pichonindustries.pl/mieszadlo-gnojowica>

b.

Rys. 1.2. Mieszadła do gnojowicy: a. widok ogólny mieszadła łamanego, b. mieszadło podczas pracy w zbiorniku na gnojowicę



[Pompy elektryczne](#)



[Pompy zawieszane na ciągnik](#)



[Przelewy](#)

Źródło: www.agroserwiskrysiak.pl/asp/pl

Rys. 1.3. Urządzenia służące do pompowania rozdrobnionej (zmiksowanej) gnojowicy

2. BUDOWA ROZRZUTNIKÓW OBORNIKA I WOZÓW ASENIZACYJNYCH

Podstawowymi zespołami rozrzutników obornika są: podwozie, przenośnik podłogowy, adapter rozrzucający i układ napędowy zespołów roboczych.

Z uwagi na usytuowanie przestrzenne bębnow rozrzucających obornik adaptery można podzielić na dwie grupy: - z bębnow rozrzucającymi o osi obrotu usytuowanej poziomo, - z bębnow rozrzucającymi o osi obrotu usytuowanej pionowo. Wśród adapterów z bębnow rozrzucającymi poziomymi rozróżniamy następujące typy: łopatkowy, ślimakowy i bijakowy. Wśród adapterów z bębnow rozrzucającymi pionowymi wymienić należy trzy podstawowe typy: łopatkowy, łopatkowy i ślimakowy. Z uwagi na liczbę kół rozrzutnika podzielić je można na jednoosiowe (dwukołowe), jednoosiowe (czterokołowe w układzie tandem), trzyosiowe (sześciokołowe). Przykładowe rozrzutniki obornika pokazano na rys. 2.1.

		
<p>Źródło: www.joskin.com Rozrzutnik obornika Tytan do ciągnika klasy 14 kN</p>	<p>Źródło: www.joskin.com Rozrzutnik obornika Tornado 2 do ciągnika klasy 20kN</p>	<p>Źródło: www.joskin.com Rozrzutnik obornika Joskin Ferti-Cargo do ciągnika klasy 30 kN</p>

Rys. 2.1. Rozrzutniki obornika: dwukołowy, czterokołowy i sześciokołowy

Kolejnego podziału rozrzutników, dotyczącego ważnej cechy maszyn, tj. rodzaju napędu przenośnika podłogowego i bębnow rozrzucających na rozrzutniki w których: – przenośnik podłogowy i bębny rozrzucające otrzymują napęd od WOM ciągnika, - przenośnik podłogowy i bębny rozrzucające napędzane są silnikami hydraulicznymi zasilanymi od hydrauliki zewnętrznej ciągnika, - przenośnik podłogowy napędzany jest silnikiem hydraulicznym, a bębny od WOM ciągnika, - przenośnik od WOM ciągnika a bębny silnikiem hydraulicznym.

Do przewozu i aplikacji gnojowicy służy szeroki asortyment beczkwozów (wozów asenizacyjnych) o zróżnicowanych rozwiązaniach konstrukcyjnych i pojemnościach zbiorników od kilkuset litrów do kilkudziesięciu metrów sześciennych. Przykładowe wozy asenizacyjne stosowane w gospodarstwach farmerskich pokazano na rys. 2.2.

Trendy rozwojowe w konstrukcji wozów asenizacyjnych to, przede wszystkim: zwiększanie pojemności zbiorników, doskonalenie konstrukcji podwozi i dobór liczby i rozmiaru kół w

aspekcie ograniczenia oporów przetaczania agregatu i ugniatania gleby (w tym ograniczenie zużycia paliwa), przeniesienie znacznej części ciężaru maszyny na zaczep ciągnika, duży asortyment urządzeń do rozlewu powierzchniowego (dysze, łyżki rozbryzgowo, belki z węzami do rozlewu powierzchniowego) i narzędzia uprawowe (głównie kultywatory z różnego typu zębami spalniającymi) przystosowane do nawożenia doglebowego.

		
Źródło: www.joskin.com Beczkwóz firmy Joskin poj. 6000 dm ³ , opony 400R22,5	Źródło: www.joskin.com Beczkwóz firmy Joskin poj. 10000 dm ³ , opony 400R22,5	Źródło: www.joskin.com Beczkwóz firmy Joskin poj. 24000 dm ³ , opony 400R22,5
		
Źródło: www.joskin.com Beczkwóz firmy Joskin poj. 11000 dm ³ , 4 opony 400R22,5	Źródło: www.joskin.com Beczkwóz firmy Joskin poj. 18000 dm ³ , opony 400R22,5	Źródło: www.joskin.com Beczkwóz firmy Joskin poj. 24000 dm ³ , opony 400R22,5

Rys.2.2. Wozy asenizacyjne firmy Joskin o pojemności od 6000 do 24000 dm³ z rozlewem powierzchniowym i doglebowym gnojowicy

Posiadają one podwozia jedno, dwu i trzyosiowe z dyszlem przystosowanym do zaczepu automatycznego ciągników rolniczych. Mogą one służyć zarówno do rozlewu powierzchniowego jak i doglebowego. Do rozlewu doglebowego wymagają agregatowania z ciągnikami znacznie większych mocy w porównaniu z rozlewem powierzchniowym.

Ostatnio obserwuje się trend budowy samobieżnych maszyn do nawożenia gnojowicą. Budowane są one w wersjach z rozlewem powierzchniowym i wprowadzeniem doglebowym gnojowicy. Często wprowadzenie doglebowe gnojowicy jest połączone z uprawą przedsięwną gleby. Zestawy aplikacyjne narzędzi do gnojowicy produkuje wiele firm, między innymi: Meprozet Kościan, Pomot Chojna, spółka Holmer, Exmoor, Zunhammer Gülltechnik, Veenhuis, Kyndestoft Maskinfabrik ApS, Freiburger, Oldenburger, Toric.

