

**KIERUNKI ROZWOJU TECHNIKI W TRANSPORCIE
ROLNICZYM, UPRAWIE GLEBY, SIEWIE,
NAWOŻENIU I OCHRONIE ROŚLIN**

TRENDS OF TECHNIQUE DEVELOPMENT
IN AGRICULTURAL TRANSPORT, SOIL TILLAGE,
SEEDING, FERTILIZATION AND PLANT PROTECTION

Redakcja naukowa:
dr hab. inż. Wiesław Golka, prof. nadzw. ITP

INSTYTUT TECHNOLOGICZNO-PRZYRODNICZY
Falenty, al. Hrabaska 3, 05-090 Raszyn
tel./fax 22 628-37-63; www.itp.edu.pl; e-mail: itp@itp.edu.pl

DYREKTOR INSTYTUTU
dr hab. inż. Piotr Pasyniuk, prof. nadzw. ITP

MAZOWIECKI OŚRODEK BADAWCZY W KŁUDZIENKU
Kłudzienko 7, 05-825 Grodzisk Mazowiecki
tel. 22 755-40-61, fax 22 755-60-45, e-mail: itpkludz@itp.edu.pl

DYREKTOR OŚRODKA
dr hab. inż. Wiesław Golka, prof. nadzw. ITP

KOLEGIUM REDAKCYJNE
prof. dr hab. Aleksander Szeptycki – przewodniczący
prof. dr hab. J. Lech Jugowar
prof. dr hab. Zdzisław Wójcicki
prof. dr hab. Jan Pawlak
prof. dr hab. Krzysztof Wierzbicki

Recenzenci
prof. dr hab. inż. Jan Pawlak, prof. dr hab. inż. Maciej Kuboń

Kierownik Działu Wydawnictw: *dr hab. inż. Halina Jankowska-Huflejt, prof. nadzw. ITP*

Projekt okładki: *Halina Jankowska-Huflejt*

Opracowanie redakcyjne: *Barbara Wciślińska*

Skład komputerowy i przygotowanie do druku: *Anna Wysocka*

© Copyright by Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach (ITP), 2016

ISBN 978-83-65426-16-1
ISSN 2083-9545

Adres redakcji: Instytut Technologiczno-Przyrodniczy
Falenty, al. Hrabaska 3, 05-090 Raszyn
tel. 22 720-05-98; www.itp.edu.pl; e-mail: wydawnictwo@itp.edu.pl
Realizacja wydania: Agencja Wydawniczo-Poligraficzna „Gimpo”
02-778 Warszawa, ul. M. Grzegorzewskiej 8. Ark. wyd. 11. Nakład 180 egz.

Spis treści

1. WPROWADZENIE (<i>Wiesław Golka</i>)	7
2. TRANSPORT W RODZINNYCH GOSPODARSTWACH ROLNYCH (<i>Wiesław Golka, Igor Stepanovič Kruk</i>)	8
2.1. Wprowadzenie	8
2.2. Charakterystyka transportu rolniczego, zakres opracowania	8
2.3. Zadania przewozowe gospodarstw rolnych	12
2.4. Transportochłonność produkcji rolnej	15
2.5. Techniczne środki transportu	15
2.5.1. Techniczne środki przewozowe	16
2.5.2. Techniczne środki do przeladunków	18
2.6. Wykorzystanie środków technicznych transportu	19
2.7. Wiek technicznych środków transportu	20
2.8. Perspektywy rozwoju transportu rolniczego	21
2.9. Motoryzacja w rolnictwie	22
2.10. Podsumowanie	28
3. UPRAWA GLEBY I SIEW NASION SIEWNIKAMI UNIWERSALNYMI (<i>Zbigniew Kogut</i>)	29
3.1. Wprowadzenie	29
3.2. Uprawa gleby pod siew	29
3.3. Uwarunkowania konstrukcyjne siewników	38
3.4. Ilość wysianych nasion	45
3.5. Rozłożenie nasion na powierzchni	50
3.6. Głębokość i równomierność nasion w glebie	53
3.7. Zagęszczanie gleby redlicami	61
3.8. Podsumowanie	62
4. NAWOŻENIE STAŁYMI NAWOZAMI NATURALNYMI (<i>Edmund Kamiński, Jan Kamionka, Aneta Marczuk</i>)	65
4.1. Wprowadzenie	65
4.2. Obornik i komposty	65
4.3. Rozrzutniki obornika	67
4.3.1. Wymagania stawiane rozrzutnikom obornika	67
4.3.2. Podwozia rozrzutników obornika	67
4.3.3. Adaptory roztrzaskające stosowane w rozrzutnikach obornika	68
4.3.4. Jakość pracy rozrzutników obornika	69
4.3.5. Załadunek nawozu do skrzyń nawozowych rozrzutników	69
4.4. Wpływ ładowności rozrzutników obornika na wskaźniki eksploatacyjno- -ekonomiczne i ugniatanie gleby	69
4.4.1. Geneza, cel i zakres badań	69
4.4.2. Metodyka badań	71
4.4.3. Przebieg i wyniki badań	76
4.4.4. Podsumowanie	93
5. STAN OBECNY I KIERUNKI ROZWOJU TECHNIKI OCHRONY ROŚLIN (<i>Jan Kamionka</i>)	95
5.1. Wprowadzenie	95
5.2. Klasyfikacja opryskiwaczy	95
5.3. Podstawowe zespoły robocze	96

2. TRANSPORT W RODZINNYCH GOSPODARSTWACH ROLNYCH

2.1. Wprowadzenie

Transport łączy poszczególne etapy procesu produkcji w gospodarstwie rolnym, a także zapewnia powiązanie gospodarstwa z rynkami zbytu i zaopatrzenia. Każdy towar wyprodukowany w gospodarstwie rolnym musi zostać załadowany na środek transportu, przewieziony i wyładowany w miejscu przeznaczenia, którym jest na ogół magazyn odbiorcy. Podobnie jest ze środkami produkcji przemieszczanymi z punktów zaopatrzenia do gospodarstwa. Bez tych czynności nie może funkcjonować gospodarstwo rolne, przemysł rolno-spożywczy oraz przedsiębiorstwa obsługi handlowej i technicznej rolnictwa. Dlatego sprawnie funkcjonujący transport rolniczy jest tak bardzo ważny dla całej gospodarki żywnościowej, a często pomijany w literaturze przedmiotu.

Sprawnie funkcjonowanie transportu rolniczego zależy od wielu czynników. Do ważniejszych należą: organizacja transportu, wyposażenie w techniczne środki transportu oraz stan dróg rolniczych.

Dla gospodarstwa rolnego, tak jak dla każdego przedsiębiorstwa, ważnym zagadnieniem jest sprawne i efektywne ekonomicznie rozwiązywanie problemów związanych z zaopatrzeniem w środki produkcji oraz zbytem płodów i produktów rolnych. W gospodarstwie problemy te są rozwiązywane przez transport. Głównym celem transportu w gospodarstwie rolnym jest organizacja i synchronizacja systemu fizycznego przepływu surowców i materiałów od producentów do konsumentów, poprzez wszystkie fazy procesu produkcyjnego. Łatwość realizacji tego celu zależy m.in. od odpowiedniego wyposażenia gospodarstw w środki techniczne do przewozów i przeładunków towarów. Postępujące zmiany w technologiach produkcji rolnej, wymuszają też zmiany w konstrukcji środków przewozowych i w technologiach transportu. Zmieniają się warunki realizacji przewozów związane ze stanem dróg rolniczych, chociaż jest to jeden z najbardziej zaniedbanych obszarów naszego drogownictwa. Z biegiem czasu zaobserwować można liczne zmiany w tym zakresie. W przedstawionym rozdziale starano się uchwycić te zmiany oraz przedstawić perspektywy przemian w transporcie gospodarstw rolnych w kraju.

2.2. Charakterystyka transportu rolniczego, zakres opracowania

Do podstawowych czynników charakteryzujących transport rolniczy należą: konfiguracja rozłógów gruntów, specyficzne cechy przewożonych materiałów, terminy agrotechniczne, warunki agrotechniczne, infrastruktura transportowa, techniczne środki transportu.

Konfiguracja rozłogu gruntów. Przez pojęcie rozłogu gruntów należy rozumieć przestrzenne rozmieszczenie pól w gospodarstwie rolnym. Oddalenie od siedliska gospodarstwa, liczba działek w gospodarstwie, warunki dojazdu, mają bardzo istotny wpływ na koszty produkcji rolnej, w tym głównie transportu. Konfiguracja rozłogu w większości polskich gospodarstw jest bardzo niekorzystna. Według danych z Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa [GUS 2009], gospodarstwo rolne w Polsce średnio po-

siadało 6,79 działek o średniej powierzchni 0,93 ha. Można jednak spotkać gospodarstwa mające po kilkanaście działek. Według badań WOCHA [2012], scalanie gruntów spowodowało zmniejszenie liczby działek w gospodarstwie o 48,9%, zwiększenie powierzchni o 95,0%, zmniejszenie oddalenia gruntów od zagród o 24,6%.

