

BIOEKONOMICZNE ASPEKTY TRWAŁEGO ROZWOJU GOSPODARSTW ROLNYCH NA OBSZARACH WRAŻLIWYCH

Adam Czarnecki, Anna Lewandowska-Czarnecka

Instytut Ekologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Wstęp

W przypadku rolnictwa przejawem trwałego rozwoju jest dbałość o naturalną siłę systemu, jaką stanowi produktywność gruntów ornych. Osiągnięcie tego celu w gospodarstwach w dłuższych przedziałach czasu powinno stać się elementem strategii rozwoju. Uzyskanie trwałych efektów użytkowania gruntu, w sposób nawiązujący do ogólnych zasad trwałego gospodarowania, umożliwia odpowiednie zarządzanie zasobami gruntu. Szczególnie ważne jest zminimalizowanie wpływu agrotechniki na środowisko i agroekosystem [CZARNECKI 1991; DZIADOWIEC i in. 2003]. Ten aktualny problem stał się przyczyną powołania nowych czasopism [CARTER 2001]. Powstają oryginalne koncepcje i narzędzia, umożliwiające przełożenie tego strategicznego celu na operacyjne planowanie upraw. W praktyce rolniczej plany operacyjne pozostają pod wpływem rozmaitych czynników [WEBSTER 1997], pochodzących z uwarunkowań zewnętrznych, takich jak ceny i wielkość rynku. Również są pochodną uwarunkowań wewnętrznych, tj. umiejętności formułowania problemu i koncepcji rozwiązań. Rezultatem dążeń powinna być integracja celów ekonomicznych i ekologicznych w gospodarstwie [WIREN-LEHR 2001], czego przykładem jest bilansowanie obiegu składników pokarmowych [BEDNAREK 1998]. Do tego celu niezbędne są narzędzia analizujące skutki operacyjnych działań poprzez odpowiednie łączenie agroekosystemowych i socjoekonomicznych informacji, tak by otrzymane rezultaty pozwalały uzyskać bieżącą ocenę opcji strategicznych rolnika i następnie dokonanie korekt planowania upraw i agrotechniki. Do tego celu nadaje się ujęcie gospodarstwa jako dynamicznego systemu [SAYSEL i in. 2002] odwzorującego w możliwie prosty sposób poddany analizie układ, w którym następuje zamiana nakładu w produkt.

Celem pracy było zarysowanie podstaw koncepcji tworzenia, przy współudziale rolnika, wiedzy o własnym gospodarstwie i jego prowadzeniu, służącej wsparciu decyzji odnoszących się do cyklu produkcyjnego. Kolejnym celem jest przetestowanie zastosowanej metody w grupie gospodarstw realizujących podobne cele produkcyjne, usytuowanych na terenie wrażliwym na wymywanie składników pokarmowych i erozję wodną, dla zobrazowania różnic w efektach gospodarowania zależnych od decyzji podjętych co do użycia posiadanych zasobów.