Zestaw oferowanych przez producenta (Exmoor) narzędzi uprawowo-nawozowych na bazie kultywatora zamieszczono na rys.2.3. Szerokość robocza tych narzędzi waha się od 6,75 do 8 m. Zespół rozlewowy gnojowicy zainstalowany na kultywatorze może być zasilany wężem z jadącego obok wozu asenizacyjnego. Cechuje on się zwartą budową, wielofunkcyjnością, a podstawowe parametry budowanych typów podano w tabeli 2.1.



Źródło: <http://kbo-agro.com.ua/read/tehnika-dlja-vnesenija-zhidkix-udobrenij?submenu=1707106491>

Rys. 2.3. Zestaw narzędzi uprawowo nawozowych na bazie kultywatora.

Tabela 2.1

Podstawowe dane techniczne narzędzia uprawowo nawozowego

Typ maszyny	Liczba zębów [szt]	Rozstaw zębów [cm]	Szerokość robocza [m]	Szerokość transportowa [m]
BI-XLS21	21	32	675	295
BI-XLS23	23	32	740	295
BI-XLS25	25	32	800	295

Źródło: opracowanie własne na podstawie <http://kbo-agro.com.ua/read/tehnika-dlja-vnesenija-zhidkix-udobrenij?submenu=1707106491>

Samobieżne rozlewacze płynnych nawozów naturalnych charakteryzują się zastosowaniem ciągnika na którym można montować różne maszyny rolnicze, jak na przykład: beczkowóz, rozrzutnik obornika, skrzynie do przewozu ziarna zbóż, buraków cukrowych, okopowych, itd. Na uwagę zasługuje ciągnik Terra Variant holenderskiej spółki Holmer na którym można wymiennie montować: cysternę z narzędziem do dogłębowego nawożenia gnojowicą, rozrzutnik obornika (na przykład firmy Bergman), skrzynie do przewozu ziarna zbóż, buraków cukrowych, ziemniaków zebranych kombajnami, siewniki, narzędzia uprawowe itd. Ciągnik ma silnik wysokoprężny Mercedes Benz OM S02 LA E3A/2 ośmiocyldrowy typu widlastego o mocy 450 kW (612 KM). Skrzynia przekładniowa typu Funk DF 500 ma 16 biegów do przodu i 6 do tyłu przelączanych pod obciążeniem. Dwie osie kierowane ze zwolnicami planetarnymi, każda o dopuszczalnym obciążeniu do 25 ton (zależnym od zastosowanego ogumienia), amortyzowana hydraulicznie oś łamana przednia, system stabilizacji na

pochyłościach, regulowane ciśnienie w ogumieniu zapewniające stabilizację boczną. Ciągnik ma urządzenie zaczepowe kategorii IV. Ponadto ciągnik posiada: system hydrauliczny EHR (zamknięty układ hydrauliczny), odciążenie i dociążenie TUZ, pompę hydrauliczną o wydajności $190 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, opcjonalnie pompę hydrauliczną o zmiennej wydajności Linda HPV 280-02 RE1, jeden z trzech rozmiarów ogumienia 800/85R32, 1050/50R32 ogumienie Terra, 710/75R34 koła bliźniacze. Na ciągniku mogą być montowane cysterny o pojemnościach 15, 18 i 21 m^3 połączone z narzędziem uprawowo-nawozowym. Dowóz gnojowicy na pole do pracującego agregatu zalecany jest wozem asenizacyjnym o tej samej pojemności z bezpośrednim przelewaniem ze środka transportowego do agregatu nawozowego lub z zastosowaniem specjalnego zbiornika pośredniego znajdującego się na skraju pola, rys. 2.4.



Źródło: <http://www.holmer-maschinenbau.de/pl/produkty/pojazd-systemowy/terra-variant/opis/nawozenie-gnojowica.html>

Rys. 2.4. Organizacja pracy podczas nawożenia gnojowicą z wykorzystaniem ciągnika Terra Variant z cysterną i narzędziem uprawowo-nawozowym.

Na uwagę zasługuje równomierne rozłożenie ciężaru maszyny na osie po 50% oraz możliwość poruszania się agregatu tzw. „psim chodem” oraz możliwość nawożenia na użytkach zielonych z wykorzystaniem węży wleczonych lub kroi talerzowych, a także automatyczna regulacja dawki na hektar i waga informująca o masie nawozu w zbiorniku.

3. ZASADY EKSPLOATACYJNE ROZRZUTNIKÓW OBORNIKA I WOZÓW ASENIZACYJNYCH

Ważną operacją technologiczną jest załadunek nawozu na rozrzutnik obornika. Do załadunku obornika wykorzystywane są ładowarki uniwersalne, głównie zawieszane na ciągnikach, rys. 3.1.