Specyficzne cechy przewożonych materiałów. Działalność produkcyjna gospodarstw decyduje o asortymencie materiałów i towarów biorących udział w ich obrocie towarowym. Występują w nim materiały i wyroby prawie wszystkich gałęzi przemysłu. Razem z materiałami i wyrobami produkowanymi w rolnictwie tworzy to bardzo zróżnicowaną asortymentowo i liczną masę towarów. Towary te charakteryzują się przy tym zróżnicowaną podatnością transportową. Podatność transportową można zdefiniować jako odporność ładunków na warunki i skutki ich przemieszczania. Rozróżnia się podatność materiałów naturalną i techniczną. Naturalną podatność materiałów określa ich stan fizyczny oraz ciężar właściwy, według którego ładunki dzieli się na: lekkie (do ok. $300 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$), średnio ciężkie (do ok. $600 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) i ciężkie (do ok. $2000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$). Podatność techniczną określają: masa jednorazowej partii ładunku, odległość przewozu, możliwość tworzenia jednostek ładunkowych oraz warunki agrotechniczne. Szacuje się, że w rolnictwie występuje ok. 150 grup ładunków różniących się podatnością transportową. Mając na uwadze, że przyjęcie wszystkich tych grup do badań i analiz przepływów masy towarowej jest zbyt pracochłonne, w badaniach prowadzonych przez IBMER [BIELEJEC 2000; KOWALSKI, GOLKA 1982] przyjęto 20 grup ładunków reprezentujących cały zbiór, kierując się ich zbliżoną podatnością transportową oraz klasyfikacją przyjętą przez GUS w sprawozdawczości statystycznej transportu.

Terminy agrotechniczne. Istotnym elementem produkcji rolniczej, silnie oddziałującym na transport, jest występowanie większości potrzeb przewozowych i przeładunkowych w ściśle określonych terminach. Są to najczęściej krótkie okresy wynikające z terminów wykonywania zabiegów agrotechnicznych. Są one ściśle powiązane z potrzebami przewozowymi i przeładunkowymi. Przykładowo, okres zbioru zbóż wywołuje potrzebę przewiezienia ziarna z pola do punktu składowania, potrzeba nawożenia pola wywołuje potrzebę przewiezienia nawozu na pole, itd. Występuje zatem zjawisko tzw. sezonowości przewozów i przeładunków w procesach produkcyjnych gospodarstw rolnych. Sezonowość zmienia się w zależności od wielu czynników zależnych i niezależnych od rolnika. Zależna od rolnika jest np. struktura upraw roślinnych, niezależne – warunki pogodowe i wymagania agrotechniczne roślin. Potrzeba zachowania terminów agrotechnicznych często ma wpływ na zakupy maszyn rolniczych oraz technicznych środków transportu. Rolnicy starają się bowiem unikać w ten sposób ryzyka związanego z niedotrzymaniem terminów prac przez usługodawców, co wiąże się z ponoszeniem strat materialnych. W literaturze można spotkać badania, mające na celu optymalizację doboru dla gospodarstw rolnych technicznych środków produkcji, w których istotnym elementem były straty bądź zyski, wynikające z terminowości wykonywania poszczególnych zabiegów technologicznych [GUNNARSON, HANSSON 2003].

Warunki agrotechniczne. Niesprzyjająca aura potrafi przyspieszać bądź opóźniać zabiegi transportowe. Może to dotyczyć okresów parogodzinnych lub parodniowych, ale także np. parotygodniowych. Późna wiosna wydłuża okres wegetacji zbóż i opóźnia termin ich zbioru, upały i susze – przyspieszają. Transport w gospodarstwie

rolnym musi być zatem bardzo dyspozycyjny i dostosowany do warunków istniejących w gospodarstwie. Ta dyspozycyjność jest w dużym stopniu usprawiedliwieniem wskazywanego przez wielu autorów nadmiaru maszyn rolniczych w gospodarstwach. Zalecane powszechniejsze korzystanie z międzysąsiedzkich usług maszynowych lub wyspecjalizowanych przedsiębiorstw [PAWLAK 2011] jest z punktu widzenia ekonomisty słuszne, jednak ryzyko bierze na siebie rolnik. Jest to szczególnie istotny problem z uwagi na coraz bardziej intensywne zjawiska atmosferyczne związane ze zmianami klimatycznymi, występujące również w Polsce.

Infrastruktura transportowa określa warunki, w jakich realizowany jest proces przewozowy w gospodarstwie rolnym. Podstawowymi elementami tej infrastruktury są drogi i punkty (węzły) transportowe. Według GUS [2009], na koniec 2008 r. na terenach wiejskich istniało 318 088,6 km dróg, w tym 112 849,9 km dróg powiatowych i 166 802,2 km dróg gminnych.

Poza długością dróg dojazdowych łączących punkty transportowe gospodarstwa, bardzo istotna jest też ich jakość. Zwykle część z nich to drogi polne oraz częściowo utwardzone. Gęstość sieci dróg na terenach wiejskich wynosi ok. 101 km na 100 km², ale o nawierzchni twardej tylko 66,8 km² [MRiRW 2010]. Na zmianę tego stanu wpływ może mieć wielkość środków finansowych przeznaczonych na inwestycje drogowe. Jednym z instrumentów państwa, wspierających budowę sieci dróg lokalnych, był „Narodowy program przebudowy dróg lokalnych na lata 2008–2011”. Środki finansowe z tego programu przeznaczone były na przebudowę i remont dróg, budowę nowych dróg oraz na działania na rzecz poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego. Jakość dróg dojazdowych do pól często wymusza odpowiedni, tj. umożliwiający dojazd do pola, dobór zestawów przewozowych w gospodarstwie. Badania infrastruktury transportowej przeprowadzone na próbie 166 gospodarstwach rolnych [KOKOSZKA, MARTENOWSKA 2012] wykazały, że w 64% badanych gospodarstw wjazd na pole odbywał się z drogi gruntowej. Przeprowadzając analizę jakości dróg dojazdowych, w badaniach tych wykazano, że uwzględniając współczynnik oporów przetaczania, średnia odległość przejazdu, wynosząca 2,91 km, odpowiadała odległości przejazdu po nawierzchni asfaltowej w dobrym stanie, wynoszącej 11,08 km. Świadczy to o dużej wartości współczynnika oporów przetaczania, a co za tym idzie o złej jakości dróg dojazdowych na pola w badanych gospodarstwach. Skutkiem tego jest mniejsza prędkość, większe nakłady czasu pracy, większe zużycie paliwa, co oznacza większe koszty transportu.

Rolniczy proces produkcyjny, jak wspomniano wcześniej, wymaga okresowego przemieszczania masy towarowej związanej z produkcją i zbytem wytworzonych towarów. To przemieszczanie odbywa się między punktami zaopatrzenia i zbytu, polem i siedliskiem gospodarstwa. Specyficznym punktem transportowym jest pole. Jest ono, a właściwie cała jego powierzchnia, zarówno punktem nadawania, jak i odbioru ładunków. Prace ładunkowe odbywają się na polu, m.in. w sposób ciągły podczas jazdy, przez maszyny zbierające, np. kombajny zbożowe, sieczkarnie połowe czy kombajny do zbioru okopowych. Podobna jest sytuacja, kiedy na pole dostarczane są nawozy, lub ziarno. Przedstawione powyżej sytuacje powodują, że często zacierają się granice między czynnościami transportowymi a zabiegami agrotechnicznymi. Zdarza się bowiem, że maszyny rolnicze wykonują prace przeładunkowe, a środki transportowe wykonują prace maszyn rolniczych.

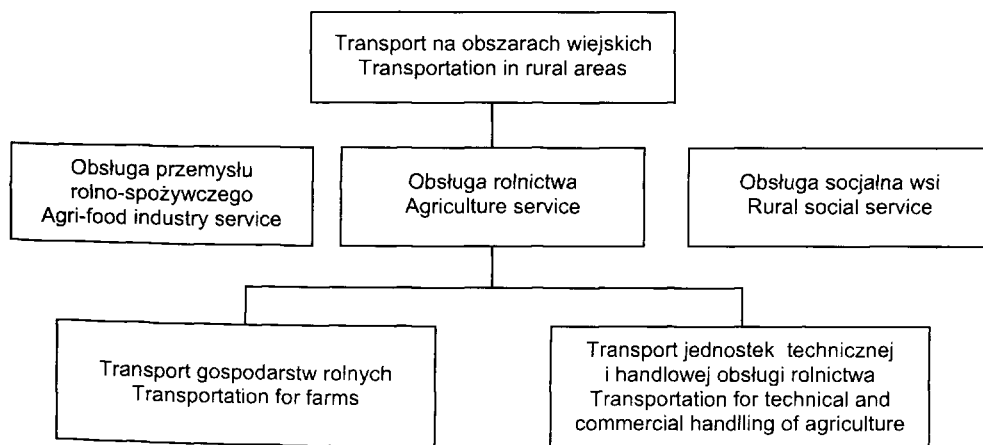
Strategicznym punktem transportowym w gospodarstwie rolnym jest podwórze. Na nim najczęściej odbywa się rozładunek środków do produkcji rolnej oraz płodów rolnych, a także załadunek środków do produkcji rolnej wywożonych na pole. Dlatego podwórze powinno mieć utwardzoną nawierzchnię, plac manewrowy umożliwiający swobodne poruszanie się maszyn do przeładunków oraz zestawów przewozowych oraz system odprowadzenia wody, zabezpieczający teren placu manewrowego.

Wymiary placu manewrowego dla środków transportowych decydują nie tylko o czasie wykonania, np. manewru zawracania, ale również o możliwości wjazdu środka transportowego na podwórze.