Materiały i metody

Definicje i teoria

Gospodarstwa ujmowano jako biosystem, w którym rolnik osiąga cel ekonomiczny odpowiednio nakierowując naturalne właściwości i procesy w ekosystemie poprzez nakład środków i pracy. Procesy te to transfer materii i przepływ energii wewnątrz gospodarstwa, zainicjowane dopływem energii słonecznej. W rezultacie procesów powstaje wyprodukowana biomasa uprawianych roślin, która może pozostawać w gospodarstwie jako element wewnętrznego obiegu, względnie opuszczać agroekosystem jako produkt finalny. Rozwój roślin uprawnych wiąże się z wymianą wody, substancji mineralnych i organicznych, która zachodzi pomiędzy glebą a roślinami, stanowiąc małe wewnętrzne krążenie. Ta część produkcji roślin, która jest przeznaczona na pasze dla zwierząt hodowlanych, zwrotnie zaopatruje glebę w składniki pokarmowe, stanowiąc duże wewnętrzne krążenie. Pomiędzy tymi trzema sektorami, włączając nakłady z zewnątrz następują przepływy, zanim finalny produkt rynkowy ostatecznie opuści gospodarstwo [TELLARINI, CAPORALI 2000]. Gospodarowanie odbywa się w cyklu rocznym w 2 wymiarach: biofizycznym i agroekonomicznym [MAJEWSKI 1996]. Jednakże część nakładu na produkcję w danym roku może pochodzić z poprzedniego cyklu, zaś wyprodukowana biomasa w części może być użyta w następnym cyklu na farmie, lub zostać sprzedana. Gospodarstwo w różnym stopniu uwzględnia naturalne potrzeby i procesy agroekosystemu [TELLARINI, CAPORALI 2000]. Decyzje o planowaniu przeznaczenia dla przestrzeni produkcyjnej w gospodarstwie zapadają w oparciu o porównanie oczekiwań rolnika z możliwościami gruntu, ale skutki podjętych decyzji mają znaczenie decydujące dla stanu i przyszłości tego biosystemu. Decyzje są wprowadzane w życie poprzez ludzki behavior, który zależy zarówno od wiedzy, jak również informacji o rynku. Stąd skutki decyzji przypuszczalnie wywierają różny wpływ na trwałość gospodarowania. Możliwe jest, że w podobnych warunkach mogą powstać formy organizacji lepiej i trwalej wykorzystujące zasoby naturalne w systemie – tj. energię słoneczną, materię organiczną i produktywność gleby w porównaniu z importowanymi zasobami ze źródeł nieodnawialnych [BOSCH i in. 1998]. Wpływają na to interakcje pomiędzy uwarunkowaniami zewnętrznymi i wewnętrznymi. Modyfikują one procesy i ich powiązania z elementami strukturalnymi, typowymi dla badanego układu, przetwarzając nakłady w produkt. Różnice wywołane są przepływem i alokacją środków pieniężnych, za którymi następuje przepływ elementów biofizycznych pomiędzy podstawowymi komponentami agroekosystemu. W procesach tych kształtuje się efektywność poniesionego nakładu i rodzaj równowagi pomiędzy elementami przepływającymi i gromadzącymi się w pulach. W dłuższej perspektywie czasowej kształtuje to najbardziej istotny element trwałego agroekosystemu, tj. żyzność gleby.

Metoda i protokół prac

Koncepcja metodyczna

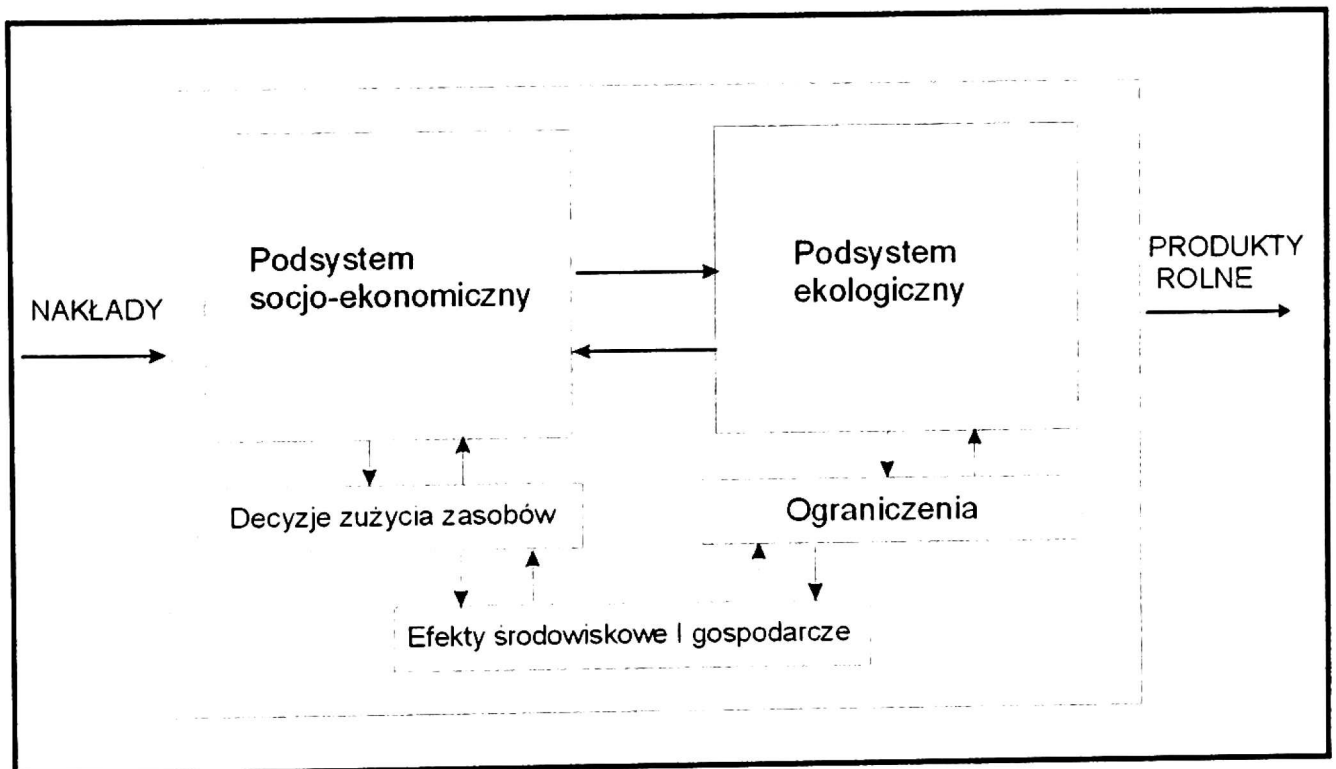
Podstawą koncepcji metodycznej stanowi prosty model systemu odwzorowujący proces transformacji nakładów w produktywność roślinną i zwierzęcą w całym gospodarstwie. Model analizuje efekty środowiskowe, zachodzące w systemie charakteryzującym się określonym stanem w momencie dokonywania pomiaru, będący efektem długoletniego gospodarowania. Badania transferu bioekonomicznych wartości wyrażanych w jednostkach termodynamicznych, ekologi-

