

Jerzy Kopiński

BILANS AZOTU BRUTTO
AGROŚRODOWISKOWY
WSKAŹNIK ODDZIAŁYWANIA
ROLNICTWA
NA ŚRODOWISKO

OPIS METODYKI I OMÓWIENIE
WYNIKÓW BILANSU NA POZIOMIE
NUTS-0 (POLSKA) I NUTS-2
(WOJEWÓDZTWA)

MONOGRAFIE
I ROZPRAWY
NAUKOWE

55

BILANS AZOTU BRUTTO – AGROŚRODOWISKOWY WSKAŹNIK ODDZIAŁYWANIA ROLNICTWA NA ŚRODOWISKO

OPIS METODYKI I OMÓWIENIE WYNIKÓW BILANSU NA POZIOMIE NUTS-0 (POLSKA) I NUTS-2 (WOJEWÓDZTWA)

Streszczenie

Słowa kluczowe: bilans azotu brutto, efektywność wykorzystania azotu, wskaźnik agrośrodowiskowy, produkcja rolnicza, regionalne zróżnicowanie

Monografia jest pierwszym syntetycznym, całościowym opracowaniem opisującym metodykę bilansu azotu brutto uwzględniającą uwarunkowania polskiego rolnictwa. W odniesieniu do innych metod często nazywana była do roku 2003 metodą „na powierzchni pola”. Natomiast od 2011 r. określana jest także jako budżet azotu brutto. W ciągu wielu lat ulegała ona w poszczególnych elementach pewnym modyfikacjom, jednak ogólne jej założenia (schemat sporządzania bilansu) pozostawały niezmiennie. Dlatego wciąż jest ona powszechnie stosowa i wymagana przez wszystkie kraje członkowskie należące do organizacji i instytucji między- i ponadnarodowych, tj. OECD i UE (Eurostat). Polska, jako członek tych organizacji, jest zobligowana od wielu lat do prowadzenia prac i analiz dotyczących bilansu azotu brutto według tej metody. Przekazanie odbiorcom zainteresowanym tą problematyką (m.in. GUS, MRiRW) szczegółowego opisu stosowanej w Polsce metodyki i wyników analiz bilansu azotu brutto uwzględniających krajową specyfikę stanowiło główną przesłankę opracowania tej monografii.

Celem pracy było także przedstawienie wykorzystania metody bilansu azotu brutto do pośredniej oceny oddziaływania rolnictwa na środowisko przyrodnicze na poziomie kraju (Polska) (NUTS-0) i regionów (województw) (NUTS-2), uwzględniając uwarunkowania produkcji rolniczej. W monografii zostały szczegółowo omówione poszczególne elementy składowe i wynikowe bilansu azotu brutto w Polsce na przełomie XX i XXI w. w aspekcie zróżnicowania regionalnego rolnictwa.

Ponieważ zasadniczo praca ta ma w znacznym stopniu charakter metodyczny, w każdym z podrozdziałów, które dotyczyły poszczególnych elementów składowych metody bilansu azotu brutto, opisano równaniami sposoby kalkulacji oraz podano podstawę pozyskania danych (materiałów) źródłowych. Podstawowym źródłem informacji były na ogół dane statystyczne GUS, GIOŚ i KOBiZE oraz materiały metodyczne OECD/Eurostat i wyniki badań własnych prowadzonych w IUNG-PIB w Puławach. W badaniach wykorzystano analizę struktury zjawisk (cech) oraz dynamiki zmian w ujęciu bezwzględnym, procentowym lub opisaną równaniem trendu. W odniesieniu do kraju analiza obejmowała najczęściej okres 31 lat, tj. 1985–2015. W przestrzennej analizie porównawczej wskaźniki dla poszczególnych województw skonfrontowano ze średnimi dla Polski, jako układem odniesienia. Dane dla województw były prezentowane jako średnia z trzech lat, będących okresem minimum do pełnej i właściwej oceny sald bilansu.

W rozdziale 3 monografii przedstawiono schemat i opis obiegu azotu w rolnictwie, jako podstawowego składnika budulcowego (pierwiastka życia) biorącego udział we wszystkich

procesach metabolicznych roślin, zwierząt i ludzi. Poza funkcjami produkcyjnymi, żywieniowymi w rolnictwie składnik ten, a głównie jego związki (biogeny), wpływając z obiegu produkcji rolniczej, stanowią poważne zagrożenie środowiskowe. Oddziałują na stan jakości wód gruntowych i powierzchniowych, atmosfery, gleb, a dalej roślin, zwierząt i ludzi. Stąd wynika potrzeba rozeznania i kontroli przepływów azotu w obiegu produkcji rolniczej.

