

**INSTYTUT EKONOMIKI ROLNICTWA I GOSPODARKI ŻYWNOŚCIOWEJ**  
**–PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

---

AUTOREFERAT  
ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

**EMISJA GAZÓW CIEPLARNIANYCH A WYNIKI  
EKONOMICZNE GOSPODARSTW SPECJALIZUJĄCYCH  
SIĘ W UPRAWACH POŁOWYCH**

MGR INŻ. MAREK ZIELIŃSKI

PROMOTOR  
PROF. DR HAB. WOJCIECH JÓZWIAK

RECENZENCI  
PROF. DR HAB. STANISŁAW KRASOWICZ  
DR HAB. PROF. UW B ARTUR BOŁTROMIUK

---

**WARSZAWA 2015**

*data stworzenia dokumentu: 30.09.2015 r.*

*Zieliński Marek*

*Motto:*

„Każdy jest zobowiązany do dbałości o stan środowiska, i ponosi odpowiedzialność za spowodowane przez siebie jego pogorszenie” [Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej 1997, art. 86].

## 1. POSTAWIENIE PROBLEMU

Niedawny stosunek ludzi do kwestii ziemi nadającej się do użytkowania rolniczego dobrze odzwierciedlało zdanie sformułowane przez wybitnego ekonomistę L. Misesa [Mises 2009, s. 548], żyjącego w latach 1881-1973, że „ziemia to niewyczerpywalne źródło energii i życia człowieka”. Obecnie jednak widać coraz jaśniej, że wraz z rozwojem gospodarki rośnie presja na ograniczanie światowych zasobów ziemi nadającej się do produkcji rolnej, co powoduje że w wielu krajach świata powierzchnia użytków rolnych spada [Blum 1998, s.23]. Według J. St. Zegara [Zegar 2011, s.306] na świecie corocznie ubywa około 13 mln ha ziemi rolnej. Przyczyną tego ostatniego zjawiska jest między innymi erozja i spadek zawartości próchnicy w glebie<sup>1</sup>.

Należy zatem stwierdzić, że w obecnych czasach w wielu krajach następuje spadek zasobów ziemi nadającej się do produkcji rolnej. Dzieje się to w sytuacji, w której wzrost liczby ludności na świecie wymusza rosnącą potrzebę produkcji większej ilości żywności, a co za tym idzie wzrost intensywności produkcji rolnej. Ograniczona zdolność ziemi do absorpcji ujemnych skutków działalności człowieka wymaga zatem takiego gospodarowania, które pozwoli osiągnąć długookresowe korzyści z jej eksploatacji bez straty dla jej zdolności do reprodukcji. Ważny jest tu wkład wnoszony przez ekonomię środowiska [Fiedor i inni 2002, s 39, Zegar 2007 s.86 – 87]. Podejmuje ona trzy główne zagadnienia z pogranicza ekonomii i ochrony środowiska naturalnego. Pierwsze koncentruje się na wykorzystaniu i ochronie zasobów przyrody, które mogą dostarczać trwałych korzyści dla człowieka pod warunkiem, że eksploatowane są racjonalnie<sup>2</sup>. Drugie związane jest ze sposobami korygowania niepożądanych działań człowieka na stan środowiska, które powszechnie nazywane są efektami zewnętrznymi<sup>3</sup> [Folmer, s.13-

<sup>1</sup> Według L. Browna [Brown 2003, s.65] degradacja gleb na świecie na skutek ich erozji dotyczy obecnie 36% ziem uprawnych.

<sup>2</sup> Ekonomia środowiska szczególnie interesuje się zasobami odnawialnymi i częściowo odnawialnymi, co jest związane z możliwością ich reprodukcji [Jeżowski 2007, s.40].

<sup>3</sup> Wśród najważniejszych sposobów korygowania negatywnych działań człowieka w kontekście ochrony środowiska wyróżnia się m.in. podatek A.C.Pigou, handel pozwoleniami na emisję gazów cieplarnianych oraz regulacje bezpośrednie [Zegar 2007, s.122].

14, Żylicz 2004, s.28-29]. Trzecie natomiast podejmuje problematykę wyboru metod wyceny kosztów i korzyści płynących z oddziaływania człowieka na stan środowiska. Ta rozprawa wpisuje się w trzeci rodzaj tych wątków.

Dotychczas w opinii licznych autorów [Moszczeński 1920, Williams 1950, s.71 – 100, Musierowicz 1956, s.7, Blöhm 1961, s.52 – 67] zachowanie środowiska naturalnego traktowano jako istotne tylko z punktu widzenia utrzymania produkcyjnych funkcji gleby. Świat XXI wieku jest jednak inny niż był kilkadziesiąt lat temu. Inne jest obecnie postrzeganie środowiska naturalnego, inne są również wyzwania stawiane produkcji rolniczej. Z. Miatkowski i inni [Miatkowski i inni 2010, s.1] piszą, że „rolnictwo jest drugim po sektorze energetycznym źródłem emisji gazów cieplarnianych”. Konieczność ograniczenia emisji gazów cieplarnianych z rolnictwa jest więc dzisiaj równie ważnym zadaniem, jak dbałość o zasoby i jakość gleb. Rolnictwo światowe emituje bowiem przeciętnie w ciągu roku od 5,1 do 6,1 mld ton dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>)<sup>4</sup>, a więc 10 – 12% światowej emisji tego gazu do atmosfery. W tym kontekście za słuszne należy zatem uznać wszelkie działania mające na celu ograniczenie emisji dwutlenku węgla z produkcji rolniczej. Jednym z nich jest sekwestracja (akumulowanie) dwutlenku węgla w glebie [Lal 2009, s.1]. Potwierdza tę opinię T. Stuczyński [Stuczyński 2011, mat. konfer.], który dostrzega, że „pokrywa glebowa to drugi po oceanach magazyn dwutlenku węgla na Ziemi”.

Polska mając znaczące zasoby użytków rolnych, które na 1 mieszkańca wynoszą 0,41 ha wobec przeciętnie 0,34 ha w Unii Europejskiej, ma możliwości ograniczania emisji gazów cieplarnianych do atmosfery, poprzez gromadzenie dwutlenku węgla w glebie [www.ec.europa.eu/eurostat]. Tym bardziej, że w tym zakresie Polska ma zobowiązania międzynarodowe w postaci:

- Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu z 9 maja 1992 roku,
- Protokołu z Kioto do Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych,
- Decyzji Parlamentu Europejskiego i Rady nr. 406/2009/WE z 23 kwietnia 2009 roku i nr. 529/2013/UE z 21 maja 2013 r., w sprawie wykorzystania sektora LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry), czyli użytkowanie gruntów, zmiana użytkowania gruntów i leśnictwo do celu redukcji emisji gazów cieplarnianych na terenie Unii Europejskiej,
- Decyzji Parlamentu Europejskiego i Rady nr. 2013/0443 (COD) z 18 grudnia 2013 r. w sprawie redukcji krajowych emisji niektórych rodzajów zanieczyszczenia atmosferycznego oraz zmiany dyrektywy 2003/35/WE.

---

<sup>4</sup> Emisja gazów cieplarnianych (dwutlenku węgla, podtlenku azotu i metanu) z rolnictwa wyrażona w ekwiwalencie dwutlenku węgla.

Warto również podkreślić znaczenie opracowanego przez Polskie Ministerstwo Gospodarki projektu dokumentu pt. *Narodowy Program Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej*. Jego celem w obszarze rolnictwa jest wsparcie sprawnego przeprowadzenia procesu restrukturyzacji rolnictwa w kierunku niskoemisyjnym oraz promocja zrównoważonych praktyk rolniczych m.in. w zakresie uprawy gleby [MG, s.107].