cznych i ekonomicznych [PACINI i in. 2003], tj. energii, pieniędzy, materii nadają mu charakter modelu dynamicznego. W oparciu o koncepcje wymienionych autorów wykonano model własny, który stał się podstawą projektowania badań (schemat 1). Informacje, które się wprowadza do modelu, pochodzą z ewidencjonowania wprowadzanej do układu informacji, energii, materii i środków pieniężnych. Przepływy w obrębie gospodarstwa oraz pomiędzy gospodarstwem a zewnętrznym światem są identyfikowane w zakresie ilości materii, która wraca w obieg mały – resztki poźniwe i duży – odchody zwierzęce [TELLARINI, CAPORALI 2000]. Wpływ decyzji odnosi się do podziału pól, wyboru upraw i wielkości hodowli i rodzaju nakładu. Efekt bezpośredni decyzji to uzyskane rezultaty ekonomiczne i środowiskowe. Powtarzalność cykli utrwala efekty gospodarowania w cechach stanu systemu.

Schemat 1; Scheme 1

Model konceptualny agroekosystemu uwzględniający rodzaj decyzji i ich środowiskowych i ekonomicznych skutków

Conceptual model of farm agroecosystem including types of decisions in view of related environmental and economic effects



źródło: opracowanie własne; source own studies

Zbieranie i przetwarzanie danych

Gospodarstwa badano w układzie API – Agroekosystem, Procesy, Indykatory [TELLARINI, CAPORALI 2000]. W tym celu zaprojektowano środowiskowy system liczący (ŚSL) zorganizowany w podsystemy odnoszące się do jednego rodzaju informacji. Dokonano wyboru informacji odnoszących się do cech trwałych i zmiennych badanych gospodarstw. Zmienne wprowadzono do zaprojektowanego kalkulatora, który liczył przepływy, w których każda czynność i nakład był wyrażony w jednostkach energii, materii i kosztów. Dane przeliczano we wskaźniki ope-

racyjne [KOEIJER i in. 1999]. Wśród nich są obecne wskaźniki środowiskowe. Dotyczą one efektu transmisji nakładu – a więc wielkości obiegów wewnętrznych w stosunku do wielkości nakładu oraz efektywności użycia energii [HULSBERGEN i in. 2001], w tym energii ze źródeł odnawialnych i nieodnawialnych. Wskaźniki ekonomiczne dotyczą relacji nakładu uzyskanych efektów. Informacje dostarczające ostrzeżenia nietrwałego użycia zasobów stanowią kombinacje wskaźników ekonomicznych i środowiskowych.