W części rozdziału 4 dokonano ogólnego opisu metodyki bilansu azotu brutto. W metodzie tej po stronie przychodów uwzględnia się ilość składnika w nawozach mineralnych i naturalnych (na stanowisku utrzymania zwierząt), ilość wprowadzaną z materiałem siewnym (sadzeniakowym), a także opad azotu z atmosfery i jego wiązanie biologiczne. Po stronie rozchodów uwzględnia się natomiast ilości składników w plonach głównych i ubocznych roślin, poplonach zbieranych z gruntów ornych oraz plonach trwałych użytków zielonych. Saldo bilansu azotu brutto w stosunku do salda netto jest powiększone o wielkość emisji.

Z przeprowadzonych dotychczas analiz bilansu azotu brutto wynika, że na zmiany salda bilansu azotu brutto i jego poszczególnych elementów dość duży wpływ miały czynniki kształtujące warunki organizacyjno-ekonomiczne polskiego rolnictwa. W tym względzie duże znaczenie (wpływ) wywarły przemiany społeczno-polityczne i gospodarcze w okresie tzw. transformacji ustrojowej na przełomie lat 80. i 90., a następnie przystąpienie (akcesja) Polski do struktur Wspólnoty Europejskiej (WE) w 2004 r.

Azot zawarty w stosowanych nawozach mineralnych jest najważniejszym źródłem dopływu do gleb użytkowanych rolniczo, a jego udział w przychodowej stronie bilansu w latach 2013–2015 wynosił blisko 60%. Tak znacząca (dominująca) pozycja nawożenia mineralnego jest potwierdzeniem dużego wpływu stosowanych nawozów mineralnych zarówno na efektywność ekonomiczną, jak i na sferę ekologiczną. W strukturze zużycia mineralnych nawozów azotowych w Polsce dominują nawozy mające formy amonowe (NH_4^- i NH_2^-) sprzyjające zakwaszaniu gleb i obniżaniu ich produktywności. Rzutują one zatem na efektywność nawożenia. Ze względów produkcyjnych, ale też środowiskowych niekorzystnym zjawiskiem jest także stale poszerzający się na rzecz azotu stosunek (relacja) składników nawozowych N:P:K. Poziom zużycia azotu w nawozach mineralnych na przestrzeni analizowanych 31 lat ulegał dość znacznym zmianom. Od 1993 r. w Polsce obserwujemy trend wzrostu intensywności produkcji mierzony przyrostem zużycia azotu w nawozach azotowych. Po roku 2007 roczne zużycie azotu (N) w mineralnych nawozach azotowych w Polsce przekroczyło poziom 1 mln t N, a jednostkowe zużycie w okresie ostatnich 8 lat oscyluje na ogół w przedziale 70–80 kg·ha⁻¹ UR w dobrej kulturze (dk). Średnioroczny przyrost zużycia nawozów w Polsce od początku XXI w. przekraczał 2,5 kg·N ha⁻¹ UR w dk (podrozdział 4.1.2). Ten dynamiczny wzrostowy trend intensywności produkcji w ostatnich latach sprzeczny jest z tendencjami mającymi miejsce w krajach UE.

Wielkość zużycia nawozów mineralnych w Polsce jest w dużej mierze uwarunkowana zróżnicowaną strukturą obszarową i poziomem organizacyjno-ekonomicznym gospodarstw rolnych. Różnice poziomu intensywności produkcji, mierzonej zużyciem azotu, ale także innych wskaźników charakteryzujących rolnictwo, między województwami (NUTS-2) są często ponad dwukrotne. Najbardziej intensywna produkcja roślinna prowadzona jest w Polsce zachodniej, gdzie zużycie azotu w nawozach mineralnych wynosi ponad 90 kg N·ha⁻¹ UR w dk. Natomiast w województwach podkarpackim i małopolskim, z dominującym typem rolnictwa ekstensywnego, nie przekracza w ostatnich latach 46 kg N·ha⁻¹ UR w dk. Istniejące pod tym względem różnice uległy w ostatnich 12 latach pogłębieniu (polaryzacji).

