

Jerzy Kopiński

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

OKREŚLENIE STOPNIA POLARYZACJI ODDZIAŁYWANIA PRODUKCJI ROLNICZEJ NA ŚRODOWISKO NA PODSTAWIE BILANSU AZOTU BRUTTO¹

DETERMINATION OF THE POLARIZATION GRADE OF THE IMPACT OF AGRICULTURAL PRODUCTION ON THE ENVIRONMENT BASED ON GROSS NITROGEN BALANCE

Słowa kluczowe: stopień polaryzacji, zróżnicowanie regionalne, produkcja rolnicza, bilans azotu brutto

Key words: grade of polarization, regional differentiation, agricultural production, gross nitrogen balance

Abstrakt. Dokonano analizy kierunków zmian oraz określenia stopnia polaryzacji sald bilansu azotu brutto w Polsce w układzie terytorialnym, jako wskaźnika oddziaływania produkcji rolniczej na środowisko. Do oceny stopnia zjawiska polaryzacji przyjęto określenie kąta nachylenia prostej linii trendu zmian danej cechy ($a = tga$). Obserwowane między województwami różnice pod względem sald bilansu azotu brutto, mimo że nadal są duże, w analizowanym okresie nie uległy pogłębieniu, a raczej nastąpiła ich niewielka konwergencja (o 5,5°). Wyniki analiz wskazały, że od roku 2006 saldo bilansu azotu brutto w Polsce przekracza na ogół poziom 50 kg N/ha UR. W znacznym stopniu wynika to ze wzrostu intensywności produkcji rolniczej. W województwach: kujawsko-pomorskim, łódzkim i wielkopolskim, w których notowane są bardzo duże nadwyżki bilansowe azotu, należy oczekiwać dużej presji środowiskowej ze strony prowadzonej produkcji rolniczej, wynikającej z nadmiaru tego składnika nawozowego.

Wstęp

Rolnictwo, tak jak wiele innych gałęzi gospodarki, ulega ciągłym przemianom ekonomicznym i strukturalnym, wymuszając procesy dostosowawcze do zmieniających się warunków gospodarowania. Każda gwałtowna zmiana, głównie warunków ekonomicznych, wymusza na rolnikach (właścicielach gospodarstw) podejmowanie decyzji i działań przywracających pożądany dla gospodarstw stan swoistej równowagi ekonomicznej [Józwiak 2013]. Taka sytuacja miała miejsce na początku lat 90. XX wieku, w czasie tzw. transformacji ustrojowej, a następnie po roku 2002 wraz z rozpoczęciem funkcjonowania przedakcesyjnego programu SAPARD i następnie uzyskaniu przez Polskę członkostwa w Unii Europejskiej (UE) [Bułkowska 2011, Chmurzyńska 2011]. Jak podkreśla Józwiak [2013], istotnym elementem zachodzących zmian była i jest polaryzacja sytuacji ekonomicznej gospodarstw rolnych. Na zasadzie sprzężeń zwrotnych oddziałuje ona także na poziom intensywności i strukturę produkcji rolniczej.

Przystąpienie Polski do UE postawiło nowe wyzwania przed ochroną środowiska na obszarach wiejskich dotyczących prawidłowego prowadzenia działalności produkcyjnej [Oszmiańska, Mielcarek 2006]. We współczesnym rolnictwie postindustrialnym coraz większego znaczenia nabierają jego funkcje użyteczności społecznej (będące odzwierciedleniem relacji zachodzących pomiędzy wartością środowiska – jako dobra publicznego – a wartością prowadzonej w tym środowisku produkcji rolniczej) [Fotyma i in. 2010, Zegar 2013]. Efekty zachodzących przeobrażeń technologiczno-organizacyjnych w rolnictwie ujawniają się w mierzalny sposób w zmianie wskaźników żyzności gleby oraz w składzie wód gruntowych czy jakości powietrza, wywierając

¹ Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.5 programu wieloletniego 2011-2015 IUNG-PIB

tym samym wpływ na zmiany efektywności środowiskowej, będącej ważnym wyznacznikiem konkurencyjności [Bieńkowski i in. 2014].

Potencjalny stan oddziaływania działalności rolniczej na środowisko, jako skutek określonej intensywności gospodarowania, można ocenić na podstawie bilansu azotu brutto [Kopiński 2006], który jest jednym z podstawowych wskaźników agrośrodowiskowych [Kopiński 2010]. Wskazuje on na potencjalny stopień obciążenia środowiska tym biogenem.