Wybór gospodarstw i siedlisk

Badaniami objęto obszar pięciu gospodarstw znajdujących się na terenie gminy Grodziczno, która położona jest w południowo-zachodniej części województwa warmińsko-mazurskiego w mezoregionie tzw. Garb Lubawski [KONDRAKCI 1998]. Gospodarstwa usytuowane na krawędzi pomiędzy wysoczyzną i doliną. Są to tereny, na których niewielki kąt nachylenia nie kwalifikuje go do zalesienia.

Wyniki

Analiza gospodarstw w cyklu rocznym wykazała wyraźne powiązania pomiędzy efektami środowiskowymi a ekonomicznymi i ich znaczną zależność od decyzji rolnika (tab. 1).

Tabela 1; Table 1

Charakterystyka funkcjonowania badanych gospodarstw
Functional characteristics of farms

Wyszczególnienie Specification	Gospod. 1 Farm 1	Gospod. 2 Farm 2	Gospod. 3 Farm. 3	Gospod. 4 Farm 4	Gospod. 5 Farm 5
Powierzchnia gospodarstwa Farm area (ha)	13,5	15,5	16	27,8	42
w tym: las; in that: forest	0,3	0,5	0,5	3,5	5
łąki i pastwiska meadows and pasture	1,5	2	0,5	0	4
użytki ekologiczne; set aside	0,5	1	3	6	0
pola uprawne; crop fields	11	11,5	11,7	18	32,5
Produkcja roślinna; Main crops	Mz J Po Pzo Z Bp	Pzo Pj J Mz Z Bp	Po J Pzo Mz Z	Po Pzo J Oj Mz Z Bp	Ż Po Mz Z Bp
Produkcja zwierzęca; Livestock	Tc Km,	Tc Bo Km	Tc B r	Tc Br Km	Tc Br
Klasy bonitacyjne gleb Soil bonitation class	Pu IVa, IVb,V	Pu IVa,V,Uz – III i IV	Pu IVa, IVb i V, Uz IV, V	Pu IIIa, IIIb, IVa, IVb, V	Pu I, IVb, V i VI

Uprawy roślinne; Cropping

Mz – mieszanki zbożowe; mix cereals
Po – pszenica jara; spring wheat
Pj – pszenica ozima; winter wheat
Pzo – pszenżyto ozime; triticale
J – jęczmień; barley
Z – ziemniaki; potatoes
Bp – burak pastewny; beat
Oj – owies jary; spring oats
Ż – żyto; rye

Hodowla; Livestock

Tc – trzoda; pigs
Km – krowy mleczne; dairy cow
Bo – bydło opasowe; beef cattle
Br – bydło rzeźne; slaughter cattle
Pu – pola uprawne; arable lands
Uz – użytki zielone; green lands
I –VI – klasy bonitacyjne; evaluation classes

Decyzją wspólną dla grupy gospodarstw było powiązanie produkcji pierwotnej z produkcją zwierzęcą. W ten sposób te niewielkie gospodarstwa intensyfikowały produkcje. W zależności od posiadanych zasobów gruntu i rynku była to produkcja trzody chlewnej lub łączenie trzody z hodowlą bydła i produkcją mleka. Grupę gospodarstw różnicowała obsada zwierząt w stosunku do posiadanego arealu oraz związana z tą decyzją wielkość zakupów paszy ze źródeł zewnętrznych. Mimo różnego podejścia do planu produkcji i wykorzystania zasobów, trzy spośród 5 gospodarstw osiągnęły podobne wskaźniki ekonomiczne (tab. 2) względem zainwestowanych nakładów, jedno gospodarstwo (nr 2) wyróżniało się wysokim przychodem i jedno przychodem niskim (nr 1). Eksternalizacja produkcji poprzez obciążanie zlewni niezagospodarowanym azotem była proporcjonalna do efektów ekonomicznych, mimo różnic w nakładzie na poszczególne elementy produkcji. Jeden z rolników (gospodarstwo nr 3) bardzo poważnie zmniejszył dawkę nawożenia użytą do produkcji roślinnej, być może intuicyjnie wyczuwając, że maksymalizowanie plonu nie przyniesie korzyści ekonomicznych, w to miejsce intensyfikując hodowlę. W ten sposób rolnicy różnicowali wielkość przepływów wewnętrznych (tab. 3), ale kompensowali różnice w produkcji pierwotnej zakupem pasz.