Możliwości ograniczania emisji gazów cieplarnianych tkwią także w gospodarstwach specjalizujących się w uprawach polowych. W 2002 i 2010 roku liczba gospodarstw specjalizujących się w uprawach polowych wyniosła w Polsce odpowiednio 726,2 i 658,9 tys., tj. odpowiednio 33,9 i 40,7% ogólnej liczby gospodarstw sklasyfikowanych według typów rolniczych. W omawianym okresie udział ich wzrósł zatem o 6,8 punktu procentowego (p.p.) [Zieliński 2013, s.25 – 39]. W 2010 roku w posiadaniu gospodarstw specjalizujących się w uprawach polowych znajdowało się 36,4% ogólnej powierzchni użytków rolnych w gospodarstwach sklasyfikowanych według typów rolniczych, wobec 24,7% w 2002 roku. Powierzchnia użytków rolnych w tych gospodarstwach w latach 2002 – 2010 wzrosła z 3322,4 do 4666,2 tys ha, tj. o 40,5%.

Gospodarstwa specjalizujące się w uprawach polowych odgrywają więc ważną rolę w polskim rolnictwie. Potrzeba jak najlepszego wykorzystania zróżnicowanych warunków glebowych w Polsce uzasadnia zatem celowość sporządzenia oceny, czy i przy jakiej jakości glebach ograniczanie emisji gazów cieplarnianych do atmosfery gospodarstw rolnych specjalizujących się w uprawach polowych ma lub może mieć pozytywne znaczenie dla ich wyników ekonomicznych i rozwoju.

## **2.CEL, ZADANIA I HIPOTEZA BADAŃ**

Głównym celem analiz przeprowadzonych w ramach tej pracy jest ocena funkcjonowania i możliwości rozwojowych gospodarstw specjalizujących się w uprawach polowych w zależności od salda sekwestracji dwutlenku węgla w glebie oraz w zależności od jakości posiadanych gleb własnych i salda emisji wszystkich gazów cieplarnianych z gleby i od zwierząt gospodarskich<sup>5</sup>. Aby zrealizować ten cel szczegółową analizą objęto 254 gospodarstwa z uprawami polowymi, które specjalizowały się w produkcji zbóż, roślin oleistych i białkowych (typ 15 według Polskiego FADN) i prowadziły nieprzerwanie rachunkowość dla Polskiego FADN

---

<sup>5</sup> Mała obsada zwierząt w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji zbóż, roślin oleistych i białkowych (co najwyżej 0,01LU/ha UR) wpłynęła na niewielki poziom emisji podtlenku azotu i metanu od zwierząt gospodarskich. Niemniej jednak uwzględniono ją w ogólnym bilansie gazów cieplarnianych.

w latach 2005-2010. W gospodarstwach tych wartość standardowej nadwyżki bezpośredniej (Standard Gross Margin – SGM) z produkcji zbóż, roślin oleistych i białkowych wynosi ponad 2/3 ogólnej kwoty SGM w gospodarstwie.

Przyjęty cel badawczy został zrealizowany poprzez ocenę wyodrębnionych grup gospodarstw pod kątem potencjału produkcyjnego, struktury i organizacji produkcji, kosztów i efektów ekonomicznych oraz efektywności technicznej i możliwości prowadzenia działalności inwestycyjnej.

W opracowaniu przyjęto następującą hipotezę:

*W gospodarstwach rolnych specjalizujących się w uprawach polowych istnieją możliwości ograniczania emisji gazów cieplarnianych. Wykorzystanie tych możliwości wywiera dodatni wpływ na wyniki ekonomiczne i rozwój gospodarstw, aczkolwiek tylko do pewnej granicy, powyżej której cele te przestają być komplementarne względem siebie.*

### 3. METODA BADAŃ

W wyborze gospodarstw do analizy wykorzystano dobór celowy. Wyodrębniono panel wszystkich gospodarstw rolnych specjalizujących się w produkcji zbóż, roślin oleistych oraz białkowych, które prowadziły nieprzerwanie rachunkowość dla Polskiego FADN (Farm Accountancy Data Network) w latach 2005 – 2010. Ustalono, że analizowana grupa gospodarstw pod względem dziesięciu zmiennych<sup>6</sup> była reprezentatywna dla całej próby generalnej gospodarstw specjalizujących się w produkcji zbóż, roślin oleistych i białkowych obecnych w Polskim FADN<sup>7</sup>.

W celu oszacowania poziomu sekwestracji dwutlenku węgla w glebie wykorzystano przede wszystkim ustalenia Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach – Państwowy Instytut Badawczy (IUNG – PIB) [Fotyma, Mercik 1995, s. 234, Harasim 2006, s. 69, IUNG 2012, s. 46]. Według IUNG – PIB w polskich warunkach glebowych przeciętna zawartość węgla organicznego jest równa 58% zawartości próchnicy, a więc w 1 tonie próchnicy zawarte jest średnio 580 kg węgla. W celu przeliczenia ilości węgla na ilość dwutlenku węgla jaki gleba zmagazynowała, każdorazowo mnożono ilość węgla

---

<sup>6</sup> Analizę reprezentatywności wykonano dla dziesięciu zmiennych: powierzchni użytków rolnych, nakładów pracy ogółem, uzbrojenia pracy, udziału gruntów ornych w użytkach rolnych, udziału zbóż w gruntach ornych, a także produktywności ziemi i kapitału, wydajności pracy, zysku zarządzania oraz stopy reprodukcji majątku trwałego. W tym celu wykorzystano test U Manna-Whitney'a.

<sup>7</sup> Brak odpowiednich danych uniemożliwił ustalenie stopnia reprezentatywności analizowanej grupy gospodarstw specjalizujących się w produkcji zbóż, roślin oleistych i białkowych dla wszystkich gospodarstw o tym typie produkcyjnym w Polsce.

przez 3,67. Współczynnik ten wynika z faktu, że masa cząsteczkowa dwutlenku węgla wynosi 44 unity, a masa węgla organicznego ( $C_{org}$ ) 12. Zatem 1 tona próchnicy wiąże 2128,6 kg dwutlenku węgla.

Poziom sekwestracji dwutlenku węgla w glebie ustalono w oparciu o bilans substancji organicznej. Bilans ten obliczony został przy zastosowaniu współczynników reprodukcji i degradacji substancji organicznej uwzględniających masę odzwierzęcych nawozów organicznych produkowanych w gospodarstwie rolnym oraz nawozów organicznych zakupywanych, a także masę wyprodukowanej słomy, pozostałych resztek poźniwnych i nawozów zielonych. Uznano, że słoma może być dodatkowym źródłem materii organicznej w glebie, a jej plon jest skorelowany z wielkością plonu głównego rośliny. Znając ten plon i korzystając z danych określających relację plonu głównego i ubocznego, oszacowano masę wyprodukowanej słomy, którą następnie skorygowano o masę słomy będącej przedmiotem obrotu. Tak ustalona masa słomy zużytej została skorygowana odpowiednim współczynnikiem reprodukcji glebowej substancji organicznej.