Drugim obok nawożenia mineralnego znaczącym źródłem dopływu azotu do obiegu w systemie produkcji rolniczej są nawozy naturalne. Są one często niesłusznie pomijane jako źródło zaopatrzenia roślin w składniki nawozowe. W metodyce bilansu podstawą obliczeń azotu brutto są szacunki ilości azotu w nawozach naturalnych, łącznie z wielkością emisji związków na podstawie znajomości stanów pogłowia zwierząt w poszczególnych kategoriach użytkowych. O wielkości produkcji nawozów naturalnych, w tym przepływach azotu w systemie produkcji rolniczej, decyduje obsada i struktura pogłowia oraz system utrzymania zwierząt gospodarskich. W Polsce w ostatnich kilkunastu latach obserwujemy dynamiczne spadki pogłowia świń, owiec i kóz oraz koni (od roku 2002 wynoszące ok. 40%). Natomiast stan pogłowia bydła zasadniczo nie zmienił się, a pogłowie drobiu w tym okresie uległo zwiększeniu. Obsada zwierząt gospodarskich w Polsce w latach 2002–2015 mieściła się w przedziale 45–50 DJP·100 ha⁻¹ UR w dk (podrozdział 4.3.2). Łączna globalna wielkość azotu w nawozach naturalnych (razem z emisją) wprowadzana do obiegu systemu produkcji rolniczej, szacowana na podstawie bilansu brutto, mieści się w ostatnich latach w przedziale ok. 500–550 tys. ton. W latach 2002–2015 na stanowiskach utrzymania zwierząt generowane było ok. 37 kg N w odniesieniu do jednostki powierzchni gruntów użytkowanych rolniczo, z czego ok. 13 kg N·ha UR⁻¹ emitowane było w związkach gazowych do atmosfery. Na poziomie NUTS-2 największe ilości azotu pochodzącego z produkcji zwierzęcej generowane są w województwach, w których produkcja ta ma największe znaczenie, tj. w wielkopolskim i podlaskim (blisko 60 kg N·ha⁻¹ UR).

Pozostałe źródła dopływu azotu, tj. w opadzie atmosferycznym i biologiczne wiązanie azotu cząsteczkowego oraz azot wnoszony w materiale siewnym i sadzeniowym stanowią mało znaczącą pozycję w strukturze przychodowej strony bilansu (mniej niż 20%).

W latach 2002–2015 całkowity przychód azotu w Polsce mieścił się w przedziale od 100 do 124 kg N·ha⁻¹ UR w dk. Natomiast całkowite wynoszenie azotu z powierzchni użytkowanej rolniczo znajdowało się w przedziale 60–90 kg N·ha⁻¹ UR w dk.

Od roku 1989 decydującą pozycję w odpływie azotu stanowią zbiory głównych roślin towarowych. W latach 2011–2015 ze zbiorami tej grupy użytkowej roślin wynoszone było przeciętnie ok. 58% całkowitych ilości azotu. Przede wszystkim jest to wynik zmian struktury użytkowania gruntów, a także powierzchni zasiewów. Pozytywnie należy ocenić znaczny wzrost w Polsce produktywności ziemi użytkowanej rolniczo mierzonej ilością wynoszonego azotu ze wszystkich źródeł, tj. w zbiorach roślin towarowych, zbieranych na paszę i plonach ubocznych. Ta wzrostowa tendencja szczególnie mocno zaznaczyła się jednak dopiero w ciągu ostatnich 12 lat. W roku 2014 ilość azotu wynoszonego w zbiorach roślin towarowych po raz pierwszy przekroczyła w Polsce poziom 50 kg N·ha⁻¹ UR w dk.

Generalnie saldo bilansu azotu brutto w Polsce kształtujące się w ostatnich latach, tj. 2013–2015, na poziomie ok. 48 kg·ha⁻¹ UR w dk należy ocenić pozytywnie. Saldo to, mimo wahań, w odniesieniu do lat 2002–2004 nie uległo praktycznie zasadniczym zmianom. Natomiast całkowity przychód azotu (brutto), w latach 2013–2015, wykorzystywany był w 64%. Z przeprowadzonej analizy statystycznej wynika, że efektywność wykorzystania azotu jest dość silnie ujemnie skorelowana z saldem bilansu brutto ($R^2 = 0,83$).