Prowadzone badania wykazały, że tylko w 31% badanych gospodarstwach zestaw ciągnika z przyczepą ma możliwość nawrotu o 360°. W przypadku samochodów dostawczych wskaźnik ten wynosi średnio 37%, a samochodów ciężarowych bez przyczepy 35% [KOKOSZKA, MARTENOWSKA 2012].

Techniczne środki transportu. Stan jakościowy i ilościowy eksploatowanych w rolnictwie środków transportu jest czynnikiem decydującym o transporcie rolniczym. POCZTA [2010], przedstawiając analizę stanu środków trwałych w rolnictwie, wskazuje na wysoki stopień zużycia maszyn, urządzeń technicznych i środków transportu. W przypadku środków transportu zużycie wynosi ok. 93%. Ważnym zagadnieniem dla gospodarstwa jest trafny dobór środków transportu, dostosowany do jego potrzeb przewozowych i przeładunkowych. W literaturze można znaleźć kilka opracowań, dotyczących metod doboru środków transportu dla gospodarstw [BIELEJEC 1993; 1996; 2000; CUPIAŁ, KUBOŃ 2005; GOLKA 1986; MUZALEWSKI 2009].

Transport na obszarach wiejskich obejmuje swoim zakresem obsługę rolnictwa, obsługę przemysłu rolno-spożywczego oraz obsługę socjalną wsi (rys. 2.1). Opracowanie dotyczy transportu rodzinnych gospodarstw rolnych.



Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Rys. 2.1. Schemat zakresu transportu obszarów wiejskich
Fig. 2.1. Diagram of the scope of rural transportation

2.3. Zadania przewozowe gospodarstw rolnych

Prawodawstwo Unii Europejskiej, w tym również Polski, opowiedziało się za modelem gospodarstwa rodzinnego jako podstawowym typem jednostki produkcyjnej w rolnictwie [TANSKA-HUS, ORLEWSKI 2006].

W Polsce gospodarstwa rodzinne stanowią trzon producentów rolnych. Użytki rolne będące w ich posiadaniu stanowią ok. 90% użytków rolnych ogółem [GUS 2013]. Rozwój transportu rolniczego jest więc ściśle powiązany z rozwojem gospodarstw rodzinnych. W opracowaniach naukowych można jednak znaleźć bardzo zróżnicowane opinie na temat przyszłego modelu rozwoju polskiego rolnictwa [CZYŻEWSKI, HENISZ-MATUSZAK 2006; GOLKA, WÓJCICKI 2006; MUSIAŁ, OTOLIŃSKI 2009; PAWLAK 2011; WILKIN 2005; Woś 2004; WÓJCICKI 2010]. MUSIAŁ [2008] zwraca uwagę, że w wyniku globalizacji rynku oraz zanikania rynków lokalnych (targowiska, sprzedaż sąsiedzka), drobne gospodarstwa nie mają szans przetrwania. Jednocześnie wskazywane są koncepcje wypracowania polskiego modelu ewolucji drobnych gospodarstw i ponownego włączenia ich do łańcucha dostaw i produkcji rynkowej [MUSIAŁ 2007; OTOLIŃSKI 2001]. Podsumowując zmiany w rolnictwie polskim po 1989 r. WILKIN [2010] napisał, że nie powiodła się próba znaczącego przyspieszenia przemian strukturalnych. Mamy do czynienia z bardzo rozproszonym rolnictwem. Zbyt wiele jest gospodarstw małych, słabo powiązanych z rynkiem. Liczbę gospodarstw osiągających parytet dochodów rolniczych (16 ESU), szacuje on na ok. 100 tys. Zasoby ziemi, przypadające na jednego pracującego w rolnictwie, wynoszą w Polsce ok. 6,7 ha i są jednymi z najmniejszych w Europie. Mniejsze zasoby występują tylko w Bułgarii, Rumunii i Słowenii [POCZTA 2010].

Prowadzone, począwszy od 1990 r. w Instytucie Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, a później w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym, badania przemian strukturalnych i produkcyjnych w rodzinnych gospodarstwach rolnych, pozwoliły na opracowanie prognozy przemian strukturalnych w gospodarstwach rolnych na okres do 2030 r. (tab. 2.1–2.2). Zauważalny jest (tab. 2.1) szybki spadek liczby gospodarstw o powierzchni poniżej 10 ha UR. Przewiduje się, że w Polsce docelowo funkcjonować będzie ok. 300 tys. gospodarstw rolnych, w zdecydowanej przewadze rodzinnych. Stopniowo maleć będzie ogólna powierzchnia użytków rolnych (tab. 2.2). Mimo malejącej powierzchni użytków rolnych, średnia wielkość powierzchni gospodarstw będzie się zwiększać. Podobnie jak w przypadku liczby gospodarstw, największy ubytek powierzchni UR odnotują gospodarstwa najmniejsze, tj. w grupie do 10 ha. Tendencje do powiększania powierzchni UR widoczne są w gospodarstwach większych, mocniejszych ekonomicznie i produkujących więcej żywności na rynek. Prognozy te wiążą się ściśle z rozwojem transportu, w tym z wielkością zadań przewozowych w rolnictwie. W latach osiemdziesiątych, masę przewozową w rolnictwie szacowano na ok. 600–650 mln t [ŁAWICKI, GOLKA 1989], obecnie – ok. 375 mln t (tab. 2.3).

W wyniku zmian strukturalnych i jakościowych w rolnictwie polskim, które zaszły od tego czasu, wielkość użytków rolnych znacznie zmalała. Szacunki rocznej masy przewozowej, przedstawiono w tabeli 2.3.

Tabela 2.1. Liczba gospodarstw rolnych w Polsce
Table 2.1. Number of agricultural farms in Poland

Liczba gospodarstw o powierzchni UR Number of farms of arable land (AL) [ha]	Liczba gospodarstw rolnych w roku [tys. szt.] Number of farms in a year [thous. pcs]				
	1996 (PSR'96)	2002 (PSR'02)	2010 (PSR'10)	2020	2030
	Gospodarstwa: Farms:				
1–10	1 651	1 573	1 213	400	280
10–50	385	363	313	270	220
>50	13	20	27	30	30
Ogółem Total	2 047	1 956	1 553	700	530

Objaśnienie: PSR – Powszechny spis rolny. Explanation: PSR – National agricultural census.

Źródło: GOLKA, WÓJCICKI [2010]; GUS [1996; 2003; 2011].

Source: Central Statistical Office [GUS 1996; 2003; 2011; GOLKA, WÓJCICKI [2010].

Tabela 2.2. Użytki rolne w grupach obszarowych gospodarstw rolnych
Table 2.2. Agricultural acreage by area groups of farms

Wyszczególnienie Specification	Powierzchnia UR w latach [tys. ha] Area of arable land in the years [thous. ha]			
	2002 (PSR'02)	2010 (PSR'10)	2020	2030
	Gospodarstwa o powierzchni [ha UR]: Farms of area [ha AL]:			
1–10	5 796	4 692	2 000	1 600
10–50	6 379	5 930	6 050	5 450
>50	4 328	3 624	5 450	5 650
Razem UR w gospodarstwach rolnych Total AL in farms	16 503	15 246	13 500	12 700

Objaśnienie, jak pod tabelą 2.1. Explanation see table 2.1.

Źródło: GUS [2003; 2011]; WÓJCICKI (red.) [2012].

Source: Central Statistical Office [GUS 2003; 2011]; WÓJCICKI (red.) [2012].

Z ok. 375 mln t masy przewozowej, na gospodarstwa rodzinne przypada ok. 75%, reszta na pozostałe gospodarstwa.

Zmienność rocznych zadań przewozowych w gospodarstwach rolnych wynika w znacznej mierze ze zmienności w ich strukturze produkcji. Najczęściej wynika ona z przyczyn materialnych, tj. spadku lub wzrostu cen rynkowych połączonego na ogół ze zmianą popytu na rynku. W Polsce można to zjawisko zaobserwować szczególnie na przykładzie rynku trzody chlewnej i bydła. W produkcji roślinnej istotne zmiany nastąpiły na rynku buraków cukrowych i ziemniaków. Według szacunkowych danych GUS [2012], powierzchnia uprawy buraków cukrowych w 2011 r. wynosiła ok. 203 tys. ha i była mniejsza o prawie 32% od powierzchni średniej dla lat 2001–2005. Przyczyną tak drastycznej zmiany była przeprowadzana w Polsce od 2006 r. reforma rynku cukru.

Tabela 2.3. Roczne zadania przewozowe w polskim rolnictwie według grup ładunków
Table 2.3. Annual transport weight in Polish agriculture by groups of goods

Grupa ładunków Group of goods	Masa towarowa Goods weight [mln t]	Krotność przewozów Multiplicity of the transport operation	Masa przewozowa Transport weight [mln t]
Obornik i gnojowica Manure and slurry	102,0	1,07	109,0
Nawozy mineralne Mineral fertilizers	25,0	2,00	50,0
Ziarno zbóż Cereal grain	27,2	1,14	31,0
Słoma Straw	22,5	1,05	23,6
Zielonki i siano Green forage and hay	30,7	1,10	33,8
Ziemniaki Potatoes	9,1	1,49	13,6
Buraki cukrowe Sugar beets	11,7	1,00	11,7
Żywiec Livestock	6,0	1,00	6,0
Mleko Milk	12,1	1,00	12,1
Węgiel Coal	15,0	1,00	15,0
Materiały budowlane Building materials	54,0	1,00	54,0
Inne materiały Other materials	15,0	1,00	15,0
Ogółem Total	330,3	x	374,8

Źródło: GUS [2012], szacunki własne.