Źródło: Wyłuda [2006]

a



Źródło: Wyłuda [2006]

b



Źródło: Wyłuda [2006]

c



Źródło: Wyłuda [2006]

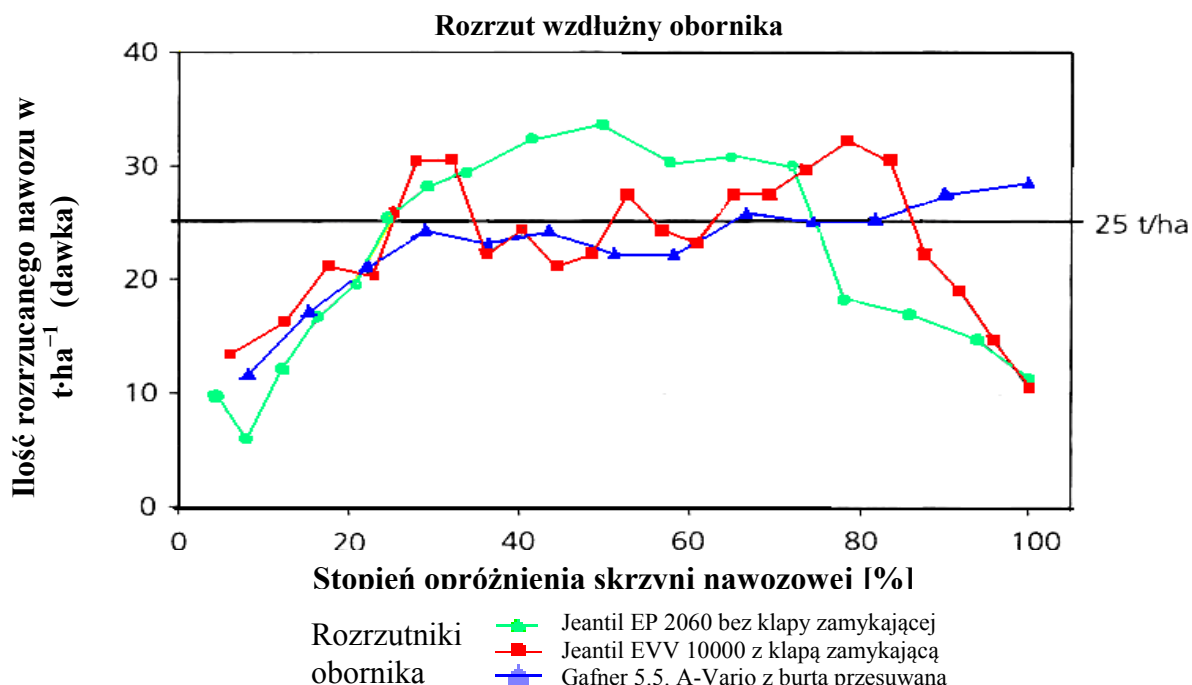
d

Rys. 3.1. Ładowarki uniwersalne z wyposażeniem do załadunku obornika: a) ładowarka ciągnikowa typu Tur zawieszona na ciągniku Ursus, b) ładowarka ciągnikowa typu Tur zawieszona na ciągniku Ursus, c) ładowarka ciągnikowa typu Cyklop przyczepiona do ciągnika Ursus, d) ładowarka samojezdna Massey Ferguson 8947 Xtra

Cechują one się małym udźwżgiem (300-2000 kg), małą wydajnością ($W_{07} = 30-60 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$) i małą zwrotnością. Znacznie lepszymi parametrami eksploatacyjnymi cechują się ładowarki samojezdne (załadunek różnych materiałów na dużą wysokość), o udźwżgu 2,5 do 5,0 ton i wydajności od 60 do 120 $\text{t}\cdot\text{h}^{-1}$, które są niezbędne zwłaszcza przy współpracy z rozrzutnikami obornika dużej ładowności (20-30 ton).

Podstawowymi wskaźnikami charakteryzującymi jakość pracy rozrzutników obornika są stałość dawki (równomierność podłużna) i równomierność poprzeczna rozkładu nawozu na polu. Zachowanie stałości założonej dawki w fazie opróżniania skrzyni nawozowej, dla różnych przykładowych systemów podawania nawozu do bębnow rozrzucających podano na

rys. 3.2. Natomiast wartości wskaźnika nierównomierności poprzecznej rozkładu nawozu na polu, dla dwu rodzajów nawozu (obornik koński, dobrze przefermentowany o wilgotności ok. 50 %, kompost, dobrze przefermentowany o wilgotności ok. 50 %) zamieszczono w tabeli 3.1. Najniższe wartości wskaźnika nierównomierności poprzecznej rozkładu nawozu cechują rozrzutniki z adapterami czterobębnowymi pionowymi (5,1 i 9,1 %), nieco wyższe dla adaptera bijakowego z wyrzutem bocznym (11,2 %), dwu pionowych dużych bębnow (13,1 %) oraz dwubębnowych z tarczami rozrzucającymi (13,5%). Duże ładowności rozrzutników obornika i masy ciągnika i rozrzutnika sprawiają, że na polu występuje intensywne ugniatanie gleby w koleinach oraz koleiny posiadają znaczną objętość na co zużywana jest znaczna część mocy silnika ciągnika. Dlatego ważnym jest dobre dobranie ładowności rozrzutnika, rozmiaru ogumienia jego kół jezdnych i mocy oraz masy współpracującego ciągnika, rys. 3.3. Trendy w mechanizacji nawożenia obornikiem to: załadunek nawozu na rozrzutniki ładowarkami o dużym udźwigu (tj. wydajności), duży asortyment adapterów rozrzucających przystosowanych do rodzaju nawozu naturalnego, podwozia z ogumieniem dużego rozmiaru dostosowane do ładowności rozrzutników. Oferowany rolnictwu asortyment rozrzutników obornika powinien być dostosowany do zapotrzebowania gospodarstw w aspekcie posiadanego areалу, ciągników i wykorzystania do innych zabiegów agrotechnicznych.



Źródło: Frick i inni [2001]

Rys. 3.2. Dokładność rozkładu wzdłużnego kompostu przy założonej dawce $25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, rozrzuconego rozrzutnikami Jeantil EP 2060 (bez kłapy zamykającej), Jeantil EVV 10000 (z kłapą zamykającą) i Gafner 5,5 – Vario (z burtą przesuwana).