Znaczne zróżnicowanie regionalne sald bilansu azotu brutto, jak i jego poszczególnych elementów pokazało potencjalną skalę zróżnicowanego oddziaływania (presji) rolnictwa na stan środowiska. W ostatnich latach bardzo duże nadwyżki bilansowe azotu występowały w województwach kujawsko-pomorskim, wielkopolskim (ponad 70 kg·ha⁻¹ UR w dk) i w nieco mniejszym stopniu w łódzkim, w których to mogła występować duża presja na

środowisko ze strony produkcji rolniczej. Spośród nich jedynie w Wielkopolsce nastąpił w ostatnich kilkunastu latach dalszy wzrost nadwyżki bilansowej. Korzystna pod tym względem wydaje się sytuacja w województwach małopolskim i podkarpackim, w których mała presja ze strony związków azotu (biogenów) była okupiona małymi plonami roślin.

Jednak „samorzutna” ekstensyfikacja rolnictwa, jaka zachodzi w tych województwach w ostatnich kilkunastu latach w dłuższej perspektywie może prowadzić do spadku żyzności gleb, a w konsekwencji do ich degradacji. Cele produkcyjne (plony roślin) w relacji do celów środowiskowych (umiarkowane saldo bilansu i dobre wykorzystanie dopływającego azotu), oceniane przez pryzmat wyników bilansu azotu, są obecnie najlepiej łączone w województwach: dolnośląskim, opolskim i zachodniopomorskim.

Dokonana analiza zmian bilansu azotu brutto na przestrzeni wielu lat umożliwiła śledzenie kierunków, trendów przeobrażeń strukturalnych i organizacyjno-produkcyjnych zachodzących w polskim rolnictwie, uwzględniając jego zróżnicowanie na poziomie podziału administracyjno-terytorialnego (NUTS-2). Potwierdziła także znaczenie i użyteczność stosowania metody bilansu azotu brutto, jako ważnego źródła informacji o oddziaływaniu rolnictwa na środowisko (gleby, wodę, powietrze), w podejmowaniu właściwych decyzji gospodarczych.

W podsumowaniu podkreślono, że wykorzystanie metody bilansu azotu brutto do oceny oddziaływania rolnictwa na środowisko wymaga gromadzenia danych na odpowiednich poziomach zarządzania oraz ich stałej aktualizacji z uwagi na dużą dynamikę i wielokierunkowość zachodzących zmian.

GROSS NITROGEN BALANCES – AGRI-ENVIRONMENTAL INDICATOR OF THE IMPACT OF AGRICULTURE ON THE ENVIRONMENT

DESCRIPTION OF METHODOLOGY AND DISCUSSION OF THE RESULTS OF BALANCE ON THE LEVEL NUTS-0 (POLAND) AND NUTS-2 (VOIVODESHIPS)

Summary

Key words: gross nitrogen balance, efficiency of nitrogen use, agri-environmental indicator, agricultural output, regional differentiation

This monograph is the first synthetic, comprehensive study describing the methodology of gross nitrogen balance (budget), taking into account the conditions of Polish agriculture. In relation to other methods, until 2003 it, has been called "on soil surface method". While since 2011, it has also been called as *gross nitrogen budget (GNB)*. Over years, it has undergone some modifications, but its general assumptions (the scheme of making

the balance) have remained unchanged. It is therefore still widely used and required by all member states belonging to inter- and transnational organizations and institutions, i.e. the OECD and the EU (Eurostat). Poland, as a member of these organizations, has been obliged for many years to conduct works and analyses of the gross nitrogen balance according to this method. The transfer of these data to customers interested in this issues (e.g. Central Statistical Office, Ministry of Agriculture and Rural Development), together with a detailed description of methodology used in Poland and results of analyses of gross nitrogen balance, taking into account national specificity, was the main reason to write this monograph.

The aim of the study was also to present the use of the gross nitrogen balance method for the indirect assessment of the impact of agriculture on the environment on the national (Poland) (NUTS-0) and the region (voivodeships) (NUTS-2) levels, taking into account the agricultural production conditions. In the monograph are discussed in detail the individual components and results of the gross nitrogen balance in Poland during the turn of the 20th and 21st centuries in the aspect of regional differentiation of agriculture.