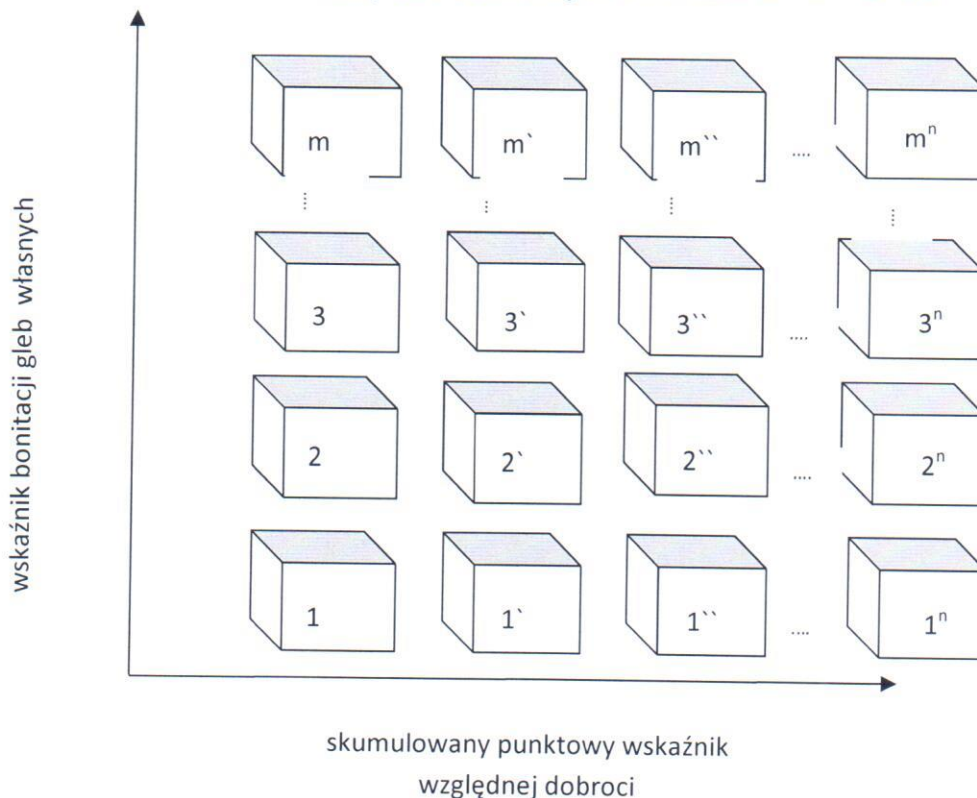
Skumulowany punktowy wskaźnik względnej dobroci uwzględniający kilka zmiennych o różnych mianach, pozwolił na dokonanie możliwie pełnej oceny funkcjonowania badanych gospodarstw, pod względem ich efektywności ekonomicznej, salda emisji gazów cieplarnianych z gleby i od zwierząt gospodarskich oraz nasilenia działalności inwestycyjnej<sup>8</sup>. Efektywność ekonomiczną ustalono wskaźnikiem zysku z zarządzania<sup>9</sup>, natomiast nasilenie działalności inwestycyjnej – stopą reprodukcji majątku trwałego. Zastosowano przy tym podejście o równomiernym rozkładzie ich ważności. Innymi słowy – przyjęto założenie o jednakowych wagach wszystkich trzech zmiennych diagnostycznych. Ideę podziału analizowanego panelu gospodarstw przedstawiono na wykresie 1.

---

<sup>8</sup> Zysk z zarządzania i stopa reprodukcji majątku trwałego potraktowane zostały jako stymulanty, to znaczy, że wyższe wartości zmiennych oceniane były pozytywnie. Saldo emisji gazów cieplarnianych z gleby i od zwierząt gospodarskich potraktowano natomiast jako destymulantę. Wyższy jego poziom oceniano więc negatywnie.

<sup>9</sup> Zysk z zarządzania obliczono jako różnicę między dochodem z gospodarstwa rolnego, a szacunkowo określonymi kosztami użycia własnych czynników produkcji czyli własnej pracy, ziemi i kapitału.

Wykres 1. Schemat analizy grup gospodarstw specjalizujących się w produkcji zbóż, roślin oleistych i białkowych w latach 2005 – 2010



Według K. Kukuły [Kukuła 2000, s.21] skumulowane punktowe wskaźniki pozwalają ocenić gospodarstwa ze względu na stan rozwojowy badanego zjawiska złożonego. Natomiast T. Grabiński [Grabiński 2003, s.95] uważa, że przydatność wskaźników syntetycznych jest tym większa, im dana jednostka ma korzystniejszą sytuację z punktu widzenia cech diagnostycznych, uwzględnionych przy konstrukcji wskaźnika. Z kolei według W. Ziętary i M. Zielińskiego [Ziętara, Zieliński 2011, s.144] skumulowany punktowy wskaźnik względnej dobroci pozwala wszechstronnie ocenić analizowaną zbiorowość gospodarstw przy uwzględnieniu kilku wskaźników i mierników wzajemnie ze sobą nieporównywalnych (równanie 1).

$$z_{ij} = 100 \cdot \left( \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \right), \max x_{ij} \neq \min x_{ij} \quad (1)$$

gdzie:  $z_{ij}$  – liczba punktów, jaką uzyskuje dane gospodarstwo,  $(x_{ij} - \min x_{ij})$  – różnica między wartością zmiennej, a wartością zmiennej najniższej w danej grupie,  $(\max x_{ij} - \min x_{ij})$  – rozpiętość (różnica między wartością najwyższą i najniższą zmiennej w danej grupie).

W saldzie emisji gazów cieplarnianych z gleby i od zwierząt gospodarskich uwzględniono nie tylko salda sekwestracji dwutlenku węgla w glebie, ale i emisji podtlenku azotu z gleby oraz emisji podtlenku azotu i metanu od zwierząt gospodarskich<sup>10</sup>. W celu porównywania salda emisji gazów cieplarnianych z gleby i od zwierząt gospodarskich wykorzystano miernik potencjału globalnego ocieplenia<sup>11</sup> (Global Warming Potential – GWP).

W niniejszej pracy do szacowania wielkości emisji podtlenku azotu<sup>12</sup> z gleby i od zwierząt gospodarskich wykorzystano dwa zestawy współczynników emisji. Pierwszy zestaw oparty został na wynikach analiz zawartych w raportach Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) [IPCC 1996, s.1 – 63, IPCC 2001, rozdz. 4., s.1 – 91, IPCC 2003, rozdz. 3, s.1 – 312, IPCC 2006, rozdz.5, s.1 – 52, rozdz. 10, s. 1 – 75 i rozdz. 11, s. 1 – 36] i w *Krajowym Raporcie Inwentaryzacyjnym 2012* [KOBIZE 2012, s.130 – 150]. Natomiast drugi zestaw współczynników oparty został na wynikach analiz J.P. Lesschena i innych [Lesschen i inni 2011, s. 3215 – 3222]<sup>13</sup>. W pierwszym i drugim wariancie do szacowania emisji podtlenku azotu z gleby i od zwierząt gospodarskich wykorzystano również dane Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (MRiRW), Ministerstwa Środowiska (MŚ), Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach – Państwowego Instytutu Badawczego (IUNG – PIB) oraz Instytutu Zootechniki – Państwowego Instytutu Badawczego (IZ – PIB).

Całkowitą emisję podtlenku azotu z gleby i od zwierząt gospodarskich oszacowano według równania 2:

$$N_2O = (N_2O_{bezp.} + N_2O_{posr.} + N_2O_{bezp. \text{ zwierz.}}) * 1,57 \text{ (kgN}_2\text{O / ha / rok)} \quad (2)$$

gdzie:  $N_2O_{bezp.}$  – emisja bezpośrednia podtlenku azotu z gleby,  $N_2O_{posr.}$  – emisja pośrednia podtlenku azotu z gleby, natomiast  $N_2O_{bezp. \text{ zwierz.}}$  – emisja bezpośrednia podtlenku azotu z odchodów zwierząt gospodarskich.

Śladowa obsada zwierząt w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji zbóż, roślin oleistych i białkowych wpłynęła nie tylko na niewielki poziom emisji

<sup>10</sup> Ze względu na roczne wahania emisji gazów cieplarnianych i ich pochłaniania w gospodarstwie rolnym, zdecydowano się wielkość miernika – saldo emisji gazów cieplarnianych z gleby i od zwierząt gospodarskich wyrazić średnią z lat 2005 – 2010.

<sup>11</sup> Miernik ten wyraża emisję wszystkich gazów cieplarnianych wyrażoną ilością dwutlenku węgla w kg. Do obliczenia tego miernika wykorzystano wskaźniki GWP. Każdy z tych wskaźników wyraża ilość dwutlenku węgla w kg, która w czasie 100 lat daje taki sam efekt ocieplenia, co 1 kg danego gazu cieplarnianego.

<sup>12</sup> W celu przeliczenia azotu (N) na podtlenek azotu, każdorazowo mnożono ilość N przez 1,57 [Faber i inni 2012, s.37]. Współczynnik ten wynika z faktu, że masa cząsteczkowa podtlenku azotu wynosi 44 unity<sup>12</sup>, a masa dwuatomowej cząsteczki azotu – 28 unitów.