Source: Central Statistical Office data [GUS 2012], own estimates.

Duże zmiany w ostatnim dwudziestoleciu zaszły w produkcji ziemniaków. W 1996 r. powierzchnia uprawy ziemniaków wynosiła 1342 tys. ha, a w 2007 r. – 570 tys. ha [WASILEWSKA 2008]. W 2012 r. powierzchnia ta zmalała już do ok. 400 tys. ha [GUS 2013]. Pomimo zwiększających się jednostkowych plonów, zbiory ziemniaków były coraz mniejsze [GUS 2012; TARANT 2002]: 1989 r. – 34,4 mln t, 1998 r. – 25,9 mln t, 2012 r. – 9,1 mln t.

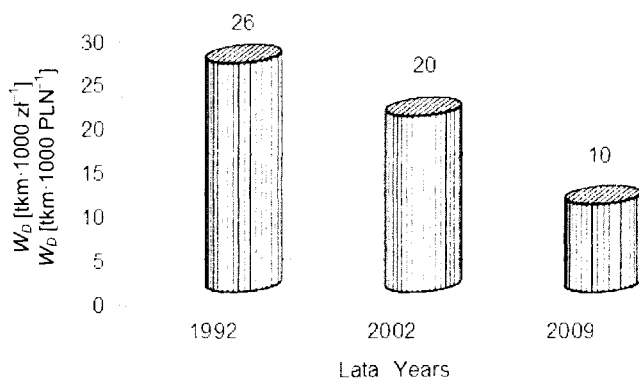
Podstawową przyczyną takiego spadku produkcji ziemniaków były zmiany w technologii żywienia trzody chlewnej. Zmienność struktury produkcji jest w Polsce, jak widać z podanych przykładów, dość duża. Często wynika ona też z przeprowadzanej w gospodarstwach rolnych modernizacji produkcji. W ostatnich latach dość często można było obserwować niekorzystne dla naszego rolnictwa odchodzenie od produkcji zwierzęcej na rzecz produkcji roślinnej, co wiązało się m.in. z mniejszymi problemami organizacyjnymi oraz kosztami produkcji. Efektem tego były zmiany także w wielkości zadań przewozowych.

2.4. Transportochłonność produkcji rolnej

Transportochłonność produkcji rolnej liczona jest zazwyczaj jako stosunek masy przewozowej do powierzchni użytków rolnych. Wyniki badań transportochłonności w latach 80. minionego stulecia, prowadzone przez różnych autorów [BIELEJEC 1993; GOLKA i in. 1983; WIERZCHOWSKI i in. 1983], przyjmowały wartości 16–36 t·ha⁻¹. Wy-

niki badań gospodarstw rodzinnych prowadzone w latach 1992–2009 [GOLKA 2014], wskazywały na wzrost transportochłonności od 18 do 27 t·ha⁻¹. Dla gospodarstw tych obliczono też wskaźnik zwwyżki plonów, liczony jako stosunek masy przewozowej w relacjach pole – gospodarstwo – pole, do powierzchni użytków rolnych, oraz transportochłonność dla produkcji zwierzęcej, liczoną jako stosunek masy przewozowej gospodarstw, mającej związek z produkcją zwierzęcą do obsady inwentarza żywego wyrażonej w sztukach dużych. W obu przypadkach nastąpił wzrost wartości wskaźników w 2009 r. w stosunku do lat poprzednich. Świadczy to o tym, że przyczyną wzrostu transportochłonności był w tych gospodarstwach wzrost intensywności produkcji.

W omawianych badaniach określono wskaźnik dla transportochłonności przychodów, wyrażonej wielkością pracy przewozowej przypadającej na 1,0 tys. zł produkcji końcowej. Wyniki obliczeń przedstawiono na wykresie (rys. 2.2). Widoczny jest spadek transportochłonności z 26 tkm·1000 zł⁻¹ w 1992 r. do 10 tkm·1000 zł⁻¹ w 2009 r. Przyczyną spadku była poprawa organizacji prac transportowych w badanych gospodarstwach.



Źródło: Source: GOLKA [2014].

Rys. 1.2. Transportochłonność przychodów (W_D)

Fig. 1.2. Transport demand of the revenues (W_D)

2.5. Techniczne środki transportu

Po 1989 r. gospodarka polska, w tym rolnictwo i przemysł maszynowy, przeszła wiele zmian własnościowych i organizacyjnych. Zmiany te spowodowały, że określenie liczby, wieku czy struktury eksploatowanych w rolnictwie środków transportowych stało się sprawą skomplikowaną. Poza podstawowymi danymi statystycznymi, dotyczącymi liczby ciągników rolniczych w różnych podmiotach gospodarczych rolnictwa, w okresowych spisach rolnych podawane są stany liczbowe tylko dla nielicznych rodzajów środków transportu i określenie aktualnej liczby środków transportu z tego powodu wymaga specjalnych badań w terenie oraz innych metod badawczych, np. modelowych badań gospodarstw rolnych. Problem ten w jeszcze większym stopniu dotyczy prac prognostycznych. Dlatego można spotkać tak wiele prac badawczych, w których autorzy zajmują się ustalaniem stanu ilościowego i jakościowego, liczby

czy struktury technicznych środków transportu [BIELEJEC 2000; GOLKA 1983; 1986; KOKOSZKA 2011; KUREK, WÓJCICKI 2011; PARAFINIUK 2006; PAWLAK 2012a; WÓJCICKI, GOĆ 1998; WÓJCICKI (red.) 2012].

Są to badania zarówno w makroskali na poziomie kraju, jak też dla wybranych grup gospodarstw. Wyniki tych badań są na ogół dość zróżnicowane, ze względu na różne kryteria doboru badanych gospodarstw oraz różne metody badawcze. Techniczne środki transportu stosowane w gospodarstwach rolnych można podzielić na następujące grupy: trakcyjne, przewozowe i przeładunkowe. Środki trakcyjne to przede wszystkim ciągniki rolnicze, które jako środek energetyczny w gospodarstwie rolnym, współpracują z przyczepami ciągnikowymi uniwersalnymi i specjalistycznymi, rozrzutnikami obornika, ładowaczami chwytakowymi i innym urządzeniami do przeładunków. Środki przewozowe, to przyczepy rolnicze, rozrzutniki obornika, samochody ciężarowe i dostawcze. W grupie środków technicznych do przeładunków znajdują się ładowacze samojezdne i ciągnikowe, przenośniki pneumatyczne, taśmowe i ślimakowe, zgarniacze obornika i inne drobniejsze urządzenia do transportu bliskiego.

2.5.1. Techniczne środki przewozowe

Stan liczbowy ciągników oraz środków przewozowych występujących w gospodarstwach rolnych przedstawiono w tabeli 2.4. Podstawowym środkiem do przewozów w gospodarstwie rolnym jest zestaw ciągnik + przyczepa. Liczba ciągników rolniczych w 2010 r. wzrosła w stosunku do 2002 r. tylko o 0,5%. Zdecydowana większość to ciągniki z silnikami o mocy do 40 kW. Wynika to ze struktury obszarowej gospodarstw rolnych. Ciągniki z silnikami mniejszej mocy są często użytkowane wraz z ładowaczami do prac podwórzowych. Najczęściej są to mocno już wyeksploatowane ciągniki Ursus C-330 lub C-360 (fot. 2.1).



Fot. 2.1. Ciągnik do prac podwórzowych
Photo 2.1. Tractor for farm works

Źródło: Source: ITP MOK – Kłodzianko.

Transport samochodowy stanowi niewielki udział w transporcie gospodarstw rolnych. W latach 2002–2010 nastąpił spadek liczby samochodów dostawczych i ciężarowych o ponad 50%. Podobny spadek liczby samochodów nastąpił też w latach 1996–2002 [Gus 1996]. Przyczyną takiego stanu rzeczy były wysokie koszty pracy przewozowej,

wynikające z małego wykorzystywania taboru samochodowego przez gospodarstwa rolne. Inna przyczyna to małe odległości między gospodarstwami a punktami zaopatrzenia i zbytu, a także przejmowanie zaopatrzenia rolników przez firmy. Transport samochodowy jest w takich przypadkach nieekonomiczny. Liczba przyczep w 2010 r. w stosunku do 2002 r. zmalała o ok. 20%. Można to wytłumaczyć 10-procentowym spadkiem liczby gospodarstw w 2010 r. w stosunku do 2002 r. W 2010 r. średnio przypadało 0,4 przyczepy na jedno gospodarstwo i 0,4 przyczepy ciągnikowej na jeden ciągnik. Roczne wykorzystanie przyczep w gospodarstwach rolnych wyraźnie zmalało w ostatnich 20 latach. Wskazują na to badania prowadzone przez wielu autorów [GOLKA 2014; KUBOŃ 2007]. Większe gospodarstwa rolne częściej korzystają z usług przedsiębiorstw zaopatrzenia i zbytu. Są to takie usługi, jak: dostawa środków produkcji do zagrody, odbiór płodów rolnych bezpośrednio z pola bądź z zagrody. Ogranicza to wykorzystanie własnych środków transportu (tab. 2.4). Przewiduje się, że w miarę wzrostu powierzchni gospodarstw rolnych, większe będą jednorazowe partie ładunków, co spowoduje zwiększenie usług transportowych dla gospodarstw rolnych.