Since this work is essentially of a methodological nature, each of the subsections deals with a different component of the gross nitrogen balance method, the ways of calculations were described with equations, and the basis for obtaining the source materials was provided. The main source of information was the statistical data of CSO, CIEP and NCEM, as well as OECD/Eurostat methodological materials and IUNG-PIB own research results. The analysis of the structure of phenomena (features) and dynamics of changes in absolute, percentage, or trend-equations aspects were used in the studies. As regards the entire Poland, the analysis usually covered the period of 31 years, i.e. 1985–2015. In the spatial comparative analysis, indicators for particular voivodeships were confronted with the mean for Poland, as a reference system. Data for voivodeships were presented as an average of three years, which is a minimum period for full and proper assessment of balances.

Chapter 3 of the monograph presents the scheme and a description of nitrogen cycle in agriculture. Nitrogen is a basic building component (the life element), participating in all metabolic processes of plants, animals and people. Apart from production and nutrition functions in agriculture, this component, and mainly its compounds (biogens) which flow out from agricultural production, pose a serious environmental risk affecting the quality of groundwater and surface water, atmosphere, soils, and then plants, animals, and humans. Hence, there is a need for recognition and control of nitrogen flow in circulation of agricultural production.

Chapter 4 contains a general description of the gross nitrogen balance (budget) methodology. In this method, the input side includes the amount of this component in mineral and natural fertilizers (at stable), the amount introduced with seed material, nitrogen from the atmospheric deposition, and its biological N fixation. The output side includes the amount of this component in the main and side yields of plants, catch-crops collected from arable lands, and yields of permanent grasslands. Gross nitrogen balance in relation to the net balance, is increased by the amount of the emissions.

The analyses of the gross nitrogen balance show that on the changes in nitrogen surpluses and its individual elements have a relatively strong influence factors shaping organizational and economic conditions of Polish agriculture. In this regard the socio-political and economic transformations at the turn of the 1980s and 1990s, and then the accession of Poland to the structures of the European Community (EC) in 2004 were of a great importance.

Nitrogen from mineral fertilizers is the most important source of nitrogen supply to the soils used for agriculture, and its share in the input side of the balance in the years 2013–2015 was close to 60%. Such a significant dominant position of mineral fertilization confirms a large impact of mineral fertilizers, both on economic efficiency and on the ecological sphere. The structure of the consumption of mineral nitrogen fertilizers in Poland is dominated by the fertilizers in ammonium forms (NH_4^+ and NH_2^-) which favour the acidification of soils and reduce their productivity. Therefore, they influence the effectiveness of fertilization. For production, as well as environmental reasons, a continuous increase of N share in the N:P:K balance is an adverse phenomenon. Over the analyzed 31 years, the level of nitrogen consumption in mineral fertilizers underwent significant changes. Since 1993, is observed a growth trend of production intensity in Poland, measured as the increase of nitrogen consumption in nitrogen fertilizers. After 2007, annual consumption of nitrogen in mineral nitrogenous fertilizers in Poland exceeded the level of 1 million t N, while unit consumption in the latter 8 years oscillated between 70–80 kg·ha⁻¹ UAA (Utilized Agricultural Area). The average annual increase of fertilizer consumption in Poland since the beginning of the 21st century, exceeded 2.5 kg·N ha⁻¹ UAA (section 4.1.2). This dynamic growth trend of the intensity of production in the last years is contradictory to the trends taking place in EU countries.

The consumption of mineral fertilizers in Poland is largely determined by both the diversified structure of the farm area and organizational and economic level of farms. Differences in the level of production intensity among the voivodships (NUTS-2), as measured by the consumption of nitrogen as well as other indicators characterizing agriculture, are often more than double. The most intensive plant production is carried out in western Poland, where nitrogen consumption in mineral fertilizers is over 90 kg N·ha⁻¹ UAA. While in the Podkarpackie and Małopolskie voivodships, with the domination of extensive farming, it does not exceed 46 kg N·ha⁻¹ UAA in the last years. These differences deepened over the last 12 years.