Tabela 2; Table 2

Funkcjonowanie gospodarstw wg wskaźników efektywności
Farm performance due to indicators value

Kryterium Criteria	Wskaźniki wydajności Efficiency indicators	Gosp. 1 Farm 1	Gosp. 2 Farm 2	Gosp. 3 Farm 3	Gosp. 4 Farm 4	Gosp. 5 Farm 5
Azot Nitrogen	nawozów sztucznych artificial fertilizers					
	przychody zł./kg N income zł/kg N	16,3	46,3	66,9	36,7	29,5
	zawarty w plonie yielding crop (kg·kg ⁻¹)	1,1	1,3	0,6	0,8	1,1
	łącznego nakładu w plonie whole input in crops (kg·kg ⁻¹)	1,5	3,1	2	1,9	2
Energia Energy	nakładu (GJ·ha ⁻¹) input (GJ·ha ⁻¹)	44,2	57	32,5	38,4	28,5
	odnawialnej; renewable	24,7	28,4	16,4	17,4	10,8
	nieodnawialnej non-renewable	19,5	28,6	16,1	21,0	17,7
	przychodu zł./GJ income zł/GJ	27,2	95,7	94,5	76	99
Ekonomia Economics	przychodu; income zł./zł nakładu; zł./zł input	1,5	4,4	2,9	3,2	3

W rezultacie łączny nakład na produkcje roślinną był podobny mimo różnic w hodowli a negatywny efekt środowiskowy ich gospodarowania był podobny do innych rolników z tej grupy gospodarstw. W skali wieloletniej wskaźnikiem stanu systemu jest produktywność gleb. Ogólnie gospodarstwa, które łączą hodowlę trzody z hodowlą bydła i stosują niewysokie dawki nawożenia mineralnego, utrzymują potencjał dla produkcji pierwotnej. W gospodarstwie 3, w którym ograniczono hodowlę do trzody chlewnej, produkcja roślinna była zanizowana. W gospodarstwie 2 widać, że intensyfikacja produkcji w postaci zwiększenia nakładów

zewnątrznych, zwiększa tylko otwartość systemu i prawdopodobnie następuje wtedy eksternalizacja nadmiaru substancji pokarmowych. Nakład nie stanowi pełnego substytutu żyzności gleb, a więc zwiększenie nawożenia nie wywołuje wzrostu wartości plonu w uprawach roślinnych. W tej grupie tylko jedno gospodarstwo (nr 1) oszczędza wody znajdujące się w zlewni, ale produkcja pierwotna jest w nim niska, co oznacza, że strat w jakości gleb nie rekompensują wysokie dawki nawożenia organicznego, co jeszcze do pewnego stopnia jest widoczne w pozostałych gospodarstwach. Napęd do tego rodzaju gospodarowania stanowią ceny, które powodują, że alokacja pieniądza w zakup pasz daje dobre zwroty. Obecny stan systemu pokazuje, że zmniejszenie obciążenia nie jest możliwe z uwagi na czynniki socjoekonomiczne, a więc potrzeby rodziny rolnika. Pewne zmniejszenie bezpośrednich i długofalowych efektów środowiskowych można oczekiwać doraźnie poprzez zmniejszenie zakupów nawozów sztucznych. Lepiej prezentuje się wydajność energetyczna gospodarowania. Wykorzystanie energii może wiązać się z trwałym gospodarowaniem, jeżeli energia pochodzi z sektora rolniczego, np. z biomasy. Jeżeli energia ze źródeł odnawialnych pochodzi z innych sektorów gospodarki, to wówczas rolnik korzystając z tego źródła przyczynia się do redukcji konsumpcji energii pochodzącej ze źródeł nieodnawialnych ale w skali globalnej. Badania wykazały, że efektywność uzyskiwania dochodu z jednostki nakładu energii w odniesieniu do energii nieodnawialnej jest wysoka i względnie stała. Występują znaczne różnice pomiędzy nakładem energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych, co jest prawdopodobnie związane z faktem, że niska cena czyni tę energię atrakcyjniejszą. Stosowanie jej jest zależne od podaży. Możliwość występowania różnic oznacza, że jest raczej elementem komfortu gospodarowania, mniej jest związana z potrzebami nakładu bezpośredniego na produkcję.