Tabela 2.4. Ciągniki oraz własne środki przewozowe gospodarstw rolnych
Table 2.4. Tractors and own transport means in agricultural farms

Wyszczególnienie Specification		2002 r.		2010 r.	
		ogółem [tys. szt.] total [thous. pcs.]	w tym including 20–200 ha UR ha AL	ogółem [tys. szt.] total [thous. pcs.]	w tym including 20–200 ha UR ha AL
Ciągniki rolnicze Agricultural tractors		1 365	240	1 372	274
W tym Including	do 40 KW up to 40 KW	865	92	938	110
	40–100 KW	469	119	403	147
	pow. 100 KW above 100 KW	31	12	31	17
Samochody ciężarowe Trucks		144	22	69	11
W tym Including	o ładowności do 2 t load capacity up to 2 t	85	10	31	4
Przyczepy Trailers		726	200	618	196
W tym Including	ciągnikowe tractor trailers	676	190	547	178
Rozrzutniki obornika Manure spreaders		494	84	486	92

Źródło: Source: GOLKA [2014].

Liczba rozrzutników obornika od 1996 r. utrzymuje się na podobnym poziomie [Gus 1996]. Mniejsze gospodarstwa często używają ich również do przewozu innych towarów. Na rynku krajowym maszyn rolniczych odnotowuje się obecnie dużą różnorodność technicznych środków przewozowych dla gospodarstw rolnych. W katalogu maszyn rolniczych [ITP 2014] można znaleźć ok. 730 pozycji ciągników rolniczych produkowanych przez 25 firm oraz ok. 210 pozycji przyczep produkowanych przez 15 firm. Bardziej złożone konstrukcje, jak np. ciągniki i kombajny zbierające, są konstruowane i modernizowane w biurach konstrukcyjnych poza granicami kraju. W Polsce, w okresie przemian ustrojowych, przemysł maszyn rolniczych podupadł.

Ograniczono kształcenie specjalistów w zakresie konstrukcji maszyn rolniczych. Zmiany zachodzące w technologiach produkcji rolniczej wymuszają również zmiany w konstrukcji środków przewozowych. Coraz częściej pojawiają się na rynku nowe konstrukcje. Na przykład w wyniku wdrożenia do praktyki technologii zbioru zielonek w postaci dużych bal pojawiała się na rynku przyczepa do ich zbioru (fot. 2.2).



Fot. 2.2. Przyczepa do przewozu bal z zielonką
Photo 2.2. Trailer for transporting silage bales

Źródło: Source: ITP MOK – Kłodzisko.

2.5.2. Techniczne środki do przeładunków

Wyposażenie gospodarstw rolnych w maszyny ładunkowe w głównej mierze wynika z różnorodności i podatności transportowej ładunków. Aktualizowany do 1987 r. przez Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa System Maszyn Rolniczych przewidywał 25 typowymiarów maszyn ładunkowych dla gospodarstw rolnych. Do chwili obecnej nie dopracowano się takiego wyposażenia. Chociaż sytuacja na tym rynku poprawia się z roku na rok, to jednak rolnikom nadal brakuje wielu typowymiarów maszyn ładunkowych. Wiele z nich znajduje się co prawda na rynku, jednak ich ceny są dla nawet średnio sytuowanych gospodarstw rodzinnych zbyt wysokie. Dotyczy to takich maszyn ładunkowych, jak samojezdne ładowacze podwórzowe. W Polsce najbardziej rozpowszechnionymi maszynami ładunkowymi są ładowacze czołowe współpracujące z ciągnikami o niższej klasie uciążu (fot. 2.3).

Według spisów rolnych [GUS 2002; 2010], w 2002 r. gospodarstwa rolne dysponowały liczbą 209 tys. szt. ładowaczy chwytakowych, a w 2010 r. – 242 tys. szt. Brak jest danych liczbowych GUS o innych maszynach ładunkowych dla rolnictwa. W badaniach prowadzonych w 53 gospodarstwach na terenie kraju [GOLKA 2014], na jedno gospodarstwo przypadało 0,73 ładowaczy czołowych, a w badaniach w 80 gospodarstwach na terenie Małopolski 0,3–0,9 ładowaczy [KUBOŃ, KURZAWSKI 2013]. Na rynku polskim znajduje się obecnie ok. 35 pozycji ładowaczy czołowych produkowanych przez 10 producentów oraz ok. 50 pozycji ładowaczy chwytakowych, produkowanych przez 8 producentów.

Poza ładowaczami czołowymi i chwytakowymi, w gospodarstwach rolnych występują techniczne urządzenia ładunkowe, jak: przenośniki pneumatyczne, przenośniki ślimakowe, zgarniacze obornika. Zmiany w technologiach produkcji rolnej, podobnie jak



Fot. 2.3. Przeładunek bel słomy ładowaczem czołowym

Photo 2.3. Trans-shipment of straw bales using a front-loader

Źródło: Source: ITP MOK – Kłodzianko.

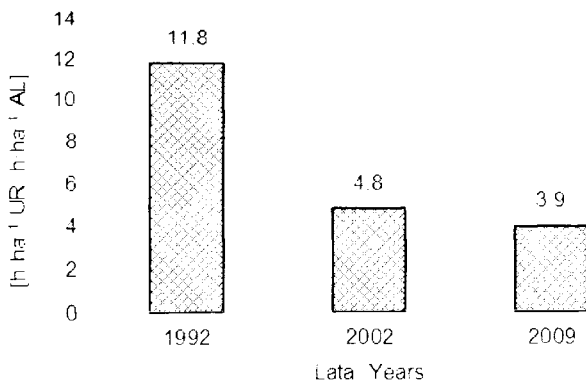
w przypadku środków przewozowych, mają wpływ na zmiany w wyposażeniu gospodarstw w środki i urządzenia do przeładunków. Przykładem może być dmuchawa do przeładunku siana, która na skutek zmian w technologii zbioru i przechowywania siana, całkowicie zniknęła z rynku.

2.6. Wykorzystanie środków technicznych transportu

Odpowiedni dobór technicznych środków transportu do występujących w gospodarstwie technologii produkcji rolnej oraz potrzeb przewozowych i przeładunkowych ma duży wpływ na wykorzystanie tych środków w ciągu roku. Informacje o wykorzystywaniu w ciągu roku środków transportowych w gospodarstwach rolnych można uzyskać z badań prowadzonych w mikroskali przez różne zespoły badawcze. Z prowadzonych na przestrzeni 17 lat (1992–2009) badań 53 gospodarstw rodzinnych [GOLKA 2013] wynika systematyczny spadek wykorzystania przyczep rolniczych (rys. 2.3). Małe wykorzystanie środków przewozowych w ciągu roku, potwierdza się też w innych badaniach [KUBOŃ 2007].

Również wykorzystanie maszyn ładunkowych w gospodarstwach rolnych nie jest duże. Potwierdzają to prowadzone wcześniej badania w 80 gospodarstwach Polski Południowej [KUBOŃ, KURZAWSKI 2013], w których maksymalne roczne wykorzystanie ładowaczy wynosiło $54 \text{ h} \cdot \text{rok}^{-1}$, oraz 53 gospodarstwach [GOLKA 2014], w których średnio najwięcej wykorzystywano ładowacze czołowe – ok. $150 \text{ h} \cdot \text{rok}^{-1}$, a najmniej przenośniki pneumatyczne – $37 \text{ h} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Porównując wykorzystanie roczne wybranych maszyn ładunkowych do wykorzystania normatywnego [MUZALEWSKI 2010], stwierdzono, że najlepiej wykorzystywane były przenośniki ślimakowe – ok. 80% czasu normatywnego, ładowacze czołowe – ok. 50% czasu normatywnego, a najmniej – ładowacze chwytakowe – ok. 30% czasu normatywnego. Na wykorzystanie środków technicznych transportu w gospodarstwie duży wpływ ma rozwój usług transportowych na wsi. Część odbiorców produktów rolnych z gospodarstw, dostarcza im w ciągu roku takie środki produkcji, jak np. nasiona, pasze, środki ochrony roślin, nawozy. Zmniejsza to wykorzystanie przez rolników własnych środków transportowych.

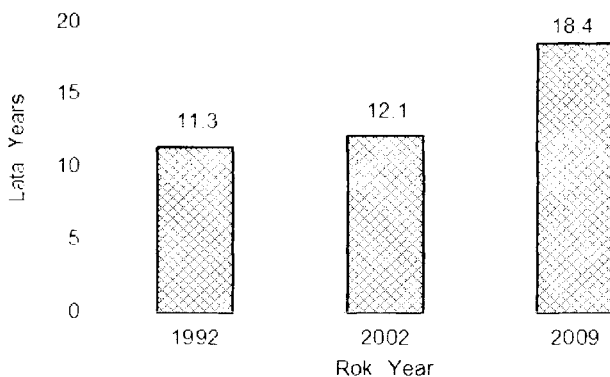


Źródło: Source: GOLKA [2013].