<sup>13</sup> Wariant szacunku emisji podtlenku azotu wykonany przez J.P. Lesschena i innych zawiera charakterystyczny dla warunków klimatycznych Europy zestaw współczynników emisji podtlenku azotu w zależności od jakości gleby i sumy rocznych opadów. Wielkości tych współczynników testowane były m.in. w modelu szacowania emisji podtlenku azotu – Integrator oraz Miterra – Europe wykorzystywanych na Uniwersytecie Wageningen w Holandii [Lesschen i inni 2011, s. 3215, Velthof i inni 2009, s. 402 – 417].



bezpośredniej podtlenku azotu z odchodów zwierząt gospodarskich, ale i na niewielki poziom emisji metanu. Mimo to uwzględniono ją w ogólnym bilansie gazów cieplarnianych.

W celu wyłonienia grup gospodarstw specjalizujących się w produkcji zbóż, roślin oleistych i białkowych o wysokim stopniu skupienia i charakteryzujących się zróżnicowanym poziomem skumulowanego punktowego wskaźnika względnej dobroci oraz wskaźnikiem bonitacji gleb własnych postanowiono wykorzystać aglomeracyjną metodę Warda zawartą w programie Statistica 8.0<sup>14</sup>. Metoda Warda polega na szacowaniu odległości między skupieniami z wykorzystaniem analizy wariancji. Ważną cechą tej metody jest zapewnienie minimalizacji kryterium wariancyjnego. Kryterium to mówi, że wariancja wewnątrz skupień jest minimalna. Metoda ta zapewnia, zatem homogeniczność wewnątrz skupień i heterogeniczność pomiędzy skupieniami (w sensie minimalizacji i maksymalizacji wariancji). W tym celu wykorzystano miarę Error Sum of Squares (ESS), zwaną błędem sumy kwadratów odchyleń.

Równanie 3 określa kryterium wariancyjne (ESS) będące podstawą metody Warda:

$$V(A) = \sum_{i \in A}^p (x_i - m_A)^2 \rightarrow \min \quad (3)$$

gdzie:  $V(A)$  – wariancja dowolnego skupienia  $A$ ,  $p$  – liczba skupień zawartych hierarchicznie wewnątrz skupienia  $A$ ,  $x_i$  – wartość cechy,  $m$  – środek ciężkości skupienia  $A$  (średnia arytmetyczna).

Ostatecznej analizie poddano tylko podgrupy liczące co najmniej 15 gospodarstw<sup>15</sup> i istotnie statystycznie różniące się między sobą. W ten sposób powstała plansza z dziewięcioma podgrupami gospodarstw specjalizującymi się w produkcji zbóż, roślin oleistych i białkowych. Dla oceny funkcjonowania wyróżnionych podgrup gospodarstw rolnych ustalono mierniki i wskaźniki odnoszące się do potencjału produkcyjnego, organizacji produkcji, kosztów oraz produktywności i efektywności gospodarstw, które możliwe były do obliczenia na podstawie materiałów zaczerpniętych z Polskiego FADN za lata 2005 – 2010.

Ocenić poddano również efektywność techniczną wyodrębnionych podgrup gospodarstw wykorzystując współczynnik efektywności technicznej (TE), wyznaczony w oparciu o metodę SFA (Stochastic Frontier Analysis), zorientowany na efekty i ustalony jako iloraz faktycznego efektu z możliwym do osiągnięcia pożądanym efektem, który mógłby być uzyskany przez gospodarstwo przy niezmiennym poziomie ponoszonych nakładów (równanie 4):

$$TE_i = \frac{Y_i}{\exp(x_i \beta_i + v_i)} = \frac{\exp(x_i \beta_i + v_i - u_i)}{\exp(x_i \beta_i + v_i)} = \exp(-u_i), \quad (4)$$

<sup>14</sup> Punktem wyjścia w analizach z użyciem metody Warda była normalizacja wyróżnionych dwóch zmiennych.

<sup>15</sup> Polski FADN zezwala na analizę grup gospodarstw zawierających, co najmniej 15 obserwacji.

gdzie:  $TE_i$  – współczynnik efektywności technicznej  $i$ -tego gospodarstwa,  $Y_i$  – wielkość efektu  $i$ -tego gospodarstwa,  $X_i$  – wektor nakładów dla  $i$ -tego gospodarstwa,  $\beta_i$  – wektor szacowanych parametrów regresji,  $v_i$  – składnik losowy odnoszący się do tzw. szumu informacyjnego oraz dodatni składnik losowy  $u_i$ .

Metoda SFA należy do metod parametrycznych opierających się na znanej z teorii mikroekonomii funkcji produkcji, określającej zależności pomiędzy nakładami i wynikami. Jej twórcami są dwa zespoły ekspertów. Pierwszy w składzie: D.J. Aigner, C.A.K Lovell oraz P. Schmidt [Aigner i inni 1977, s.21 – 37], natomiast drugi W. Meeusen i J. van den Broeck [Meeusen i Broeck 1977, s.435 – 444]. Efektem ich prac jest model opisany równaniem 5:

$$\ln(q_i) = x_i' \beta + v_i - u_i \quad (5)$$

W celu określenia efektywności technicznej gospodarstw, skonstruowano model ekonometryczny, w postaci funkcji Cobba – Douglasa (równanie 6):

$$\ln(y_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_{1i}) + \beta_2 \ln(x_{2i}) + \beta_3 \ln(x_{3i}) + \beta_4(x_{4i}) + v_i - u_i \quad (6)$$

Jako kategorię efektu do konstrukcji modelu przyjęto wartość produkcji ogółem powiększoną o dopłaty i subwencje budżetowe (zł), natomiast w kategoriach nakładów: nakłady pracy własnej i obcej wyrażone w AWU, wartość użytków rolnych<sup>16</sup> (zł), nakłady aktywów trwałych wyrażone poprzez amortyzację (zł) oraz koszty ogółem pomniejszone o amortyzację i wynagrodzenia (zł)<sup>17</sup>.

Następnym etapem analizy było ustalenie cech techniczno – organizacyjnych i ekonomicznych gospodarstw rolnych przy wykorzystaniu metody analizy probitowej, które wskazały kierunek i możliwości inwestowania gospodarstw specjalizujących się w produkcji zbóż, roślin oleistych i białkowych, w zależności od posiadanej jakości gleb własnych i skumulowanego punktowego wskaźnika względnej dobroci.

Za pomocą probitowego modelu ekonometrycznego wskazano czynniki stojące u podstaw decyzji inwestycyjnych w analizowanych gospodarstwach. W modelu zmienną objaśnianą była stopa reprodukcji majątku trwałego. Zmienną tę potraktowano jako zmienną jakościową dwudzielną (dychotomiczną), która przyjmowała wartość 1 w przypadku, kiedy gospodarstwo średnio w latach 2005 –

<sup>16</sup> Wartość użytków rolnych ustalono wykorzystując informację o przeciętnej cenie zakupu 1 ha użytków rolnych w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji zbóż, roślin oleistych i białkowych i prowadzących rachunkowość dla Polskiego FADN w latach 2005 – 2010.

<sup>17</sup> Istotnym elementem badań nad efektywnością techniczną gospodarstw rolnych przy wykorzystaniu metody SFA jest również uwzględnienie w modelu czynników mogących wpływać na ich nieefektywność. W tym celu skonstruowano liniowe równanie nieefektywności  $u_i = z_{it}\delta$ , gdzie  $z_{it}$  jest wektorem zmiennych, które zdaniem autora mają wpływ na nieefektywność, zaś  $\delta$  (delta) to wektor parametru równania. Dla uwzględnienia czynników mogących wpływać na nieefektywność funkcjonowania gospodarstw rolnych, przyjęto zmienną: *saldo sekwestracji dwutlenku węgla w glebie*.

2010 posiadało dodatnią stopę reprodukcji majątku trwałego, natomiast zero kiedy gospodarstwo w analizowanym okresie nie odtwarzało w pełni majątku zużywającego się w procesie produkcji (posiadało ujemną stopę reprodukcji majątku trwałego). Jako potencjalne zmienne objaśniające mające wpływ na możliwości inwestycyjne gospodarstw rolnych, zaproponowano te, które były przedmiotem analiz w części wynikowej pracy.