Wskaźnik nierównomierności poprzecznej określany jest stosunkiem względnego odchylenia standardowego do wartości średniej i wyrażony w procentach. Zgodnie z metodyką Norma Europejska EN 13080:2002 – Maszyny rolnicze – Rozrzutniki obornika – Ochrona środowiska – Wymagania i metody badań, wyznacza się go w następującej kolejności obliczeń wartości następujących wielkości:

1. udział masowy lub procentowy masy nawozu w chwytaku w stosunku do masy na założonej szerokości roboczej – m_i [%], i – numer chwytaka nawozu, n – liczba chwytaków na szerokości roboczej),

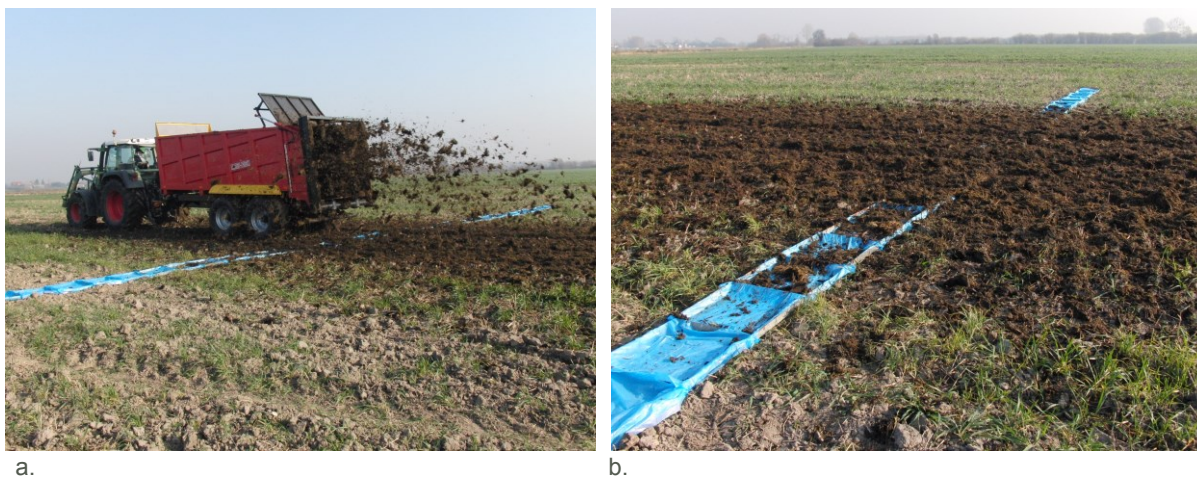
2. masę nawozu na szerokości roboczej rozrzutnika - $M = \sum_{i=1}^n m_i$ [g] lub [%],

3. średnią masę nawozu w chwytaku - $m_{sr} = \frac{M}{n}$ [g] lub [%],

4. względne odchylenie standardowe - $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (m_i - m_{sr})^2}$ [g] lub [%],

5. wskaźnik nierównomierności poprzecznej rozrzutu - $C_v = \frac{s}{m_{sr}} \cdot 100$ [%].

Na rys. 3.3 pokazano sposób badania nierównomierności poprzecznej rozrzutu obornika 2 bębnowym adapterem pionowym napędzanym od WOM ciągnika.



Źródło: W. Markiewicz MOB w Kłudzienku

Rys. 3.3. Rozrzutnik obornika firmy Wielton z 2 bębnowym pionowym adapterem rozrzucającym, podczas badań nierównomierności poprzecznej rozrzutu nawozu:
a) przejazd maszyną nad rozłożonymi poprzecznie chwytakami nawozu,
b) rozkład nawozu w chwytakach i na polu.

Tabela 3.1

Nierównomierność poprzeczna rozkładu obornika i kompostu dla podstawowych typów współczesnych adapterów rozrzucających

Roztrzásacz obornika	Typ zespołu rozrzucającego	Dawka	Szerokość robocza	Prędkość robocza	Nierównomierność poprzeczna
		[t·ha ⁻¹]	[m]	[km·h ⁻¹]	[%]
Obornik koński, dobrze przefermentowany o wilgotności ok. 50 %					
Jeantil EP 2060 Epandor 2	2 poziome bębny	30	3,5	4,7	18,8
Bergman M 700 SX	4 pionowe bębny	30	6,5	5,1	9,1
Jeantil EVV 10000 Epandor 5	2 duże pionowe bębny	30	7	3,4	13,1
Jeantil EP 2060 Epandor 3	2 poziome bębny rozdrabniające i 2 tarcze rozrzucające	30	11	3,1	13,4
Gafner 5.5 A-Vario	bęben bijakowy, wyrzut boczny	30	11	3,1	38,7
Kompost, dobrze przefermentowany o wilgotności ok. 50 %					
Jeantil EP 2060 Epandor 2	2 poziome bębny	25	4,5	5,1	18,2
Bergman M 700 SX	4 pionowe bębny	25	7,0	5,3	5,1
Jeantil EVV 10000 Epandor 5	2 duże pionowe bębny	25	5,5	5,1	19,3
Jeantil EP 2060 Epandor 3	2 poziome bębny rozdrabniające i 2 tarcze rozrzucające	25	12,0	4,6	15,5
Gafner 5.5 A-Vario	bęben bijakowy, wyrzut boczny	25	10,0	3,2	11,2