Apart from mineral fertilization, the second significant source of nitrogen supply to the circulation in agricultural production are natural fertilizers. They are often unfairly overlooked as a source of plant supply with nutrients. In the balance methodology, the basis for the calculation of gross nitrogen are the estimates of the amount of nitrogen in fertilizers, together with the volume of emissions, based on the knowledge of the number of animals in each use category. The volume of natural fertilizer production, including nitrogen flows in the system of agricultural production, is determined by the density and structure of animals, and the system of livestock production. In Poland in the last dozen years, we have observed dynamic drops of the number of pigs, sheep, goats and horses (since 2002 amounting to approx. 40%). On the other hand, the number of cattle density did not change substantially and the number of poultry increased during this period. Livestock density in Poland in the years 2002–2015 was in the range of 45–50 DJP·100 ha⁻¹ UAA (section 4.3.2). The total global nitrogen content in natural fertilizers (including the emission) introduced into the agricultural production system, estimated on the basis of the gross balance, in the latter years, was in the range of about 500–550 thousand tonnes. In the years of 2002–2015, animal production at stables, produced about 37 kg N in relation to the utilised agricultural area unit in the area of agricultural production, and about 13 kg N·ha⁻¹ AL of which was emitted in gaseous compounds into the atmosphere. At NUTS-2 level, the largest amounts of nitrogen from livestock production are generated in the voivodships where livestock production is of the highest importance, i.e. in Wielkopolskie and Podlaskie (nearly 60 kg N·ha⁻¹ AL).

Other sources of nitrogen supply, i.e. atmospheric precipitation, biological fixing of molecular nitrogen binding, and nitrogen brought in the seed and planting material, are insignificant in the input structure of the balance (less than 20%).

In the years of 2002–2015, the total nitrogen input in Poland was in the range of 100 to 124 kg N·ha⁻¹ UAA, whereas the total nitrogen output from the agricultural area was in the range of 60–90 kg N·ha⁻¹ UAA.

Since 1989, the harvests of major commercial crops have been the main source of nitrogen output. In the years of 2011–2015, about 58% of the total nitrogen was taken out by this group of crops. First and foremost, this is due to changes in the land use structure, as well as changes in the sowing areas. There was a positive, significant increase in the productivity of agricultural land in Poland, measured by the amount of nitrogen collected from all sources, i.e. in the harvests of commercial crops, total fodder crops, and crop residues removed from the field. This upward trend was particularly strong in the last 12 years. In 2014, the amount of nitrogen taken out in the harvests of commercial plants exceeded in Poland the level of 50 kg N ha⁻¹ UAA.

In general, the gross nitrogen balance in Poland, which in the last years, i.e. 2013–2015, was at the level of approximately 48 kg·ha⁻¹ UAA should be assessed positively. This balance, despite the fluctuations, did not practically change compared to the years of 2002–2004. Total gross nitrogen input (GNI) in 2013–2015 was utilized in 64%. A statistical analysis showed that the efficiency of nitrogen utilization is strongly correlated with the gross balance ($R^2 = 0,83$).

Significant regional differences in gross nitrogen balance as well as its individual components have revealed a potential scale of the varied pressure of agriculture on state of the environment. In the latter years, very large nitrogen surpluses occurred in the Kujawsko-Pomorskie, and Wielkopolskie voivodeships (more than 70 kg·ha⁻¹ UAA) and to a lesser extent in Łódzkie, where there was a high agricultural pressure from the agriculture production. Among them the balance sheet surplus, it has increased in the last dozen years only in Wielkopolskie. A more favorable situation was in the Małopolskie and Podkarpackie voivodeships, in which the low pressure from nitrogen compounds (biogenes) was brought, small crop yields. However, the “spontaneous” extensification of agriculture which occurred in these voivodeships in the last dozen years, in the long term, may lead to a decrease in the fertility of the soils, and in consequence, to their degradation. Production aims (crop yields) in relation to the environmental objectives (moderate balance and good use of nitrogen), evaluated through the prism of the results of the nitrogen balance, are currently the best combined in such voivodeships as Dolnośląskie, Opolskie and Zachodniopomorskie.

The analysis of the changes of gross nitrogen balance over many years allowed to track of directions and trends of structural, organizational, and production transformations taking place in the Polish agriculture, taking into account its diversity at administrative-territorial level (NUTS-2). It also confirmed the importance and usefulness of gross nitrogen balance method, as an important source of information about the environmental impact of agriculture on the environment (soil, water, air), and an aid in making right economic decisions.

In the summary, was underlined that the use of the gross nitrogen balance method to assess the impact of agriculture on the environment requires gathering data at appropriate levels of management and their constant updates due to the high dynamics and multi-directionality of the ongoing changes.