Pomimo że ocena zmian w produkcji rolniczej jest niejednoznaczna, zwłaszcza w odniesieniu do skutków realizacji celów ekonomicznych i środowiskowych [Zegar 2013, Kuś 2010], obecnie niewątpliwie coraz większy wpływ wywierają procesy koncentracji i specjalizacji produkcji [Kuś 2013], zachodzące w warunkach dużego zróżnicowania regionalnego [Kopiński, Krasowicz 2010], z tendencją do ich pogłębienia (polaryzacji) [Kopiński 2013, Zięta 2009].

Celem pracy było wskazanie kierunków i określenie stopnia polaryzacji oddziaływania produkcji rolniczej na środowisko w Polsce w układzie terytorialnym, na podstawie zmian sald bilansu azotu brutto.

Material i metodyka badań

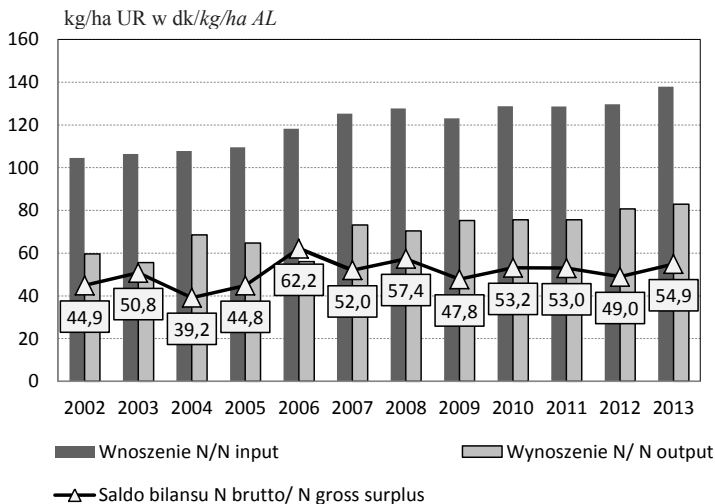
Badania i analiza miały charakter kameralny. Podstawowe źródło informacji stanowiły dane statystyczne GUS [*Środki produkcji... 2002-2013, Użytkowanie gruntów... 2002-2013, Produkcja upraw... 2003-2014, Zwierzęta gospodarskie... 2014*]. Analizą objęto zmiany sald bilansu azotu brutto w latach 2002-2013, sporządzonego według metody zaproponowanej przez Organizację Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) i Eurostat [Kremer 2013]. Z punktu widzenia oceny oddziaływania na środowisko najbardziej istotna jest wielkość salda bilansu rozumianego jako różnica pomiędzy dopływem składników na powierzchnię użytkowaną rolniczo w nawozach mineralnych i naturalnych łącznie z wielkością emisji związków do powietrza w trakcie procesów produkcji rolniczej [*Greenhouse Gas... 2014*], a także wprowadzanych z materiałem siewnym (sadzeniowym) oraz w opadzie z atmosfery [GIOŚ 2014] i wiązanych biologicznie. Po stronie rozchodowej bilansu brutto uwzględnia się ilości składnika w plonach głównych roślin zbieranych z gruntów ornych i użytków zielonych oraz w dających się określić zbieranych plonach ubocznych i poplonów. Saldo bilansu azotu netto jest więc pomniejszone o emisję jego związków (NO_x), tzw. „strat” gazowych ” [Kopiński 2014b].

Ocenę zjawiska polaryzacji przeprowadzono porównując średnie zmiany sald bilansu azotu brutto w odniesieniu do 1 ha UR w dk (według definicji GUS – użytki rolne w dobrej kulturze (użytkowane rolniczo) dla poszczególnych województw Polski², pomiędzy latami 2002-2004 a 2011-2013. Jako wskaźnik oceny stopnia zjawiska polaryzacji, opisującego zmiany danej cechy pomiędzy porównywanymi obiektami [Geodecki 2006] przyjęto tangens kąta nachylenia prostej $y = ax + b$ (linii trendu zmian danej cechy) do osi (wielkość bezwzględna danej cechy), gdzie $a = \text{tga}$. Szczegółowa metodyka ujmująca w ten sposób polaryzację została opisana w pracy Kopińskiego [2013].