Rys. 2.3. Średnie wartości rocznego wykorzystania przyczep
 Fig. 2.3. Average value of annual utilization of trailers

2.7. Wiek technicznych środków transportu

Wyniki badań wieku technicznych środków transportu gospodarstw rolnych, prowadzone w ostatnim dwudziestoleciu, wskazują że w zależności od ich rodzaju, zmiany nie są wielkie. W przypadku przyczep, ich wiek waha się w granicach 15–25 lat [BIELEJEC 1993; GOLKA 2013; KOKOSZKA 2011]. Wyniki badań przeprowadzonych w latach 1992–2009 przedstawiono na rysunku 2.4.



Źródło: Source: GOLKA [2014].

Rys. 2.4. Średni wiek przyczep w badanych gospodarstwach
 Fig. 2.4. Average age of trailers in the surveyed farms

Powyższe wyniki badań wskazują, że z biegiem lat wystąpił wzrost średniego wieku przyczep rolniczych w rodzinnych gospodarstwach rolnych. Jedną z przyczyn może być ich małe wykorzystywanie w ciągu roku. Zmiany w technologiach produkcji rolnej powodują, że coraz częściej zamiast przyczep uniwersalnych używane są przyczepy specjalistyczne. Jednak różnorodność stosowanych w gospodarstwach technologii powoduje, że przyczepy uniwersalne pozostają w użytkowa-

niu. Z badań wynika, że do najstarszych maszyn ładunkowych należą ładowacze chwytakowe. Przyjmując 20 lat za normatywny okres eksploatacji maszyn ładunkowych [MUZALEWSKI 2010], średnio wiek ładowaczy chwytakowych pokrywa się z tym normatywem. Do najmłodszych należą ładowacze czołowe – średnio 9 lat, i zgarniacze obornika – średnio 10 lat [GOLKA 2014].

2.8. Perspektywy rozwoju transportu rolniczego

Kierunki rozwoju transportu rolniczego są zależne przede wszystkim od przyjętego modelu polskiego rolnictwa i konsekwencji w jego realizacji. Jak wcześniej wspomniano (pkt 2.4), brak jest stabilności poglądów co do ostatecznej jego wersji na najbliższe dziesięciolecia. Przyjmując za podstawę prognozy dotyczące struktury użytków rolnych oraz struktury gospodarstw rolnych w Polsce do 2030 r. oraz dynamikę zmian zachodzących w polskim rolnictwie i infrastrukturze obszarów wiejskich, opracowano w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym na zlecenie resortu rolnictwa, prognozę w zakresie podstawowych środków transportu gospodarstw rolnych na okres do 2030 r. (tab. 2.5).

Tabela 2.5. Stan i prognoza wybranych środków transportu gospodarstw rolnych
Table 2.5. State and prognosis of selected means of transport in agricultural farms

Rodzaj maszyny Type of machinery	Liczba maszyn w roku [tys. szt.] Number of machinery in the year [thous. pcs.]			
	2002 PSR '02	2010 PSR '10	2020 prognoza prognosis	2030 prognoza prognosis
Ciągniki rolnicze Agricultural tractors	1 339	1 471	1 030	810
Przyczepy rolnicze Agricultural trailers	726	619	700	760
Przyczepy zbierające Self-loading trailers	97	96	90	80
Roztrząsacze obornika Manure spreaders	504	486	460	400
Ładowacze ciągnikowe Tractor loaders	209	242	300	300

Objaśnienie, jak pod tabelą 2.1. Explanations, see table 2.1.

Źródło: Source: GOLKA [2014].

Sytuacja taka może zaistnieć przy odpowiednio szybkich zmianach w strukturze obszarowej gospodarstw rolnych. Mając na uwadze dotychczasowe przemiany w tym zakresie można mieć poważne wątpliwości. Przewidywane w nowym PROW dofinansowywanie małych gospodarstw, nie będzie sprzyjało zmianom struktury obszarowej gospodarstw rolnych. Małe gospodarstwa to również małe jednorazowe partie ładunków do przewozów i przeladunków. Małe partie ładunków nie sprzyjają włączaniu się gospodarstw rolnych do nowoczesnej infrastruktury logistycznej gospodarki żywnościowej.

Logistyka odgrywa ważną rolę w funkcjonowaniu nowoczesnego transportu rolniczego. Ma ona za zadanie organizację i doskonalenie procesów przemieszczania towarów. Nowoczesne centra logistyczne funkcjonują obecnie poza gospodarstwami rolnymi, które stosują na ogół konwencjonalne metody transportu, w których uczestniczą niezależni hurtownicy, detaliści i pośrednicy. System taki wymaga

odpowiedniej infrastruktury logistycznej stanowiącej znaczne koszty. Prowadzone w 50 gospodarstwach południowej Polski badania kosztów infrastruktury logistycznej wykazały, że stanowiły one 36–69% całkowitych kosztów produkcji. Świadczy to o dużej wadze infrastruktury logistycznej gospodarstwa w całokształcie jego działalności. W ostatnich latach można zaobserwować tworzenie się na bazie różnych przedsiębiorstw, regionalnych centrów logistycznych obsługujących gospodarstwa rolne. Można przypuszczać, że będzie to kierunek rozwoju organizacji transportu rolniczego na najbliższe lata.

2.9. Motoryzacja w rolnictwie

Motoryzacja ma na celu zastępowanie siły żywej maszynami o napędzie silnikowym. W rolnictwie to przede wszystkim ciągniki, samochody i maszyny samobieżne. Kierunki rozwoju środków motoryzacji w polskim rolnictwie w dużej mierze zależą od struktury obszarowej gospodarstw rolnych. Według powszechnego spisu rolnego z 2010 r., 78% gospodarstw rolnych stanowiły gospodarstwa o powierzchni poniżej 10 ha UR. Dlatego też większość gospodarstw w Polsce wyposażona jest w ciągniki o stosunkowo małej mocy. Około 68% ciągników posiada silniki o mocy do 40 kW.

Obecnie dominującą grupą ciągników rolniczych znajdujących się w gospodarstwach rolnych są ciągniki starego typu, mające głównie wyposażenie podstawowe składające się z: układu elektrycznego (prądnica, akumulator), kompresora pneumatycznego zasilającego siłowniki pneumatyczne, układu hydraulicznego wewnętrznego i zewnętrznego (pompa, siłowniki, silniki hydrauliczne), trzech układów zaczepowych maszyn rolniczych (zaczep transportowy, rolniczy, automatyczny do przyczep jednoosiowych), skrzyń przekładniowych napędu kół jezdnych z ręcznym przełączaniem biegów, wałki odbioru mocy z prędkością obrotową zależną od prędkości jazdy, z jedną niezależną prędkością obrotową 540 obr. \cdot min⁻¹ lub dwiema prędkościami 540 obr. \cdot min⁻¹ i 1000 obr. \cdot min⁻¹, podwozie czterokołowe z napędem tylko kół osi tylnej.

Rozmiar stosowanego ogumienia zależy przede wszystkim od masy ciągnika oraz udźwigu na podnośniku hydraulicznym ciągnika, i powinien zapewniać poziom nośności opon w zabiegach agrotechnicznych. Asortyment znajdujących się na rynku opon ciągnikowych jest dość szeroki. Opony powinny być dobrane do konkretnego ciągnika z uwzględnieniem charakteru jego eksploatacji (rodzaj gleby, pola uprawne, drogi polne, drogi bite, transport drogowy, uprawy międzyrzędowe, itp.), zapewniające właściwe warunki trakcyjne agregatu. Rozpowszechniającymi się oponami w maszynach i ciągnikach rolniczych są opony niskociśnieniowe typu radialnego.

Powoli, głównie dzięki środkom pieniężnym z PROW na modernizację gospodarstw rolnych, sytuacja w zakresie stanu i poziomu technicznego ciągników poprawia się. W Polsce przemysł ciągnikowy, po likwidacji Zakładów Mechanicznych „Ursus”, jest w głębokim kryzysie. W 2014 r. wyprodukowano w Polsce łącznie ok. 3500 ciągników [PAWLAK 2015]. Dostawcami są więc głównie znane firmy zagraniczne, takie jak np.: John Deere, CNH, Agco, Claas czy Zetor. Należą one jednocześnie do tych firm, które dyktują światowy postęp techniczny dla ciągników rolniczych. Na ogół postęp techniczny wśród ciągników postępuje od tych najcięższych, o największej mocy, do najlżejszych. Śledząc projekty prac badawczych i rozwojowych prowadzone przez

wymienione wyżej firmy, można w przybliżeniu określić kierunki rozwoju techniki rolniczej w tym zakresie. Kierunki te dotyczą na ogół następujących tematów:

- bezpieczeństwo pracy i ergonomia;
- ochrona środowiska;
- poprawa funkcjonalności i jakości.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia z dnia 31 grudnia 2002 r. z uwzględnieniem wprowadzonych zmian (Obwieszczenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 6 czerwca 2013 r.), wskazuje na wymagane wyposażenie i rozwiązania konstrukcyjne związane z **bezpieczeństwem pracy i ergonomią** samochodów, przyczep, ciągników rolniczych i pojazdów wolnobieżnych. Dotyczy ono m.in. hamulców, oświetlenia i hałasu. Wymagania te powinny być zgodne z przepisami Unii Europejskiej. Dopuszczenie pojazdu do ruchu po drogach publicznych jest związane z przestrzeganiem przez producentów tych wymagań. Z uwagi na dużą wypadkowość w rolnictwie, jest to traktowane bardzo rygorystycznie. W 2012 r. 13,6% wypadków w rolnictwie, było z udziałem ciągników i maszyn rolniczych. Śledząc co roku statystykę, można stwierdzić spadek liczby wypadków tego rodzaju, jak też postęp w zakresie bezpieczeństwa obsługi maszyn rolniczych.