#### **4. WYNIKI BADAŃ**

W części wynikowej ocenie poddano dwie podgrupy gospodarstw z uprawami polowymi specjalizujących się w produkcji zbóż, roślin oleistych i białkowych w zależności od salda sekwestracji dwutlenku węgla w glebie. Faktem jest bowiem, że w przypadku analizowanych gospodarstw sposobem redukcji emisji gazów cieplarnianych jest przyorywanie odpowiedniej masy spreparowanej słomy, pozostałych resztek poźniwnych oraz nawozów zielonych, które prowadzi do zwiększenia udziału próchnicy glebowej, a w rezultacie również do dodatniego salda sekwestracji dwutlenku węgla w glebie. W gospodarstwach z saldem dodatnim (188 gospodarstw) średnia wielkość salda sekwestracji dwutlenku węgla w glebie wyniosła 540,6 kg, podczas gdy w gospodarstwach z saldem ujemnym (66) średnia jego wielkość wyniosła – 330,8 kg na 1 ha gruntów ornych. Gospodarstwa z dodatnim saldem sekwestracji dwutlenku węgla w glebie w porównaniu z gospodarstwami będącymi punktem odniesienia miały przewagę pod względem powierzchni użytków rolnych oraz lepszej ich jakości. Więcej również gruntów dzierżawiły. Miały nadto większe nakłady pracy ogółem w przeliczeniu na gospodarstwo, niemniej jednak w przeliczeniu na 1 ha UR były one mniejsze. Gospodarstwa te charakteryzował większy poziom intensywności produkcji, który znalazł odzwierciedlenie w większej produktywności czynników produkcji – pracy, ziemi i kapitału. W obydwu podgrupach gospodarstw wystąpił dodatni zysk z zarządzania, przy czym większą wartość przyjmował w gospodarstwach z saldem dodatnim dwutlenku węgla w glebie (tabela 1). Wysoki zysk z zarządzania wyzwał zdolność do inwestycji. Z tego powodu aktywnością inwestycyjną charakteryzowały się gospodarstwa z saldem dodatnim, w których wystąpiła dodatnia stopa reprodukcji majątku trwałego. Natomiast gorsze zarządzanie w gospodarstwach pozostałych ograniczało tę aktywność, a stopa reprodukcji majątku trwałego była nawet ujemna.

Tabela 1. Charakterystyka analizowanych gospodarstw (liczby średnie z lat 2005-2010) (wybrane zmienne)

Wyszczególnienie	Jedn.	Gospodarstwa z saldem sekwestracji dwutlenku węgla w glebie:	
		dodatnim	ujemnym
Saldo sekwestracji dwutlenku węgla w glebie	kg CO <sub>2</sub> /ha GO	540,6	-330,8
Udział gospodarstw położonych na ONW	%	40,4	72,7
Wskaźnik bonitacji gleb własnych	-	1,0	0,9
Udział gospodarstw kierowanych przez kierowników z wykształceniem rolniczym	%	53,7	37,8
Wiek kierownika gospodarstwa	lata	42,6	46,1
Powierzchnia użytków rolnych, w tym:	ha	99,6	68,5
- grunty dzierżawione	%	41,4	34,8
Nakłady pracy ogółem na:			
- gospodarstwo	godz. <sup>18</sup>	3652	3036
- 1 ha użytków rolnych	godz.	36,7	44,3
Udział pracy najemnej w pracy ogółem	%	11,1	8,3
Wartość aktywów na 1 AWU	tys.zł	560,3	453,1
Udział zbóż w GO	%	72,4	78,4
Udział nawozów zielonych w GO	%	6,3	1,7
Koszty ogółem na 1 ha UR, w tym:	tys.zł	2,4	2,1
- koszty bezpośrednie na 1 ha UR	tys.zł	1,1	0,9
Produktywność ziemi	tys.zł/1 ha UR	3,0	2,5
Produktywność kapitału	%	44,0	40,0
Wydajność pracy	tys.zł/1 AWU	180,0	124,1
Zysk z zarządzania	tys.zł	51,6	14,2
Stopa reprodukcji majątku trwałego	%	8,6	-0,8

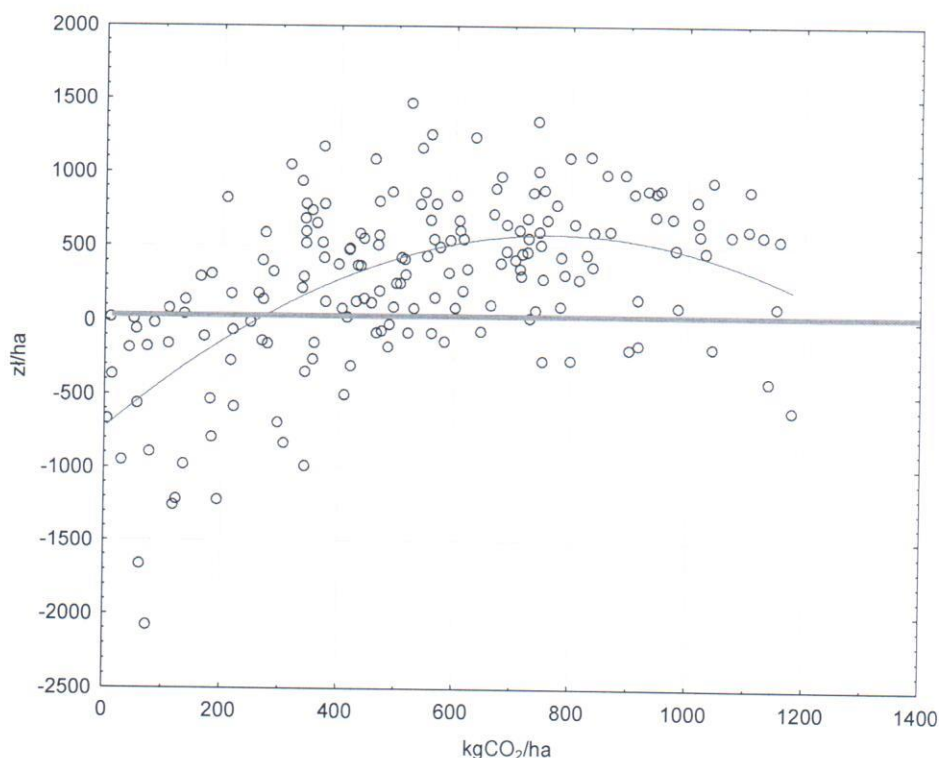
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Polskiego FADN.

W gospodarstwach z saldem dodatnim i ujemnym wraz ze wzrostem analizowanego salda wzrastał zysk z zarządzania na 1 ha gruntów ornych, aczkolwiek w tych pierwszych wzrost zysku wystąpił tylko do pewnej górnej granicy salda sekwestracji dwutlenku węgla w glebie, powyżej której następowała jego stabilizacja, a następnie spadek (wykres 1). Można więc domniemywać, że sekwestracja dwutlenku węgla w glebie ma łączne pozytywne znaczenie dla efektów ekonomicznych gospodarstwa i środowiska tylko do pewnego poziomu, powyżej

<sup>18</sup> 2200 godzin pracy w gospodarstwie rolnym = 1 AWU (Annual Work Unit)

którego cele te przestają być zbieżne względem siebie. W takiej sytuacji znajduje zatem zastosowanie stwierdzenie A. Wosia [Woś 2002, s.39], że cele środowiskowe i ekonomiczne są: „*celami konkurencyjnymi względem siebie i obu jednocześnie nie można osiągnąć na wysokim poziomie*”.

Wykres 1. Zysk z zarządzania i saldo sekwestracji dwutlenku węgla w glebie na 1 ha gruntów ornych<sup>a</sup> w analizowanych gospodarstwach z dodatnim saldem sekwestracji dwutlenku węgla w glebie (liczby średnie z lat 2005 – 2010)



<sup>a</sup>  $Y = -728,9214 + 3,3946X - 0,0022X^2$ , współczynnik korelacji rang Spearmana  $r = 0,46$   
Źródło: jak w tabeli 1.