Wyniki badań i dyskusja

W Polsce w latach 2002-2013 saldo bilansu azotu brutto zmieniało się w przedziale od 39,2 do 62,2 kg N/ha UR w dk (rys. 1). Należy zauważyć, że po roku 2006 saldo to na ogół znajduje się powyżej poziomu 50 kg N/ha UR. Powodem rekordowo wysokiego, jak na polskie warunki, salda w 2006 roku były bardzo niekorzystne warunki pogodowe (susza) [Kopiński i in. 2013]. Wysoki poziom salda jest w znacznym stopniu wynikiem wzrostu intensywności produkcji roślinnej, mierzonej zużyciem azotowych nawozów mineralnych [Jadczyzyn, Kopiński 2013], a jednocześnie zbyt małego tempa wzrostu wydajności jednostkowej produkcji roślinnej [Kopiński

² Przyjęte skróty nazw województw: DLN – dolnośląskie, KUJ – kujawsko-pomorskie, LUB – lubelskie, LUS – lubuskie, LOD – łódzkie, MLP – małopolskie, MAZ – mazowieckie, OPL – opolskie, PDK – podkarpackie, PDL – podlaskie, POM – pomorskie, SLS – śląskie, SWT – świętokrzyskie, WAM – warmińsko-mazurskie, WLP – wielkopolskie, ZAP – zachodniopomorskie.



Rysunek 1. Wyniki bilansu azotu brutto dla Polski w latach 2002-2013

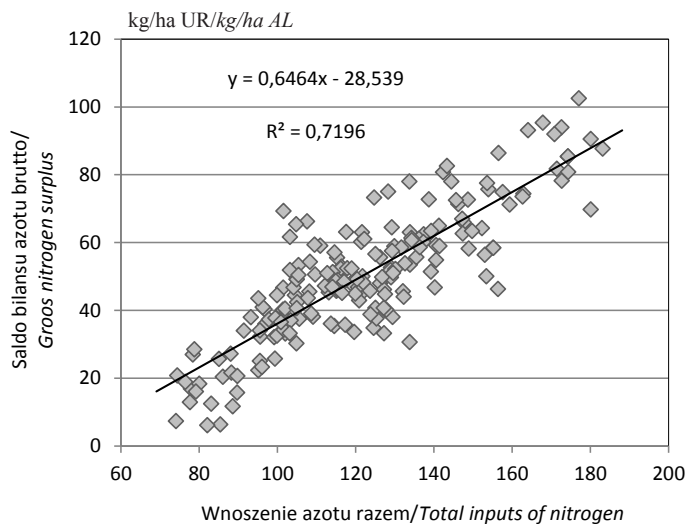
Figure 1. Results of gross nitrogen balance for Poland in 2002-2013

Źródło: opracowanie własne
Source: own study

2010, 2014a]. Ta wzrostowa tendencja sald bilansu azotu w Polsce jest odwrotna niż w większości krajów UE-15. Należy podkreślić, że w krajach intensywnego rolnictwa nadwyżki bilansowe często przekraczały poziom 100 kg N/ha UR [Environmental indicators... 2006].

Z analizy statystycznej wynika, że wielkość salda bilansu azotu brutto jest silnie uzależniona od jego strony przychodowej (rys. 2), w której nawożenie mineralne ma 50-60% udziału [Gaj, Bellaloui 2012, Kopiński 2006]. Łagodząco na kształtowanie salda bilansu azotu i wielkości emisji jego związków gazowych oddziałuje w ostatnich latach stabilizacja lub spadek pogłowia poszczególnych grup zwierząt inwentarskich.

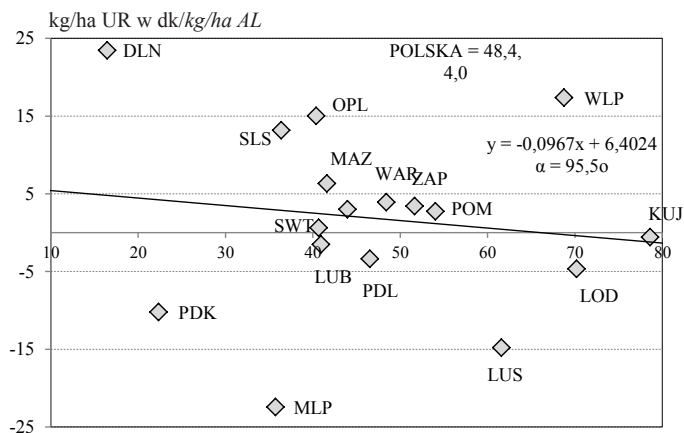
W Polsce w latach 2009-2011 saldo bilansu azotu brutto wynosiło średnio 52,4 kg N/ha UR w dk, po wzroście o 4 kg w porównaniu do okresu 2002-2004. O ile saldo bilansu azotu i jego poszczególne elementy były silnie zróżnicowane regionalnie [Kopiński, Krasowicz 2010, Kopiński 2014a], o tyle obecnie istniejące różnice regionalne sald azotu ulegają jednak zmniejszeniu (rys. 3). Obliczony dla danego okresu stopień zmian ($95,5^\circ$) wskazuje na zachodzącą konwergencję pomiędzy regionami pod względem oddziaływania środowiskowego produkcji rolniczej.