Dostosowaniem obsługi maszyn rolniczych do możliwości i potrzeb człowieka zajmuje się **ergonomia**. W tym zakresie odnotowano znaczny postęp techniczny w wyposażeniu ciągników i samobieżnych maszyn rolniczych. Stało się to możliwe dzięki postępowi w elektronice, hydraulice i serwomechanizmom. W większości nowoczesnych firm produkujących ciągniki i maszyny rolnicze dostosowano do istniejących norm wymagania dotyczące hałasu, drgań, wentylacji klimatyzacji, czystości powietrza, komfortu pracy w kabinie operatora. Znaczny postęp odnotowano w zakresie optymalizacji rozmieszczania elementów sterowniczych i pola widzenia w kabinie operatora. KOŚMICKI [2008] zwraca uwagę na tzw. wyczuwalność maszyn przez operatora w czasie pracy, rozumiejąc pod tym pojęciem: łatwość prowadzenia, łatwość manipulacji, ocenę szerokości przejazdów, ocenę odległości od przeszkód. Wyczuwalność maszyny zapewnia precyzję jej ruchów i może być wyrażona metodami statystycznymi. Zagadnienie to jest istotne, gdyż ok. 20–50% urządzeń technicznych ulega uszkodzeniom na skutek błędów człowieka.

Doskonalenie konstrukcji ciągników i maszyn rolniczych w zakresie ochrony środowiska ukierunkowane jest na ochronę gleby, powietrza i wody. Prace nad ograniczeniem ugniatania niszczącego strukturę gleby prowadzone są od dawna i skupiają się na następujących kierunkach:

- zmiany w konstrukcji mechanizmów jezdnych (np. elementy gąsienicowe);
- mniejsza masa pojazdu;
- nowe technologie uprawy gleby (np. bezorkowa);
- agregowanie maszyn.

W zakresie ochrony powietrza, konstruktorzy poświęcają dużo uwagi procesowi spalania i zawartości w spalinach tlenków azotu i cząstek stałych, przystosowując silniki do bardzo rygorystycznych norm europejskich, ograniczających dopuszczalne w spalinach ilości cząstek stałych i tlenków azotu. Przemysł ciągnikowy oferuje gospodar-

stwom rolnym ciągniki z silnikami przystosowanymi do spalania oleju napędowego, sprężonego i ciekłego gazu ziemnego, gazu propan-butan, jak również innych paliw, w tym pochodzenia roślinnego. Dużo uwagi poświęca się innym źródłom energii, w tym paliwom wodorowym, określanym za czyste ekologicznie. Prowadzone są intensywne prace nad pozyskiwaniem wodoru z różnych źródeł, w tym z węgla i odpadów organicznych. Instalowane na ciągnikach ogniwa wodorowe są drogie, a pojemność zbiornika na wodór wystarcza najczęściej na kilka godzin pracy traktora. Przykładem ciągnika zasilanego wodorem jest ciągnik firmy New Holland (fot. 2.4).



Fot. 2.4. Ciągnik NH2 zasilany wodorem
Photo. 2.4. NH2 hydrogen powered tractor

<http://www.agrobard.com.pl/aktualności>

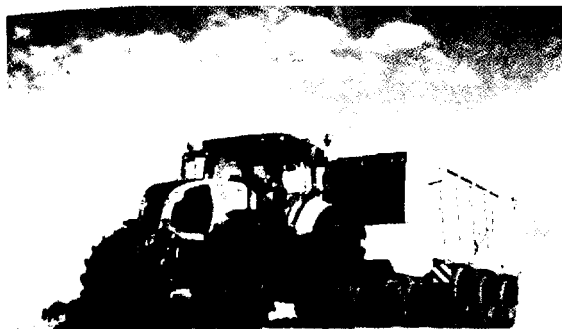
System ogniwi paliwowych, wydalający niewielkie ilości wody w postaci pary wodnej, przetwarza wodór na energię elektryczną, zasilającą 2 silniki. Jeden silnik zasila napęd ciągnika, drugi – WOM ciągnika i inne odbiorniki energii elektrycznej. Ciągnik ma moc 75 kW. Jego zaletami są: brak hałasu, zerowa emisja spalin, brak skrzyni biegów i silnika spalinowego.

Poprawa jakości i funkcjonalności ciągników skierowana jest zwłaszcza na ich dostosowanie do potrzeb związanych z nowoczesnymi technologiami produkcji rolniczej.

W ostatnich latach stały się popularne ciągniki z napędem na dwie osie, wyposażone w przedni i tylny wałek odbioru mocy, przedni i tylny trzypunktowy układ zawieszenia, przednie i tylne wyjścia hydrauliki zewnętrznej ciągnika, umożliwiające tworzenie zestawów wieloczynnościowych, a jednocześnie pozwalające na lepsze wykorzystanie mocy zainstalowanych silników, siły uciążu, ograniczenie liczby przejazdów agregatów po polu i ugniatania gleby (fot. 2.5).

Oferowane są także ciągniki sześciokołowe, trzyosiowe z podwójnymi kołami tylnymi, ciągniki ośmiokołowe, dwuosiowe z podwójnymi kołami przednimi i tylnymi (fot. 2.6).

Ciągnik Fendt Trisix Vario ma 3 osie (przednia i tylna są osiami skrętnymi) w układzie 1 x 2, ponadto niezależnie zawieszono 6 kół przekazujących na nawierzchnię moc 400/540 kW/KM oraz możliwość zakładania na wszystkie osie kół bliźniaczych. Ciągnik porusza się po drogach z prędkością do $65 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Jako jeden z nielicznych został dopuszczony do ruchu po autostradach.



Fot. 2.5. Ciągnik Axion 800 firmy Claas

Photo. 2.5. Claas Axion 800 tractor

Źródło: prospekt firmy Claas Polska. Source: Claas Poland company brochure.



Fot. 2.6. Ciągnik sześciokołowy, trzyosiowy, Fendt Trisix Vario

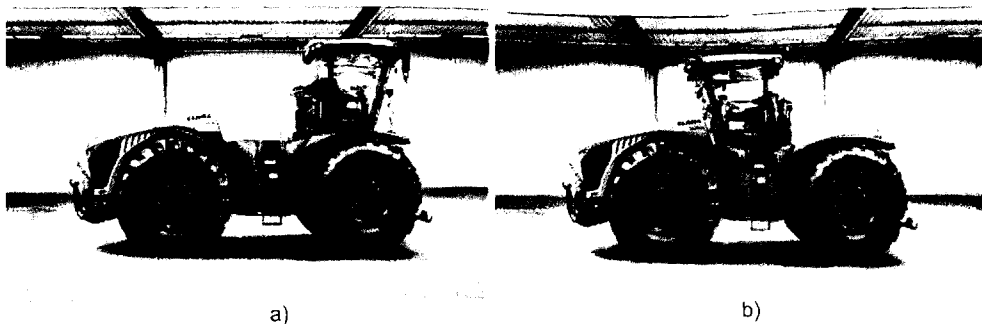
Photo 2.6. Fendt 3-axle, 6-wheeled, Trisix Vario tractor

Źródło: prospekt firmy Fendt. Source: Fendt company brochure.

Porównując opory przetaczania 2-osiowego ciągnika 6-kołowego z 3-osiowym stwierdzono, że większe o ok. 10% opory przetaczania oraz większe ugniecenie pola występują podczas eksploatacji ciągnika dwuosiowego. Ciągniki te powinny charakteryzować się odpowiednimi wartościami parametrów technicznych, eksploatacyjnych i ekonomicznych. Szczególnie ważną cechą jest łatwość montażu z narzędziami i maszynami rolniczymi.

Występują też konstrukcje ciągników z własnym generatorem prądu. John Deere zaprezentował pierwsze ciągniki z generatorem prądu zasilanym z wału korbowego silnika w 2007 r. Były to modele 7430 i 7530 E-premium. Maszyny wytwarzały prąd elektryczny o mocy 20 kW przy 1800 obr./min¹ do niektórych elementów silnika, jak również zapewniały energię elektryczną o mocy do 5 kW w dwóch gniazdach (230 i 400 V), gdy ciągnik był nieruchomy. Nowy model 6210RE daje możliwość elektrycznego napędu zagregatowanych narzędzi podczas jazdy.

Korzyści z innowacyjnego rozwiązania wynikają również dla samego ciągnika. Napęd elektryczny ma wentylator chłodnicy, system klimatyzacji i kompresor układu pneumatycznego. W celu zwiększenia zakresu praktycznego zastosowania, stosuje się obrotowe kabiny z możliwością sytuowania ich w różnych miejscach ciągnika. Pozwala to na wygodniejsze użytkowanie ciągnika (fot. 2.7).



a)

b)

Źródło: prospekt firmy Claas. Source: Claas company brochure.