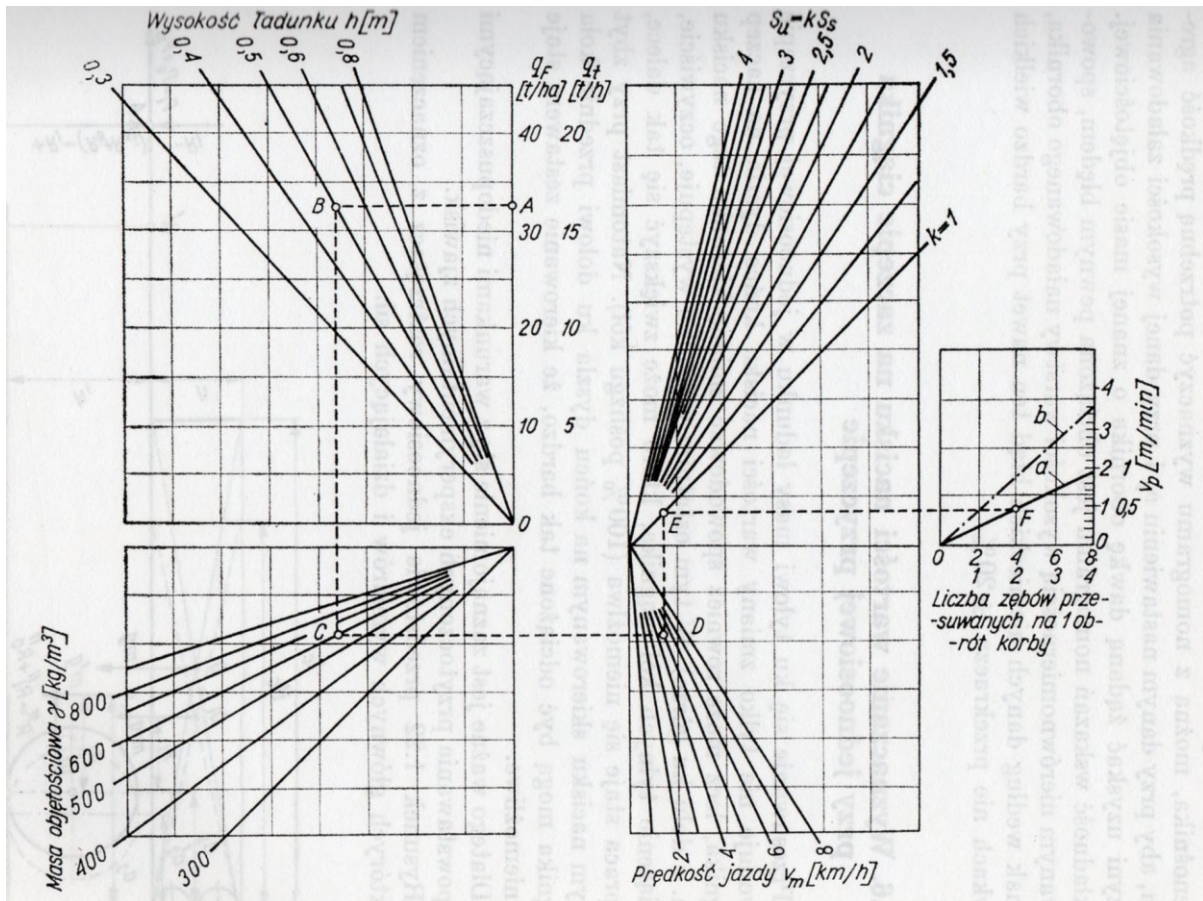
Źródło: Frick [2001]

Podstawowymi parametrami regulacyjnymi przy dawce obornika na hektar są: prędkość przesuwu przenośnika podłogowego rozrzutnika i prędkość jazdy maszyny. Przy przenośnikach z zapadkowym mechanizmem napędowym parametrem regulacyjnym jest liczba zębów przesuwanych na jeden obrót korby. Na rys. 3.4. przedstawiono sposób ustalenia liczby zębów przesuwanych na jeden obrót korby w zależności od dawki obornika – q_f , wysokości ładunku – h , masy objętościowej – γ , szerokości skrzyni – S_s , szerokości roboczej – S_r , rzeczywista szerokość robocza – S_u i prędkości jazdy maszyny – V_m . Przy

maszynach wąsko rozrzucających $\frac{S_u}{S_s} = k \approx 1$. Postępując się zależnościami [Kanafojski 1977]:

$$q_t = 0,06 \cdot v_p \cdot h \cdot S_s \cdot \gamma \text{ [t} \cdot \text{h}^{-1}] \text{ oraz } q_F = \frac{q_t}{0,1 \cdot S_u \cdot v_m} = \frac{0,6 \cdot v_p \cdot h \cdot S_s \cdot \gamma}{S_u \cdot v_m} \text{ [t} \cdot \text{ha}^{-1}]$$

można zbudować nomogram przedstawiający powiązania między poszczególnymi wielkościami, rys. 3.4.



Źródło: [Kanafojski 1977]

Rys. 3.4. Nomogram dla nastawiania przekładni zapadkowej w zależności od dawki nawozu q_F , wysokości ładunku h , masy objętościowej γ , prędkości jazdy v_m i użytecznej szerokości rozrzutu S_u

Przykładowo dla rozrzucenia dawki ok. $32,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (punkt A) obornika o wysokości $h = 0,5 \text{ m}$ (punkt B) i o masie objętościowej $\gamma = 600 \text{ kg} \cdot \text{m}^3$ (punkt C) z prędkością $v_m = 5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ (punkt D) wąsko rozrzucającym rozrzutnikiem (punkt E dla $k=1$) o charakterystyce przedstawionej linią a trzeba tak nastawić mechanizm zapadkowy, aby zapadka przesuwiała się co drugi ząb (punkt F na linii a). Wówczas $v_p = 0,8 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$.