Rysunek 2. Regresja prosta przedstawiająca zmianę salda bilansu azotu w województwach Polski w latach 2002-2013 w zależności od jego wnoszenia razem

Figure 2. Simple regression between gross nitrogen surplus of Polish voivodeships in 2002-2013 years and total inputs

Źródło: opracowanie własne
Source: own study



Rysunek 3. Wielkość zmian sald bilansu azotu brutto pomiędzy średnimi z lat 2002-2004 a 2011-2012 (oś OY) w odniesieniu do sald bilansu azotu brutto z lat 2002-2004 (oś OX) w województwach Polski oraz stopień nachylenia linii trendu tych zmian (polaryzacji)

Figure 3. Size of changes gross nitrogen surplus between average of 2002-2004 and 2010-2012 years (OY axis) for level of surplus of 2002-2004 years (OX axis) in Polish voivodeships and the degree of slope of the trend line changes (polarization)

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Produkcja upraw... 2003-2014, Środki produkcji... 2003-2014, Użytkowanie gruntów... 2002-2013, Zwierzęta gospodarskie... 2014, Greenhouse Gas... 2014, GIOŚ 2014], Source: own study based on [Produkcja upraw... 2003-2014, Środki produkcji... 2003-2014, Użytkowanie gruntów... 2002-2013, Zwierzęta gospodarskie... 2014, Greenhouse Gas... 2014, GIOŚ 2014]

W ostatnich latach bardzo duże nadwyżki bilansowe azotu występują w województwach kujawsko-pomorskim, łódzkim i wielkopolskim, w których należy oczekiwać dużej presji na środowisko ze strony nadmiaru azotu, chociaż tylko w Wielkopolsce nastąpiło dalsze jej pogłębienie. W aspekcie środowiskowym konsekwencją tego jest migracja niewykorzystanych w procesie produkcji składników nawozowych do wód powierzchniowych i gruntowych. Z badań monitoringowych prowadzonych przez Jadczyżyn i Kopińskiego [2013] wynika, że w latach 2008-2011 tylko w województwie wielkopolskim stężenie azotanów w wodach glebowo-gruntowych na głębokości około 90 cm przewyższało poziom 50 mg NO₃/dm³, co skutkuje tym, że należy uznać je za zanieczyszczone azotanami. Wyniki tych badań wskazują na znaczący wpływ prowadzonej produkcji rolniczej województw centralnej Polski na środowisko wodne. Potwierdza to także środowiskowa ocena rozwoju rolnictwa dokonana przez Bieńkowskiego i współautorów [2013].

Pomiędzy porównywanymi okresami nastąpił wyraźny wzrost salda bilansu azotu brutto także w województwie dolnośląskim, które wcześniej wyróżniało się bardzo dobrym, efektywnym wykorzystaniem tego składnika nawozowego. W analizowanym okresie jedynie w trzech województwach, tj. lubuskim, małopolskim i podkarpackim, nastąpiło wyraźne zmniejszenie nadwyżki bilansowej. Wiązać to należy z niskim plonowaniem roślin w większości uprawianych bardzo ekstensywnie, ale także z odchodzeniem od produkcji zwierzęcej. W województwach małopolskim i podkarpackim saldo bilansu azotu brutto było niepokojąco niskie i znajdowało się na poziomie zbliżonym do szacowanego opadu azotu z atmosfery (około 11,5 kg N/ha UR) [GIOŚ 2014]. Utrzymywanie tego stanu w długim okresie może prowadzić do spadku żyzności gleb, a następnie ich degradacji.

Analiza zmian sald bilansu azotu brutto potwierdza jego znaczenie jako wskaźnika agrosrodowiskowego w ocenie kierunków i stopnia oddziaływania prowadzonej produkcji rolniczej. Analiza wskazała na brak zachodzącej polaryzacji regionalnych sald bilansu azotu brutto w Polsce, pomimo istniejących różnic pod względem organizacyjno-produkcyjnym i środowiskowym, a także nasilających się procesów specjalizacji i koncentracji produkcji rolniczej.