Fot. 2.7. Ciągnik Xerion firmy Claas: a) z kabiną stałą, b) z kabiną obrotową
 Photo 2.7. Claas Xerion tractor: a) with a fixed cab, b) with a rotatable cab

Ciągniki większych mocy, współpracujące z maszynami rolniczymi dużych szerokości roboczych, są standardowo wyposażane w odbiorniki nawigacji satelitarnej. Obecnie wdrażane są do praktyki różne systemy nawigacji satelitarnej. Czynnikiem decydującym o dokładności prowadzenia agregatów rolniczych przez automatyczne systemy sterowania jest dokładność sygnałów. Uwzględniając czynniki zakłócające, maksymalna dokładność pozycjonowania maszyn mieści się w przedziale 3–5 m. Do poprawy dokładności pozycjonowania służą sygnały korekcyjne. Firma John Deere ma własną sieć korekcyjną StarFire i udostępnia bezpłatnie sygnał korekcyjny SF1, umożliwiającą określenie położenia z dokładnością do 30 cm. Odpłatny sygnał SF2 umożliwia osiągnięcie dokładności do 10 cm. Korzystając z prywatnej stacji referencyjnej RTK można osiągnąć dokładność 1–2 cm. Odbiornik iTC umożliwia odbiór wszystkich trzech sygnałów SF1, SF2 i RTK. Określenie iTC oznacza, że każdy standardowy odbiornik John Deere wyposażony jest w „Moduł kompensacji terenu” umożliwiającą pracę na stoku. Wyróżniane są trzy systemy prowadzenia maszyn po polu, a mianowicie: Parallel tracking, Universal AutoTrac i AutoTrac.

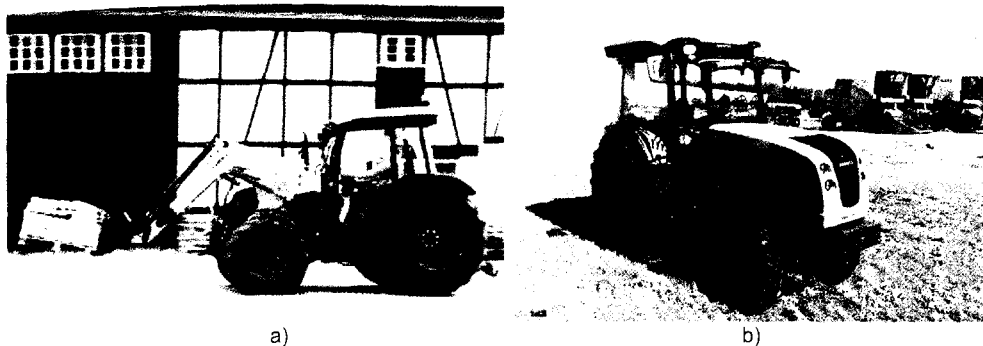
Parallel Tracking jest najprostszym systemem prowadzenia maszyny po polu. Obsługa polega na wyznaczeniu pierwszego przejazdu, a następnie wprowadzeniu szerokości roboczej maszyny. System umożliwia pracę bez znaczników, przy złej widoczności oraz nocą.

Universal AutoTrack ma pełną automatyzację prowadzenia maszyny. Składa się z anteny i wyświetlacza. Dodatkowym elementem jest specjalny mechanizm sterujący, mocowany na kolumnie kierownicy oraz specjalna karta aktywująca system automatycznego prowadzenia maszyny.

AutoTrac przeznaczony jest do nowszych maszyn firmy John Deere i wymaga specjalnego przygotowania maszyny zwanego AutoTrac Ready, czyli przygotowany do jazdy równoległej AutoTrac. Polega na wyposażeniu ciągnika w specjalne moduły zainstalowane na hydraulicie układu kierowniczego.

Renomowane firmy zagraniczne produkujące ciągniki rolnicze, starają się produkować ciągniki dla wszystkich grup odbiorców o różnych arealach i różnych specjalizacjach produkcji. Należą do nich takie firmy, jak: John Deere, New Holland, Fendt,

Case czy Valtra. W stosunkowo krótkim czasie dołączyła do nich firma Claas. Obecnie produkuje ona 34 modele od 53/72 do 386/524 kW/KM: duże ciągniki XERION 4x4, ciągniki standardowe Axion, Arion i Axos, kompaktowe Elios oraz ciągniki o wąskim rozstawie kół Nexus (fot. 2.8).



Źródło: prospekt firmy Claas. Source: Claas company brochure.

Fot. 2.8. Ciągniki firmy Claas: a) kompaktowy Elios, b) sadowniczy Nexus
Photo 2.8. Claas tractors: a) compact Elios, b) orchard Nexus

Reasumując, należy stwierdzić, że w obszarze ergonomicznej i bezpiecznej obsługi ciągników rolniczych nastąpił duży postęp. Prowadzone są także badania nad nowymi, odnawialnymi źródłami energii dla ciągników, takimi jak biopaliwa czy paliwo wodorowe. Coraz doskonalsze i lepiej wyposażone są ciągniki o mocy 70–150 kW, przeznaczone dla gospodarstw rodzinnych.

Jak podano w tabeli 2.4, spada liczba samochodów użytkowanych w gospodarstwach rolnych w celach produkcyjnych. Według spisu rolnego, w 2010 r. posiadały one 69 tys. samochodów, w tym 11 tys. znajdowało się w gospodarstwach rodzinnych. Gospodarstwa mniejsze zainteresowane są na ogół samochodami dostawczymi, którymi mogą dowozić na targ produkty rolne, oraz przywozić do gospodarstwa środki produkcji. Rolnicy najczęściej zainteresowani są takimi samochodami, jak: Żuk, Lublin, Star 244, Star 266 i inne tego typu samochody ogólnego przeznaczenia. Produkowane poza Polską samojezdne nośniki narzędzi, służące zarówno do transportu, jak i do prac polowych, są na ogół poza cenowym zasięgiem naszych gospodarstw.

Należy do nich Unimog – producent nośników narzędzi specjalistycznych oraz pojazdów transportowo-roboczych do bardzo trudnych warunków terenowych, czyli średnich samochodów ciężarowych z napędem na wszystkie koła, zdolnych do poruszania się w terenie (fot. 2.9).

Samochód wykorzystywany jest do różnych celów: służy w rolnictwie, leśnictwie, służbach komunalnych (m.in. przy odśnieżaniu), straży pożarnej, w wojsku (m.in. jako karetka wojskowa) itd., a także w ciężkich pracach transportowych w trudnym terenie. Produkowane są trzy serie tego samochodu: U20 – DMC 7,5–8,5 t, U300, U400, U500 – DMC 7,5–16 t, 4x4, U3000, U4000, U5000. W Polsce w latach 90.



Fot. 2.9. Mercedes-Benz, Unimog 406
Photo 2.9. Mercedes-Benz, Unimog 406

<http://assets.blog.hemmings.com/wp-content/uploads/2014/07/Unimog-2jpg>

produkowany był samochód rolniczy osobowo-towarowy Tarpan. Obecnie nie jest już produkowany, natomiast występuje import tego typu samochodów, głównie z krajów Europy Zachodniej.

2.10. Podsumowanie

Różnorodność produkcji rolnej oraz różnorodność środków do produkcji sprawiają, że organizacja produkcji i transportu w gospodarstwach rolnych jest złożona, szczególnie w aspekcie optymalizacji nakładów materiałowych i kosztów jednostkowych. Duże znaczenie ma właściwy dobór technologii i środków technicznych do lokalnych warunków glebowo-klimatycznych i możliwości zbytu produkcji. Duże masy transportowe wymagają sprzętu o dużej wydajności załadunkowej, rozładunkowej i transportowej. Do tych czynności wykorzystywane są najczęściej maszyny ogólnego przeznaczenia, do których należą: ciągniki rolnicze z napędem na jedną-, dwie i trzy osie, o mocach silników od ok. 30 do 400 kW, samochody dostawcze i rolnicze o ładowności od kilkuset kilogramów do kilku ton, ładowacze ciągnikowe czołowe i chwytakowe oraz samojezdne, przyczepy rolnicze jedno- i wieloosiowe, rozrzutniki obornika skrzyniowe oraz z nadstawami do materiałów objętościowych. Asortyment ciągników rolniczych znajdujących się w eksploatacji rzutuje na rodzaj łączonych z nimi maszyn, jak: ładowacze, przyczepy, rozrzutniki obornika, rozsiewacze nawozów mineralnych, opryskiwaczy itp.

Stosowane ciągniki rolnicze posiadają silniki przystosowane do: oleju napędowego, gazu ziemnego, biopaliw, wodoru. Są wyposażane w coraz nowocześniejszą aparaturę do kontroli i sterowania (komputery pokładowe, nawigacja satelitarna) procesami roboczymi. Również ładowacze ciągnikowe i samojezdne budowane są z możliwością załadunku i rozładunku, różnego typu materiałów w różnego typu opakowaniach. Przykładowymi mogą być ładowacze do transportu na małe odległości i załadunku bel ze słomą, sianem, zielonką na specjalne przyczepy transportowe.

Transport zewnętrzny gospodarstwa z wykorzystaniem własnych ciągników rolniczych jest mało efektywny i coraz częściej jest zastępowany transportem samochodowym. W tym przypadku racjonalne jest korzystanie z usługi transportowej świadczonej przez specjalistyczne przedsiębiorstwa.