Dyskusja

Trwały rozwój w przypadku rolnictwa oznacza takie nakierowanie systemu rolnictwa, żeby na wiejskich obszarach były widoczne zintegrowane działania w odniesieniu do poziomu społecznego, ekonomicznego i środowiska naturalnego. Poprawie powinien podlegać krajobraz, w którym jest miejsce na funkcje ekosystemu, jak i naturalną bioróżnorodność. Należy wtedy zmniejszyć negatywny wpływ rolnictwa na otoczenie i zadbać o trwałą produktywność, która jest naturalną siłą agroekosystemu. Dodatkowo badania odnoszą się także do przemian energetycznych sugerując, że możliwe jest podwyższenie wydajności poprzez produkcję biomasy na poziomie wsi, czy zlewni. Jako niskonakładowa odpowiednio zlokalizowana mogłaby przechwytywać nie zagospodarowany w uprawach prowadzonych intensywnie w danym roku azot. Mogłoby to przyczynić się do rozwiązywania problemów eutrofizacji wód jako skutek decyzji podjętych już na poziomie gospodarstwa. Metoda analizy odniesionej do modelu bioekonomicznego może być pożyteczna dla wprowadzania celów strategicznych w życie poprzez rozpoznawanie skutków operacyjnych decyzji w cyklu rocznym w rozmaitych wariantach gospodarowania. Możliwe jest wykonywanie symulacji funkcjonowania układu, w którym następuje zmiana użytkowania zasobów będących w dyspozycji gospodarstwa, jak również obszarów wsi czy mikrozelewni. Badania potwierdziły, że ceny

mogą preferować przepływy materii, i w pewnym stopniu energii, które są niekorzystne dla środowiska. Ale poddanie się opłacalności w cyklu rocznym, przy podejmowaniu decyzji, może spowodować w kolejnych cyklach rocznych, jako reakcji ekosystemu, zmniejszenie akumulacji materii w pulach, i w efekcie spadek produktywności gleb. Ten sam ekosystem może dać lepszą wydajność i trwałość, gdy decyzje będą trafniejsze. Stosowanie modelu i kalkulatora liczącego przepływy w gospodarstwie pozwala uświadomić rolnikowi, że w dłuższych przedziałach czasowych ekonomiczna siła gospodarstwa, tzw. produktywność ekonomiczna, zależy w znacznym stopniu od czynników nieekonomicznych. Te ostatnie odnoszą się do trwałości, naturalnej produktywności gleb. Przy czym trwałość oznacza w praktyce redukcje zewnętrznych nakładów w kierunku bardziej wewnętrznej samowystarczalności.

Tabela 3; Table 3

Przemiany nakładu w produkt w badanych gospodarstwach w odniesieniu do azotu
Input transformation into products in agroecosystem in relation to nitrogen

Etap; Stage	Zawartość N Nitrogen content	Gosp. 1 Farm 1	Gosp. 2 Farm 2	Gosp. 3 Farm 3	Gosp. 4 Farm 4	Gosp. 5 Farm 5
Nakład; Input	nawozy mineralne(a) artificial fertilizers (a)	73,6	117,8	45,9	79,6	95,3
	plon; yield	69,9	91,9	77,5	97,0	87,0
Przemiany Transformations	obieg wewnętrzny duży – odchody zwierzęce (c) internal large circulation – excrements	33,9	169,5	111,5	91,1	81,0
	łączna ilość $d=(a+c)$ total amount $d=(a+c)$	107,5	287,3	157,4	170,7	176,3
Wynoszony z gospodarstwa Left the farm	plon roślinny yield of plant crops	7,0	0,0	0,0	1,0	4,7
	mleko; milk	1,8	7,1	0,0	8,1	1,5
	mięso; meat	5,0	26,8	22,3	10,1	14,7
	łącznie; total	13,7	33,9	22,3	19,2	20,9
Bilans Balance	niezagospodarowany w cyklu bieżącym (d-b) not implemented in current (d-b)	37,6	195,4	79,9	73,7	89,3