Wnioski

1. Od roku 2006 saldo bilansu azotu brutto w Polsce na ogół przekracza 50 kg N/ha UR w dk, a w ostatnich trzech latach wynosiło średnio 52,4 kg. Kształtująca się tendencja sald bilansu azotu w Polsce, wynikająca ze wzrostu intensywności produkcji roślinnej, jest przeciwstawna do większości krajów UE-15.
2. Przeprowadzona analiza wskazuje na silną zależność mierzoną wskaźnikiem determinacji, wielkości salda bilansu azotu brutto od jego strony przychodowej, w której największe znaczenie ma poziom nawożenia mineralnego.
3. Pomiędzy latami 2002-2004 a 2011-2013 nastąpiło zmniejszenie istniejących różnic regionalnych sald bilansu azotu brutto ($\alpha = 95,5^\circ$), jako wskaźnika oddziaływania produkcji rolniczej na środowisko.
4. Obecnie bardzo duże nadwyżki bilansowe azotu występują w województwach kujawsko-pomorskim, łódzkim i wielkopolskim, w których należy oczekiwać dużej presji na środowisko ze strony nadmiaru azotu, ale jedynie w Wielkopolsce nastąpiło dalsze jej pogłębienie.
5. W województwach małopolskim i podkarpackim salda bilansu azotu brutto są najniższe w Polsce, a samorzutna ekstensyfikacja rolnictwa w tych województwach w ostatnich 10 latach spowodowała ich obniżenie do poziomu opadu z atmosfery (ok. 11,5 kg N/ha UR).

Literatura

- Bułkowska M. 2011: *Efekty WPR w odniesieniu do rolnictwa*, [w:] M. Wigier (red.), *Analiza efektów realizacji polityki rolnej wobec rolnictwa i obszarów wiejskich*, IERiGŻ-PIB (PW 2011-2014), Warszawa, nr 26, 56-80.
- Bieńkowski J.F., Jankowiak J., Holka M., Dąbrowicz R. 2013: Środowiskowa ocena rozwoju rolnictwa w Polsce w ujęciu regionalnym, *Rocz. Nauk. SERiA*, t. XV, z. 1, 97-103.
- Chmurzyńska K. 2011: *Efekty WPR w odniesieniu do obszarów wiejskich*, [w:] M. Wigier (red.) *Analiza efektów realizacji polityki rolnej wobec rolnictwa i obszarów wiejskich*. IERiGŻ-PIB (PW 2011-2014), Warszawa, nr 26, 37-55.
- Environmental indicators for agriculture*. 2006: OECD Publication Service, Paris, vol. 4, Chapter 3, 20.
- Fotyma M., Igras J., Kopiński J., Podyma W. 2010: *Ocena zagrożeń nadmiarem azotu pochodzenia rolniczego w Polsce na tle innych krajów europejskich*, *Studia i Raporty IUNG-PIB*, nr 20, 53-75.
- Gaj R., Bellaloui N. 2012: *Evaluation of phosphorus and nitrogen balances as an indicator for the impact of agriculture on environment: A comparison of a case study from Poland and Mississippi US*, *Agricultural Science*, vol. 3, nr 2, 317-329.
- Geodecki T. 2006: *Procesy konwergencji i polaryzacji w regionach Unii Europejskiej*, *Zesz. Nauk. AE w Krakowie*, nr 714, 75-91.
- GIOS [online]. 2014: <http://www.gios.gov.pl/chemizm2010/index.html>, http://www.gios.gov.pl/zalaczniki/artykuly/Informacja_o_realizacji_zadan_IOS_2013.pdf, dostęp 20.10.2014.
- Greenhouse Gas Inventory for 1988-2012*. 2014: Poland's National Inventory Reports, IOŚ, KOBiZE, Warszawa, 417.
- Jadczyszyn T., Kopiński J. 2013: *Nawożenie azotem w Polsce – aspekt produkcyjny i środowiskowy*, *Studia i Raporty IUNG-PIB*, z. 34(8), 125-143.
- Józwiak W. 2013: *Warunki gospodarowania oraz zmiany zachodzące w rolnictwie w latach 1989-2010*, [w:] W. Józwiak, W. Ziętara (red.), *Zmiany zachodzące w gospodarstwach rolnych w latach 2002-2010*, *PSR 2010*, Warszawa, 7-23.
- Kopiński J. 2006: *Bilans azotu (N) brutto w rolnictwie Polski na tle krajów należących do OECD*, *Nawozy i nawożenie*, nr 1(26), 112-122.
- Kopiński J. 2010: *Bilans azotu brutto, jako agrośrodowiskowy wskaźnik zmian intensywności produkcji rolniczej w Polsce*, *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. Olsztyn*, z. 547, 185-191.
- Kopiński J. 2013: *Stopień polaryzacji intensywności i efektywności produkcji rolniczej w Polsce w ostatnich 10 latach*, *Rocz. Nauk. SERiA*, t. XV, z. 1, 97-103.
- Kopiński J. 2014a: *Agrośrodowiskowe skutki zmian produkcji rolniczej w Polsce*. *Studia Ekonomiczne i Regionalne*. Wyd. PSW im JP II, Biała Podlaska (w druku).
- Kopiński J. 2014b: *Opracowanie metody badań służącej do określenia optymalnych sald głównych składników nawozowych (N, P, K) w ujęciu wojewódzkim w latach 2011-2013*, *Ekspertyza na potrzeby IERiGŻ-PIB*, Puławy, 20.