Skoro znane są zależności pomiędzy wielkością salda sekwestracji dwutlenku węgla w glebie, a wynikami ekonomicznymi analizowanych gospodarstw następnie rozważono, jakie byłyby one przy uwzględnieniu emisji pozostałych gazów cieplarnianych z gleby i od zwierząt gospodarskich: podtlenku azotu i metanu. W analizowanych podgrupach gospodarstw symulację salda emisji podtlenku azotu z gleby wykonano według współczynników emisji J.P. Lesschena i innych<sup>19</sup>, natomiast podtlenku azotu i metanu od zwierząt gospodarskich według współczynników IPCC i KOBIZE.

<sup>19</sup> Metoda J.P. Lesschena i innych jest w porównaniu z metodą IPCC dokładniejszą metodą szacowania współczynników emisji podtlenku azotu dla warunków Polski [Faber 2014, s. 39-72].

Korzystając z hierarchicznej metody skupień Warda analizowaną próbę gospodarstw podzielono według wskaźnika bonitacji gleb własnych oraz skumulowanego punktowego wskaźnika względnej dobroci na podgrupy gospodarstw. Gospodarstwa te podzielono na dziewięć podgrup. Gospodarstwa pierwszych trzech (81 gospodarstw) funkcjonowały na glebach przeciętnych, kolejne trzy na glebach dobrych (103), natomiast pozostałe trzy – na glebach bardzo dobrych (70), o czym informował wskaźnik bonitacji gleb własnych. Nazwano je gospodarstwami rozwojowymi, problemowymi i schyłkowymi.

Z tabeli 2 wynika, że w analizowanych podgrupach gospodarstw saldo emisji gazów cieplarnianych z gleby i od zwierząt gospodarskich, było ujemnie skorelowane z wielkością salda sekwestracji dwutlenku węgla w glebie. Wśród gospodarstw rozwojowych należało zatem upatrywać gospodarstw, które w największym stopniu ograniczały emisję gazów cieplarnianych z obydwu analizowanych źródeł. Z liczb zestawionych w tabeli 2 wynika również, że powierzchnia użytków rolnych gospodarstw była skorelowana dodatnio z wartością skumulowanego punktowego wskaźnika względnej dobroci. Dlatego w gospodarstwach rozwojowych powierzchnia ta była największa, najmniejsza natomiast w schyłkowych. W gospodarstwach rozwojowych większe zasoby ziemi były skorelowane dodatnio z większym udziałem ziemi dzierżawionej. W analizowanych gospodarstwach większe zasoby ziemi są zatem ważnym atutem wpływającym na możliwości ich efektywniejszego gospodarowania, ale warto podkreślić, że nie tylko one ważą. Gospodarstwa rozwojowe miały największe nakłady pracy w przeliczeniu na gospodarstwo, ale najmniejsze w przeliczeniu na 1 ha użytków rolnych. Przyczyną tych różnic było większe techniczne wyposażenie pracy w gospodarstwach rozwojowych.

Mniejszy poziom intensywności produkcji w gospodarstwach na glebach przeciętnych niż w gospodarstwach na glebach dobrych i bardzo dobrych znalazł odzwierciedlenie w mniejszej produktywności ziemi. Podobnie było w przypadku wydajności pracy, której największą wartość odnotowano w gospodarstwach rozwojowych na glebach dobrych, a następnie w gospodarstwach rozwojowych na glebach bardzo dobrych.

Na podstawie tabeli 2 można poza tym stwierdzić, że zysk z zarządzania dobrze informował o determinacji kierowników gospodarstw w zakresie działalności inwestycyjnej. Niemniej jednak nie tylko on decydował. W oparciu o model probitowy wskazano bowiem pięć innych czynników stojących u podstaw tych decyzji. Trzy z nich miało dodatni wpływ na możliwości inwestycyjne, natomiast pozostałe dwa miały wpływ ujemny. Okazuje się, że o możliwościach

inwestycyjnych gospodarstw świadczy posiadanie przez kierownika gospodarstwa wykształcenia rolniczego, wzrost udziału gruntów dzierżawionych w ogólnej powierzchni użytków rolnych oraz dodatnie saldo sekwestracji dwutlenku węgla w glebie. Natomiast rosnący wiek kierownika gospodarstwa i położenie gospodarstwa na terenach ONW ogranicza inwestowanie.

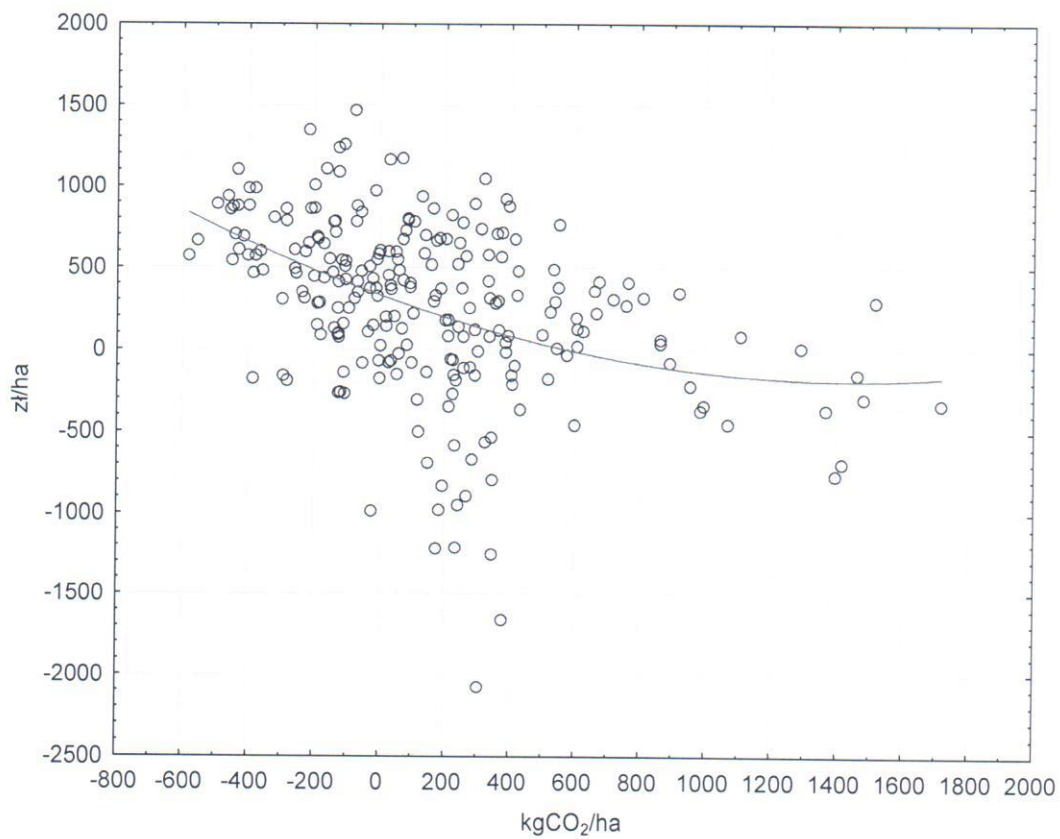
W obecnych czasach dobrze prosperujące gospodarstwo rolne opierać się powinno jednak nie tylko na zdolności generowania dodatniego zysku z zarządzania oraz gotowości do podejmowania decyzji inwestycyjnych, ale również na umiejętności gospodarowania z korzyścią dla stabilności klimatu.

Z wykresu 2 wynika, że zysk z zarządzania jest ujemnie skorelowany z emisją gazów cieplarnianych z gleby i od zwierząt gospodarskich. Sytuacja ta nie zaskakuje, gdyż jak wcześniej wykazano, dobrze zorganizowane i efektywne gospodarstwa stosują zazwyczaj większą masę substytutów nawożenia organicznego w formie przyoranej słomy i nawozów zielonych i w rezultacie sekwestrują na tyle dużo dwutlenku węgla w glebie, że pozwala im to wydatnie ograniczyć lub nawet zrekompensować emisję pozostałych gazów cieplarnianych.

Relacja analizowanego salda emisji i zysku z zarządzania na 1 ha gruntów ornych wskazuje również, że wraz ze spadkiem emisji gazów cieplarnianych z obydwu analizowanych źródeł następował wzrost zysku z zarządzania na 1 ha gruntów ornych, aczkolwiek tylko do pewnej granicy ujemnego salda emisji, powyżej której nie następowała jego dalsza poprawa, a raczej stabilizacja (wykres 2).