Podsumowanie

Prezentowana metoda łączenia informacji socjoekonomicznej z biofizyczną, umożliwia szybką analizę skutków środowiskowych i ekonomicznych podjętych przez rolnika decyzji. Rozpatrując oceny w aspekcie dochodów oraz zdolności asymilowania przez rośliny łącznych dawek nawożenia azotowego można już na etapie planowania operacyjnego dokonywać korekt nawożeniowych. Mając na uwadze zasady trwałego gospodarowania w gospodarstwach usytuowanych na krawędzi wykazano, że produkcja mieszana z kontrolowanym nawożeniem może ograniczyć skutki środowiskowe w tym eksternalizację nadmiaru azotu uruchamianego w gospodarstwie, dając trwały średni dochód.

Literatura

- BEDNAREK A. 1998. *Ekologizacja zarządzania rolnictwem w warunkach ekorozwoju*, w: *Sterowanie ekorozwojem*. t. III. *Regionalne i gospodarcze aspekty ekorozwoju*. Wydawn. Politechniki Białostockiej, Białystok: 334 ss.
- BOSCH H., GITARI J.N., OGARO V.N., MAOBE S., VLAMING J. 1998. *Monitoring nutrient flows and economic performance in African farming systems (NUTMON)*, III. *Monitoring nutrient flows and balances in three districts in Kenya*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 71: 63–80.
- DZIADOWIEC H., JONCZAK J., CZARNECKI A., KEJNA M. 2003. *Wieloletnie zmiany zawartości węgla organicznego w poziomie próchnicznym gleb intensywnie użytkowanych rolniczo*, w: *Funkcjonowanie i monitoring geoekosystemów Polski ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk ekstremalnych*. Biblioteka ZŚMP, Poznań: 166–172.
- HÜLSBERGEN K.J., FEIL B., BIERMANN S., RATHKE G.W., KALK W.D., DIEPENBROCK W. 2001. *A method of energy balancing in crop production and its application in long-term fertilizer trial*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 86: 303–321.
- KOEIJER T.J., WOSSINK G.A.A., ITTERSUM M.K., STRUIK P.C., RENKEMA J.A. 1999. *A conceptual model for analysing input-output coefficients in arable farming systems: from diagnosis towards design*. *Agricultural System* 61: 33–44.
- KONDRACKI J. 1998. *Geografia regionalna Polski*. Wydaw. Nauk. PWN Warszawa: 440 ss.
- MAJEWSKI E. 1996. *Doświadczenia i wnioski z pilotowego programu wdrożenia Integrowanej Produkcji*, w: *Integrowana Produkcja w Polsce i w wybranych krajach europejskich*, Warszawa: 65–75.
- PACINI C., WOSSINK A., GIESEN G., VAZZANA C., HUIRNE R. 2003. *Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming systems: a farm and field-scale analysis*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 95: 273–288.
- SAYSEL A.K., BARLAS Y., YENIGUN O. 2002. *Environmental sustainability in an agricultural development project: a system dynamics approach*. *J. of Environmental Management* 64: 247–260.
- TELLARINI V., CAPORALI F. 2000. *An input/output methodology to evaluate farms as sustainable agroecosystems: an application of indicators to farms in central Italy*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 77: 111–123.
- WEBSTER J.P.G. 1997. *Assessing the economic consequences of sustainability in agriculture*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 64: 95–102.
- WIREN-LEHR S. 2001. *Sustainability in agriculture – an evaluation of principal goal-oriented concepts to close the gap between theory and practice*. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 84: 115–129.

Słowa kluczowe: trwały rozwój, gospodarstwa rolne, agroekosystem, produkcja rolna

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań wykonanych w 5 gospodarstwach dysponujących gruntami narażonymi na erozję, względnie okresowe podtopienia,