W tabeli 3.2 zamieszczono wartości wskaźników eksploatacyjnych dla dziewięciu zestawów ciągników i rozrzutników obornika. Nakłady robocizny kształtowały się w granicach od 1,72 do 2,87rbh·ha⁻¹ oraz 0,057 do 0,124rbh·t⁻¹, koszty eksploatacji zestawów od 111,65 do 348,82PLN·h⁻¹ oraz 199,89 do 1115,15PLN·ha⁻¹ przy wydajności godzinowej od 0,27 do 0,58ha·h⁻¹ i jednostkowej 8,1 do 17,4t·h⁻¹.

Tabela 3.2

Wartości wskaźników eksploatacyjnych zestawów nawozowych

Symbole maszyn (ciągnik + rozrzutnik)	Nakłady robocizny		Koszt eksploatacji		Wydajność W ₀₇ (dawka obornika 30 t·ha ⁻¹)	
	[rbh·ha ⁻¹]	[rbh·t ⁻¹]	[PLN·h ⁻¹]	[PLN·ha ⁻¹]	[ha·h ⁻¹]	[t·h ⁻¹]
A. Renault 95.14 + rozrzutnik Duchesne 5T5	2,15	0,072	111,65	232,60	0,48	14,4
A1. New Holland T5.95 + rozrzutnik Warfama N-218	1,79	0,060	111,94	199,89	0,56	16,8
A2. Kubota M9540 + rozrzutnik Warfama N-228	2,38	0,079	114,03	203,63	0,42	12,6
B. Valtra N121 + rozrzutnik Miro SH120S	1,90	0,063	188,87	363,22	0,52	15,6
B1. Case Maxxum 125 + Rolland RT115	2,11	0,070	172,54	367,10	0,47	14,1
B2. John Deere 6534 + Joskin S5010/11V	1,72	0,057	162,17	279,61	0,58	17,4
C. JCB 8250 + rozrzutnik Rolland Rollmax 6325	2,60	0,080	348,82	917,95	0,38	11,4
C1. Case Puma 215 + Rolland RT165	3,71	0,124	274,09	1115,15	0,27	8,1
C2. Case Puma 200 + Rolland RT195	2,87	0,095	282,22	806,34	0,35	10,5

Źródło: [Marczuk 2012]

Zasady eksploatacyjne wozów asenizacyjnych stosowanych do nawożenia gnojowicą są podobne do eksploatacji rozrzutników obornika. Z zakresu jakości rozlewu gnojowicy ważnymi są dawka na hektar i nierównomierność poprzeczna rozlewu. Przy beczkowozach z systemem rozbryzgowym szerokość robocza maszyn jest mniejsza od szerokości rozbryzgiwania i ustalana jest podobnie jak dla rozrzutników obornika z zachowaniem nierównomierności poprzecznej rozkładu poniżej 30%. Dawka nawozu na hektar zależy głównie od wydatku dysz rozlewowych, zastosowanej szerokości roboczej (występują pasy pola nawożone w dwu sąsiednich przejazdach) i prędkości roboczej agregatu. Przy stosowaniu zespołów rozlewowych o stałej szerokości roboczej (węże rozlewowe, nawożenie dogłębowe – kultywatory, głębosze, brony talerzowe) dawka zależy również od wydatku, szerokości roboczej i prędkości roboczej agregatu. Dawkę gnojowicy Q można określić z zależności:

$$Q = q \frac{10000}{S_p \cdot v_m} [\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}]$$

gdzie: q – jednostkowy wydatek gnojowicy, $\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,

v_m – prędkość robocza maszyny, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,

S_r – szerokość robocza wozu asenizacyjnego, m.

Przygotowanie agregatu nawozowego do pracy polega na prawidłowym dobraniu ciągnika (pod względem mocy silnika, siły uciągu, obciążenia na zaczepie, stabilności poprzecznej i podłużnej, sterowności) i wozu asenizacyjnego (pod względem pojemności zbiornika, systemu napełniania i opróżniania, jakości pracy i wskaźników eksploatacyjnych).

Porównanie kosztów nawożenia gnojowicą przeprowadzone przez Żebrowską [2014] badanymi zestawami maszyn A, B i C oraz zestawami znajdującymi się w handlu A1, A2, B1, B2, C1, C2 zamieszczono w tabeli 3.3. Grupa maszyn A są to wozy asenizacyjne o pojemności - 6 m^3 , grupa B – 12 m^3 i grupa C – 8 m^3 .

Tabela 3.3

Koszty nawożenia maszynami stosowanymi w gospodarstwach A, B i C oraz zestawów porównawczych

A	Wyszczególnienie	Oznaczenie	Jednostki miary	Koszty załadunku	Koszty rozlewu
1.	Koszty eksploatacji zestawu (27a+27b)	K	PLN·h ⁻¹	88,74	106,66
2.	Jednostkowe koszty (poz. 28:16)	k'	PLN·ha ⁻¹	41,27	121,20
A1	Koszty eksploatacji	K	PLN·h ⁻¹	90,61	108,53
	Jednostkowe koszty	k'	PLN·ha ⁻¹	41,56	121,94
A2	Koszty eksploatacji	K	PLN·h ⁻¹	43,63	99,44
	Jednostkowe koszty	k'	PLN·ha ⁻¹	17,95	100,44
B	Wyszczególnienie	Oznaczenie	Jednostki miary	Koszty załadunku	Koszty rozlewu
1.	Koszty eksploatacji zestawu (27a+27b)	K	PLN·h ⁻¹	139,54	164,73
2.	Jednostkowe koszty (poz. 28:16)	k'	PLN·ha ⁻¹	28,48	79,96
B1	Koszty eksploatacji	K	PLN·h ⁻¹	68,72	122,41
	Jednostkowe koszty	k'	PLN·ha ⁻¹	14,02	59,42
B2	Koszty eksploatacji	K	PLN·h ⁻¹	86,62	107,58
	Jednostkowe koszty	k'	PLN·ha ⁻¹	16,31	48,24
C	Wyszczególnienie	Oznaczenie	Jednostki miary	Koszty załadunku	Koszty rozlewu
1.	Koszty eksploatacji zestawu (27a+27b)	K	PLN·h ⁻¹	139,24	168,15
2.	Jednostkowe koszty (poz. 28:16)	k'	PLN·ha ⁻¹	15,95	58,79
C1	Koszty eksploatacji	K	PLN·h ⁻¹	113,44	142,06
	Jednostkowe koszty	k'	PLN·ha ⁻¹	12,99	49,67
C2	Koszty eksploatacji	K	PLN·h ⁻¹	138,62	167,82
	Jednostkowe koszty	k'	PLN·ha ⁻¹	15,88	58,68