Pomiar efektywności ekonomicznej gospodarstw, o której była mowa stanowi jednak tylko warunek konieczny, ale niewystarczający dla bliższej oceny ich efektywności funkcjonowania. Dlatego przedmiotem analizy jest również ocena ich efektywności technicznej. Na podstawie tabeli 3 stwierdzono, że w gospodarstwach specjalizujących się w uprawie zbóż, roślin oleistych i białkowych jakość posiadanych gleb determinuje możliwości ich efektywnego gospodarowania, ale nie jest to regułą. Gospodarstwa o relatywnie dużej efektywności technicznej wystąpiły bowiem niezależnie od posiadanej jakości gleb. Oznacza to, że wiele zależy od samych kierowników gospodarstw, a dokładnie od ich wiedzy z zakresu technologii i techniki w uprawie.

Wykres 2. Relacja zysku z zarządzania i salda emisji gazów cieplarnianych z gleby i zwierząt gospodarskich na 1 ha gruntów ornych w analizowanych gospodarstwach (liczby średnie z lat 2005 – 2010)



$Y=330,445 - 0,7203*x+0,0002*x^2$ , współczynnik korelacji rang Spearmana  $r= - 0,41$   
Źródło: jak w tabeli 1.



Tabela 2. Potencjał produkcyjny w analizowanych gospodarstwach różniących się jakością gleb (liczby średnie z lat 2005 – 2010) (wybrane zmienne)

Wyszczególnienie	Jedn.	Gospodarstwa z glebami:											
		przełęczonymi:				dobrymi:				bardzo dobrymi:			
		rozwojowe	problemowe	schyłkowe	rozwojowe	problemowe	schyłkowe	rozwojowe	problemowe	schyłkowe	rozwojowe	problemowe	schyłkowe
Saldo sekwestracji dwutlenku węgla w glebie	kg CO <sub>2</sub> /ha GO	360,1	171,6	48,7	672,7	355,8	44,9	958,1	496,1	112,7			
Saldo emisji gazów cieplarnianych z gleby i od zwierząt gospodarskich	kg CO <sub>2</sub> /ha GO	54,2	229,2	275,0	-183,5	111,5	438,7	-319,1	18,6	399,3			
Udział gospodarstw na ONW	%	50,0	71,0	87,5	37,9	48,8	66,7	13,3	22,6	20,8			
Wskaźnik względnej dobroci	pkt.	205,8	181,2	171,7	232,8	197,3	162,7	199,8	180,1	154,9			
Wskaźnik bonitacji gleb własnych	-	0,8	0,8	0,7	1,1	1,1	1,1	1,5	1,5	1,5			
Udział gospod. kierowanych przez kier. z wyk. rolniczym	%	69,2	51,6	54,2	55,2	53,7	51,5	80,0	71,0	66,7			
Wiek kierownika gospodarstwa	lata	44,7	46,0	47,7	42,8	46,0	47,5	39,4	41,0	48,0			
Powierzchnia użytków rolnych	ha	129,6	71,5	51,5	204,0	88,5	64,1	74,8	59,0	32,5			
- w tym grunty dzierzawione	%	47,2	35,8	34,1	45,0	37,7	30,9	29,8	28,8	19,4			
Nakłady pracy ogółem na: -gospodarstwo	godz.	3960	3300	2860	5060	3300	3520	3520	3300	3080			
-1 ha użytków rolnych	godz.	30,5	46,1	55,5	24,8	37,3	54,9	47,0	55,9	94,8			
Udział pracy najmniejszej w pracy ogółem	%	7,9	4,0	3,7	26,3	9,4	5,3	8,2	7,1	2,1			
Wartość aktywów/AWU	tys.zł	536,5	370,5	233,6	727,4	573,3	379,7	634,9	424,9	325,2			
Udział zbóż w GO	%	73,8	77,5	81,5	73,0	73,4	72,8	71,2	69,8	70,3			
Udział nawozów zielonych w GO	%	14,7	3,7	3,4	7,5	3,9	1,0	5,4	3,5	1,3			
Koszty ogółem na 1 ha UR, w tym:	tys.zł	1,7	1,8	1,9	2,3	2,3	2,3	2,9	2,3	2,6			
- w tym koszty bezpośrednio na 1 ha UR	tys.zł	0,7	0,8	0,8	1,1	1,1	1,1	1,3	1,0	1,1			
Produktywność ziemi	tys.zł	2,3	2,1	2,0	2,9	2,8	2,5	3,7	2,9	2,9			
Produktywność kapitału	%	40,0	40,0	40,0	50,0	40,0	40,0	60,0	40,0	40,0			
Wydajność pracy	tys.zł/1AWU	165,6	100,1	79,2	257,2	165,2	100,1	173,0	114,0	67,3			
Zysk z zarządzania	tys.zł/gospod	76,5	26,8	11,4	168,8	53,3	-1,1	60,0	15,7	-5,2			
Stopa reprodukcji majątku trwałego	%	8,9	-2,6	-3,7	17,4	4,8	-2,0	9,2	1,5	-5,5			

Źródło: jak w tabeli 1.

Tabela 3. Charakterystyka wskaźnika efektywności technicznej w analizowanych gospodarstwach różniących się jakością gleb w latach 2005 – 2010) (%)

Gospodarstwa	Wielkość:			
	średniej arytmetycznej	minimalna	maksymalna	współczynnika zmienności
Ogółem	80,8	61,4	96,4	9,3
Gleby przeciętne				
Rozwojowe	80,5	69,4	96,4	8,4
Problemowe	79,5	65,0	93,8	8,9
Schyłkowe	76,4	61,4	93,4	10,6
Gleby dobre				
Rozwojowe	84,9	67,7	94,6	8,0
Problemowe	82,0	68,7	95,1	7,1
Schyłkowe	75,7	64,8	90,1	9,1
Gleby bardzo dobre				
Rozwojowe	86,9	76,8	92,7	5,1
Problemowe	83,0	72,9	93,8	7,2
Schyłkowe	79,9	66,7	95,3	10,0

Źródło: jak w tabeli 1.

## 5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

W powszechnej opinii ograniczenie emisji gazów cieplarnianych z rolnictwa uważa się za ważny warunek stabilizacji klimatu. Możliwości ograniczenia tej emisji istnieją też w gospodarstwach specjalizujących się w uprawach polowych, które odgrywają coraz większą rolę w krajowym rolnictwie.

Mając powyższe na uwadze sformułowano następującą hipotezę badawczą: *w gospodarstwach rolnych specjalizujących się w uprawach polowych istnieją możliwości ograniczania emisji gazów cieplarnianych. Wykorzystanie tych możliwości wywiera dodatni wpływ na wyniki ekonomiczne i rozwój gospodarstw, aczkolwiek tylko do pewnej granicy, powyżej której cele te przestają być komplementarne względem siebie.*

Aby dostarczyć niezbędnych liczb do analiz umożliwiających potwierdzenie lub zaprzeczenie prawdziwości przyjętej hipotezy, wykorzystano dane rachunkowe z 254 gospodarstw z uprawami polowymi, które specjalizowały się w produkcji zbóż, roślin oleistych i białkowych i nieprzerwanie prowadziły rachunkowość rolną dla Polskiego FADN w latach 2005 – 2010. Dobór ten objął około 1/4 próby generalnej gospodarstw objętych monitoringiem Polskiego FADN, które specjalizowały się w uprawie zbóż, roślin oleistych i białkowych. Stwierdzono, że

według dziesięciu porównywanych zmiennych, stan analizowanej grupy gospodarstw, był odzwierciedleniem stanu jej próby generalnej.

W pierwszej części analiz podzielono gospodarstwa na dwie podgrupy według salda sekwestracji dwutlenku węgla w glebie. Jedna charakteryzowała się dodatnim saldem sekwestracji dwutlenku węgla w glebie, druga natomiast saldem ujemnym. W drugiej części analiz uwzględniono natomiast nie tylko poziom sekwestracji dwutlenku węgla w glebie, ale również poziom emisji podtlenku azotu oraz metanu z gleby i od zwierząt gospodarskich.