- Kopiński J., Krasowicz S. 2010: *Regionalne zróżnicowanie warunków produkcji rolniczej w Polsce*, Studia i Raporty IUNG-PIB, Puławy, nr 22, 9-29.
- Kopiński J., Nieróbca A., Ochal P. 2013: *Ocen wpływu warunków pogodowych i zakwaszenia gleb w Polsce na kształtowanie produktywności roślinnej*, Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, t. 13, z. 2(42), 53-63.
- Kremer A. 2013: *Nutrient Budgets EU-27, Norway, Switzerland. Methodology and Handbook*, Eurostat/OECD, EC Eurostat, Luxembourg (ver. 1.02, dat. 17.05.2013), 112.
- Kuś J. 2010: *Produkcyjne i siedliskowe konsekwencje zmian w produkcji rolniczej w Polsce*, Studia i Raporty IUNG-PIB, Puławy, nr 22, 65-85.
- Kuś J. 2013: *Specjalizacja gospodarstw rolnych i jej konsekwencje produkcyjne, ekonomiczne i siedliskowe*, Studia i Raporty IUNG-PIB, Puławy, nr 32, 167-185.
- Oszmiańska M., Mielcarek M. 2006: *Ochrona środowiska w gospodarstwach chłopskich*, Zesz. Nauk. AR, Rolnictwo, LXXXVII, Wrocław, nr 540, 409-414.
- Produkcja upraw rolnych i ogrodniczych w 2002...2013 roku*. 2003-2014: GUS, Warszawa.
- Środki produkcji w rolnictwie w roku gospodarczym 2001/2002...2012/2013*. 2003-2014: GUS, Warszawa.
- Użytkowanie gruntów, powierzchnia zasiewów i pogłowie zwierząt gospodarskich w 2002, ... 2013 roku*. 2002-2013: GUS, Warszawa.
- Zegar J.S. 2013: *Konkurencyjność celów ekologicznych i ekonomicznych w rolnictwie*, [w:] J.S. Zegar (red.), *Z badań nad rolnictwem zrównoważonym (20)*, IERiGŻ-PIB (PW 2011-2014), Warszawa, nr 93, 28-46.
- Ziętara W. 2009: *Tendencje zmian w produkcji mleka w Polsce*, Roczn. Nauk Rol., Warszawa, seria G, t. 96, z. 1, 27-35.
- Zwierzęta gospodarskie w 2013 roku*. 2014: GUS, Warszawa.

Summary

The paper analyzes the change of trends and determine the degree of the territorial polarization of gross nitrogen balance in Poland, as an indicator of the impact of agricultural production on the environment. To assess the degree of territorial polarization the inclination angle of the trend line of attributes change was adopted ($a = \text{tga}$). The observed differences in gross nitrogen balance between regions are still significant, however in the analyzed time period they were not worsened, but even got a small convergence of about 5.5°. The results of the analysis showed that since 2006, the surplus of gross nitrogen balance in Poland in general exceeds the level of 50 kg N/ha AL. It is mostly due to the increased intensity of agricultural production. In the regions of: Kujawsko-Pomorskie, Lodz and Wielkopolska, which have a very high surpluses of nitrogen balance, high environmental pressure from agricultural production resulting from the excess of nitrogen fertilization should be expected.

Adres do korespondencji
dr inż. Jerzy Kopyński
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach
Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel. (81) 886 34 21, w. 359
e-mail: jkop@iung.pulawy.pl