Źródło: obliczenia własne

Najniższe jednostkowe koszty eksploatacji maszyn charakteryzują zestaw C ($k'=15,95$ – załadunek i $k'=58,79$ – rozlew), wyższe zestaw B ($k'=28,48$ – załadunek i $k'=79,96$ – rozlew) i najwyższe zestaw A ($k'=41,27$ – załadunek i $k'=121,20$ – rozlew),

4. BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY

Zagrożenia występujące podczas stosowania nawozów naturalnych mają charakter szkodliwego oddziaływania na: środowisko naturalne, produkcję rolną, bezpieczeństwo pracy obsługi maszyn nawozowych oraz korozyjne oddziaływanie na sprzęt do nawożenia. Nawozy naturalne mogą zawierać chorobotwórcze organizmy typu: E.coli, Salmonella, Listeria, Compylobacter, Criptosporidium i Giardia, które wywołują choroby rozprzestrzeniające się drogą pokarmową. Duże znaczenie mają tu sposób i termin stosowania nawozów, które istotnie wpływają na okres przeżycia czynników chorobotwórczych w glebie oraz prawdopodobieństwo ich przedostania się do żywności. Aby tym zjawiskom zapobiec zaleca się:

- nie nawozić pola bezpośrednio przed siewem,
- nie nawozić pól podczas wzrostu roślin.
- wycieki ze składowanego obornika gromadzić w szczelnych zbiornikach,
- nie pozostawiania nie umytych narzędzi i środków transportu podczas przechowywania,
- nie dopuszczać do przenoszenia cząstek nawozu przez wiatr oraz w postaci aerozolu,
- nie dopuszczać do zanieczyszczania gleby oraz wód nawadniających,
- ograniczyć dostęp inwentarza do upraw polowych.

Chorobotwórcze drobnoustroje znajdujące się w oborniku i gnojowicy mogą być niszczone poprzez: temperaturę, promieniowanie słoneczne, odczynem gleby pH, poddanie schnięciu, czas składowania. Dlatego zaleca się między innymi:

- nie nawozić gleby świeżym obornikiem i gnojowicą w okresie 6 miesięcy od jej pozyskania,
- nie stosować przerobionego obornika w okresie 2 miesięcy przed zbiorem,
- zachować 4 miesięczny okres czasu między przebywaniem zwierząt na polu i zbiorem roślin z użytków zielonych.

Zagrożenia zanieczyszczenia środowiska naturalnego związane są z: wymywaniem składników pokarmowych do głębszych warstw profilu glebowego i wód gruntowych, zanieczyszczeniem wód powierzchniowych w wyniku erozji i zmywów powierzchniowych, nierównomiernością aplikacji nawozów naturalnych, zanieczyszczeniem atmosfery związkami azotu, zanieczyszczeniem gleby metalami ciężkimi. Przykładowo występuje znaczne zanieczyszczenie gnojowicy od trzody chlewnej, żywionej paszą z dodatkami soli

miedzi dla zwiększenia przyrostu wagi żywej [Czuba i in. 1996]. Do gleby rocznie może być wprowadzane z taką gnojowicą do 1 kg Cu na hektar. Dlatego nie wskazane jest stosowanie takiej gnojowicy na pastwiskach na wiosnę, przed ruszeniem wegetacji lub po wypasach.

Wszystkie prace w gospodarstwie rolnym powinny być wykonywane z zachowaniem wymagań bezpieczeństwa. Szczególnej ostrożności wymaga się przy pracach związanych z nawożeniem nawozami naturalnymi. Pracownicy powinni być wyposażeni w odzież ochronną i okulary. W pobliżu pracujących maszyn nawozowych nie powinny przebywać osoby postronne. Elementy ruchowe maszyn, w tym wałki odbioru mocy i bębny rozrzucające obornik (podczas transportu) powinny być osłonięte. Ponadto należy nie przekraczać: dopuszczalnej ładowności rozrzutnika obornika (przekroczenie grozi awarią), dopuszczalnej prędkości jazdy po drogach polnych, utwardzonych i bitych, dopuszczalnego nacisku na zaczep rolniczy i automatyczny do przyczep jednoosiowych (przekroczenie grozi utratą stabilności, sterowności, przekroczeniem dopuszczalnego obciążenia na oś jezdnią ciągnika oraz ogumienie kół jezdnych).

Maszyny użyte w nawożeniu obornikiem i gnojowicą, po zakończeniu pracy powinny być starannie umyte. Mycie powinno odbywać się w specjalnej myjni ze zbiornikiem na brudną wodę. Woda po oczyszczeniu może być powtórnie użyta do mycia maszyn, lub jako bardzo rozcieńczona gnojówka rozlana na nawożonym polu.