**Pozytywnie została zweryfikowana hipoteza badawcza, że ograniczenie emisji gazów cieplarnianych wpływa dodatnio na efektywne ekonomicznie funkcjonowanie i rozwój gospodarstw specjalizujących się w uprawach polowych, aczkolwiek tylko w określonych granicach.**

Analiza wykazała, że gospodarstwa ograniczające emisję gazów cieplarnianych do atmosfery:

- miały dużą skalę produkcji, dużą wydajność pracy i dużą dodatnią stopę reprodukcji majątku trwałego oraz wyróżniły się korzystnymi efektami ekonomicznymi,
- rzadziej występowały na terenach ONW, co oznacza, że niekorzystne warunki gospodarowania utrudniały możliwości efektywnego gospodarowania i możliwości rozwojowe, ale ich nie wykluczały,
- miały młodszych kierowników i większy był udział tych z przygotowaniem rolniczym, co informuje o większych ich umiejętnościach formalnych. Osoby te miały najprawdopodobniej świadomość negatywnego wpływu prowadzonej produkcji roślinnej bez nawożenia organicznego na zasoby próchnicy w glebie. Powodując się tą wiedzą, mając znaczący udział zbóż w strukturze gruntów ornych i tylko śladową obsadę zwierząt na 1 ha użytków rolnych, zwiększały zasobność gleby w substancję organiczną i ulepszały jej strukturę stosując substytuty nawożenia organicznego. Było to dla nich zapewne jedno z narzędzi – obok dużego technicznego uzbrojenia pracy, korzystania w znaczącym stopniu z obcych czynników produkcji i dużej skali produkcji – umożliwiających im osiągnięcie korzystnej opłaty pracy własnej i gromadzenie środków umożliwiających wzrost wartości posiadanego majątku produkcyjnego oraz jego rozwój, będący ważną przesłanką zapewniającą trwałość funkcjonowania gospodarstw.

Jest do sprawdzenia hipoteza, czy przekroczenie granicy poziomu nawożenia organicznego przy którym przestają rosnać efekty ekonomiczne, wynika z

niewiedzy osób kierujących gospodarstwami, czy też były inne przyczyny tego zjawiska.

Większą emisję gazów cieplarnianych miały natomiast gospodarstwa pozostałe, które:

- miały o kilkadziesiąt procent mniejszą średnią wydajność pracy i kilkakrotnie niższe efekty ekonomiczne od gospodarstw opisywanych wyżej. Mało inwestowały w majątek trwały, a w tych które inwestowały skala tych inwestycji była z reguły niewielka. Były to zazwyczaj tylko drobne inwestycje, które jedynie ograniczały tempo deprecjacji majątku trwałego,
- miały starszych kierowników gospodarstw, a większa ich część nie posiadała wykształcenia rolniczego. Ich umiejętności w zakresie efektywnego gospodarowania były zatem mniejsze, co w części z nich miało swój wyraz w problemach z dostatecznym odtwarzaniem substancji organicznej w glebie i w rezultacie z dodatnim saldem sekwestracji dwutlenku węgla w glebie. Gospodarstwa te przyorywały zazwyczaj resztki poźniwe roślin uprawnych, aczkolwiek część z nich starała się rekompensować ubytek próchnicy w glebie większym nawożeniem azotem mineralnym, co jednak w rezultacie przyczyniało się do większych jego strat w glebie i w konsekwencji do większej emisji podtlenku azotu do atmosfery. Kierownicy charakteryzowanych gospodarstw nie mieli więc wiedzy lub chęci do wykorzystania jednego z bardziej efektywnych narzędzi poprawiających uzyskiwane wyniki ekonomiczne. Ich gospodarstwa miały też mniejsze techniczne uzbrojenie pracy i mniejszą skalę produkcji. W mniejszym też stopniu korzystały z obcych czynników produkcji: donajmu pracy i dzierżawy ziemi. Opis charakteryzowanych gospodarstw wskazuje na ich schyłkowość. Trudno też nazwać je przyjaznymi dla środowiska.

Ta rozprawa nie wyczerpuje wszystkich wątków, składających się na szeroką tematykę możliwości ograniczania w gospodarstwach rolnych emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. Niemniej jednak w rezultacie zastosowania wybranych narzędzi analizy efektywności ekonomicznej, technicznej oraz oceny możliwości inwestycyjnych dowiodła, że możliwe jest efektywne funkcjonowanie gospodarstw rolnych z korzyścią dla stabilności klimatu.

## SPIS TREŚCI ROZPRAWY

<b>ROZDZIAŁ I.</b>	
<b>POSTAWIENIE PROBLEMU.....</b>	<b>5</b>
<b>ROZDZIAŁ II.</b>	
<b>ZNACZENIE ZIEMI, JEJ JAKOŚCI I DBAŁOŚCI O TĘ JAKOŚĆ W UJĘCIU TEORETYCZNYM.....</b>	<b>12</b>
2.1. Ziemia w teorii ekonomii.....	12
2.2. Renta gruntowa w teorii ekonomii.....	20
2.3. Jakość ziemi a możliwości produkcyjne gospodarstw rolnych.....	27
2.4. Znaczenie substancji organicznej w kształtowaniu jakości ziemi.....	32
<b>ROZDZIAŁ III.</b>	
<b>EMISJA GAZÓW CIEPLARNIANYCH I MOŻLIWOŚCI JEJ OGRANICZANIA W GOSPODARSTWACH ROLNYCH.....</b>	<b>39</b>
3.1. Emisja podtlenku azotu (N <sub>2</sub> O) i metanu (CH <sub>4</sub> ).....	41
3.2. Sekwestracja dwutlenku węgla (CO <sub>2</sub> ), jako sposób ograniczania negatywnego wpływu produkcji rolniczej na poziom emisji gazów cieplarnianych do atmosfery.....	48
<b>ROZDZIAŁ IV.</b>	
<b>CEL I METODA BADAŃ.....</b>	<b>55</b>
4.1. Cel, zadania i hipoteza badawcza.....	55
4.2. Metoda badań.....	56
4.2.1. Metoda wyboru obiektów badawczych.....	56
4.2.2. Metody opracowania danych.....	56
4.2.3. Zakres dalszej części pracy.....	85
<b>ROZDZIAŁ V.</b>	
<b>REPREZENTATYWNOŚĆ ANALIZOWANYCH GOSPODARSTW W ODNIESIENIU DO ICH PRÓBY GENERALNEJ OBECNEJ W POLSKIM FADN W LATACH 2005 – 2010.....</b>	<b>86</b>
<b>ROZDZIAŁ VI.</b>	
<b>POTENCJAŁ PRODUKCYJNY, ORGANIZACJA PRODUKCJI ORAZ KOSZTY I WYNIKI GOSPODARSTW SPECJALIZUJĄCYCH SIĘ W UPRAWACH POŁOWYCH A SALDO SEKWESTRACJI DWUTLENKU WĘGLA W LATACH 2005 – 2010.....</b>	<b>89</b>
<b>ROZDZIAŁ VII.</b>	
<b>JAKOŚĆ ZIEMI A EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNA, TECHNICZNA I MOŻLIWOŚCI INWESTYCYJNE GOSPODARSTW SPECJALIZUJĄCYCH SIĘ W UPRAWACH POŁOWYCH ORAZ SALDO EMISJI GAZÓW CIEPLARNIANYCH.....</b>	<b>99</b>
7.1. Jakość ziemi a efektywność ekonomiczna gospodarstw specjalizujących się w uprawach polowych oraz saldo emisji gazów cieplarnianych.....	101

7.2. Jakość ziemi a efektywność techniczna gospodarstw specjalizujących się w uprawach polowych.....	115
7.3. Jakość ziemi a możliwości inwestycyjne gospodarstw specjalizujących się w uprawach polowych.....	120
<b>WNIOSKI</b> .....	128
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	132
<b>ZAŁĄCZNIK</b> .....	150