o profilu mieszanym roślinno-hodowlanym, znajdujących się na terenie gminy Grodziczno (województwo warmińsko-mazurskie). Każde z gospodarstw było traktowane jako biosystem, w którym rolnik osiąga cel ekonomiczny nakierowując odpowiednio naturalne właściwości i procesy w ekosystemie poprzez nakład środków i pracy. W badaniach gospodarstw wykorzystano konceptualny model bioekonomiczny systemu odwzorowujący etapy procesu transformacji nakładów w produktywność roślinną i zwierzęcą w całym gospodarstwie zaś dla wyliczenia przepływów transformowanej materii zaprojektowano kalkulator. Analizowano decyzje podejmowane przez rolników, przekładające się na wybór i przeznaczenia upraw roślinnych oraz wielkość nakładu na produkcję w kontekście środowiskowych i ekonomicznych rezultatów. Mimo różnego podejścia do planu produkcji i wykorzystania zasobów, trzy spośród 5 gospodarstw osiągnęły podobne wskaźniki ekonomiczne względem zainwestowanych nakładów, jedno gospodarstwo (nr 2) wyróżniało się wysokim przychodem i jedno przychodem niskim (nr 1). Eksternalizacja produkcji poprzez obciążanie zlewni niezagospodarowanym azotem była proporcjonalna do efektów ekonomicznych, mimo różnic w nakładzie na poszczególne elementy produkcji. Energetyczna wydajność gospodarowania wykazała, że nakłady energii pochodzącej z nieodnawialnych źródeł jest względnie stała. Prawdopodobnie wszyscy rolnicy gospodarują oszczędnie energią. Wykazano natomiast wyraźną różnicę pomiędzy gospodarstwami, gdy chodzi o korzystanie z energii pochodzącej z odnawialnych zasobów. Te różnice prawdopodobnie są związane z dostępem i ceną surowca (biomasa) na lokalnym rynku. W postaci dostępnej nie mogą zastąpić paliw, natomiast mogą wpływać na standard życia rodzin rolników. W 3 gospodarstwach jest możliwość produkowania biomasy na własne potrzeby. Biomasa produkowana ekstensywnie może zagospodarowywać nadmiar uwolnionych biogenów, poprawiając wizerunek gospodarstwa, które z uwagi na potrzeby rolników prawdopodobnie utrzymywać będą mieszany charakter produkcji.

BIOECONOMIC ASPECTS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF FARMS MANAGED ON SUSCEPTIBLE LANDS

Adam Czarnecki, Anna Lewandowska-Czarnecka
Institute of Ecology and Environmental Protection,
Nicolaus Copernicus University, Toruń

Key words: development sustainable, farms, agroecosystem, agricultural system

Summary

One of important aspects of sustainable agriculture is related to management of natural resources. Main goal of management is to prevent productivity and protect landscape against externalization their effects. It should become a strategic goal transferable on operation planning. For implementing decision there is a need to build a linkage between ecological and economics information. To make it useful for farmers, a simple bioeconomic model was proposed. This paper shows the use of a model for making analysis by farmers in view of ecosy-

stem processes and economic output as a base to make corrects for farms plan for next years. The same calculator as used in 5 farms differently managing on fragile land, all situated on the edge between moraine and the river valley in gmina Grodziczno (warmińsko-mazurskie voivodship). Each farm was treated as a biosystem where farmers achieve economic outcomes by input that influence natural features and processes in ecosystem. Investigated processes are energy and matter flow into farms, which is obviously initiated by sun energy. Farm interest and basic pools and function expressed conceptual model, where some stages of transformation of inputs to plants biomass and animals outputs is presented. Analyses show strict connection between environmental results and economic outputs. The common assumption was linking biomass with livestock production. That way farmers intensified their production. Nevertheless with different plan production and apply for natural resources, three among five farms have achieved similar economic indicators, only one achieved outstanding high income (nr 2) and one farm – low income (nr 1). Externalisation of production by overpressure catchments by non-used nitrogen was proportional to achieved economic outcomes although took place differences in inputs for production. Considering socio-economic factors, in that farmer's family, the main character of farming will remain. However results showed that the externalized effect on landscape would be substantially reduced by combining operating fertilizers by adequate proportion of mineral and artificial elements while retain economical outputs. Energetic efficiency of farming is quite good. Consumption of energy from non renewable source is relatively constant. There are significant differences between farms in using energy from renewable resources. It is probably related to access to that source and prices on local market. So it can be expected that further growth of biomass is possible. More strictly connections with forest sector which provides biomass would contribute substantially to reducing consumption of non renewable energy at this local scale.

Dr hab. Adam **Czarnecki**, prof. UMK
Instytut Ekologii i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
ul. Gagarina 9
87-100 TORUŃ
e-mail: czarn@biol.uni.torun.pl