5. PRZEGLĄD STANU TECHNICZNEGO MASZYN I KONSERWACJA

Po zakończonym sezonie agrotechnicznym maszyny nawozowe należy naprawić, nasmarować, a ubytki lakieru pomalować farbą w celu zabezpieczenia przed korozją. W przypadku podwozi uniwersalnych stosowanych w rozrzutnikach i beczkowozach należy skrzynie nawozowe zdemontować i ustawić na specjalnych podporach w miejscu przeznaczonym do przechowywania. W przypadku składowania zimowego całej (kompletnej) maszyny należy ją zabezpieczyć przed czynnikami zewnętrznymi (opadami atmosferycznymi), osie kół podeprzeć podporami, celem obniżenia nacisku kół na podłoże, a ciśnienie powietrza w ogumieniu zmniejszyć do poziomu poniżej 0,1 MPa.

6. PODSUMOWANIE

Duże masy nawozów naturalnych oraz różnice w właściwościach chemicznych, fizycznych i mechanicznych sprawiają, że asortyment stosowanych w operacjach technologicznych maszyn jest bardzo szeroki. Krótkie okresy agrotechniczne stosowania nawożenia sprawiają, że stosowane maszyny mają charakter maszyn uniwersalnych. Poruszanie się maszyn

nawozowych po różnych podłożach: polu uprawnym, trwałych użytkach zielonych (często o podwyższonej wilgotności gleby), drogach polnych, drogach utwardzonych i szosach sprawia, że dobór ogumienia kół jezdnych jest trudny w spełnieniu wymagań agrotechnicznych, ekologicznych i ekonomicznych. Nie bez znaczenia są warunki glebowo-klimatyczne, które wyraźnie wpływają na wskaźniki eksploatacyjno-ekonomiczne zabiegów nawożenia, nakłady energetyczne i ugniatanie gleby.

7. WNIOSKI

Nawożenie nawozami naturalnymi ma szereg zalet: w aspekcie rolniczym, dobra reakcja roślin, wyższe plony, niższe koszty nawożenia w porównaniu z nawozami mineralnymi; w aspekcie ekologicznym, niższe zanieczyszczenie środowiska, zagospodarowanie nawozu, który inaczej byłby uciążliwym odpadem produkcji rolniczej.

Szeroki asortyment dostępnych na rynku maszyn do nawożenia umożliwia odpowiedni dobór agregatów maszynowych do konkretnych warunków gospodarstwa rolnego, tj. posiadanego areálu, prowadzonej produkcji, posiadanych środków finansowych, itp.

LITERATURA

Barszczewski J., Ducka M. 2012. Bilans wybranych makroskładników łąki trwałej nawożonej nawozami mineralnymi i naturalnymi. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, t 12, z. 1(17) ISSN 1644-1095, s. 7-17.

Bulinski Ye., Marchuk T. 2007. Evaluating technologies on the basis of the intensity of compacting soil with the wheels of assemblies. Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy. ISSN 2076-5215, nr 3, s. 135-137.

Burzyńska I. 2013. Migracja składników mineralnych i węgla organicznego do wód gruntowych w warunkach zróżnicowanego użytkowania łąk na glebach mineralnych. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, Rozprawy naukowe i monografie nr 35, ss. 95, ISSN 1644-1095, s. 7-17.

Czuba R (red.) 1996. Nawożenie mineralne roślin uprawnych. Zakłady Chemiczne POLICE S. A. ISBN 83-906560-0-0, ss. 413.

Kamiński E. 2013. Trendy rozwojowe w mechanizacji nawożenia mineralnego i organicznego. W: Współczesna inżynieria rolnicza – osiągnięcia i nowe wyzwania. UR w Krakowie, ISBN 978-83-935020-3-8. s. 55-95.

Kamionka J. 2013. Ocena jakości pracy rozrzutników obornika. PIR, nr 4(82), ISSN 1231-0093, s. w druku.

Marczuk A. 2012. Wpływ parametrów rozrzutników obornika na wskaźniki eksploatacyjno – ekonomiczne nawożenia i ugniecenie gleby. Rozprawa Doktorska ITP, ss. 88.

Kanafojski Cz. 1977. Teoria i konstrukcja maszyn rolniczych. Tom 1, cz. III. Maszyny do nawożenia, siewu i sadzenia. Wydanie II. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, ss. 283.

Moraczewski R. 1996. Łąki i pastwiska w gospodarstwie rolnym. Warszawa. Fundacja Rozwój SGGW. ISBN 978-83-8698-026-0, ss. 220.

Nowak D. 2013. Ochrona wód przed zanieczyszczeniami z produkcji rolniczej. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Poznaniu. ISBN 978-83-60232-46-0, ss. 48.

Rjazanow M. W. 2009. Povyšeniye effektivnosti ispolzovaniya židkich organičeskich udobrenij putem razrabotki i obosnovaniya parametrov agregata dlja podpočvennogo vnesenija. Rozprawa doktorska. Elektronnaja biblioteka disertacij.

<http://www.dissercat.com/content/povyshenie-effectivnosti-ispolzovaniya-zhidkich-organicheskich-ydobrenij> [z dnia 08.01.2014 r.]

Śilovoj E. P. 2013. Mašiny dlja vnesenija udobrenij. http://mex-consult.ru/mashiny_dlya_vneseniya_udobrenij. [z dnia 2013-08-02].

Wesołowski P. 2008. Nawożenie łąk nawozami naturalnymi w świetle doświadczeń Zachodniopomorskiego Ośrodka Badawczego IMUZ w Szczecinie. Oprac. monogr. Falenty – Szczecin. Wyd. IMUZ, ISBN 978-83-88763-74-8, ss. 56.

Woźniak W. 2010. Zbiorniki na gnojowicę przewożne. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna. Nr 5. ISSN 1732-1719.

Zbytek Z., Łowiński Ł., Woźniak W. 2008. Techniki aplikacji gnojowicy. Cz. 1. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna. Nr 5. ISSN 1732-1719, s.