



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

WARIANTOWA PROJEKCJA ZUŻYCIA NAWOZÓW MINERALNYCH W POLSCE NA LATA 2014–2025*

Wojciech Sroka^{1✉}, Wiesław Musiał²

¹Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

²Instytut Rozwoju Wsi i Rolnictwa Polskiej Akademii Nauk

Abstrakt. Nawozy mineralne są we współczesnym rolnictwie niezbędnym środkiem produkcji. Z wytwarzanych w Polsce 2,5 mln ton NPK w przeliczeniu na czysty składnik ponad 2 mln ton jest zużywane w krajowym rolnictwie i począwszy od roku 1992 zużycie to wykazuje tendencję rosnącą. Głównym celem opracowania jest przedstawienie prognoz zużycia nawozów mineralnych w Polsce na lata 2014–2025. W prowadzonych badaniach wykorzystano trzy sposoby budowy projekcji, tj. predykcję ekstrapolacyjną, adaptacyjną i przyczynową. Wyniki badań wskazują, że do roku 2025 przewidywany wzrost zużycia nawozów mineralnych będzie oscylował w granicach 9–23,5% w porównaniu ze średnią z lat 2010–2013, przy czym w najbardziej prawdopodobnym, zrównoważonym scenariuszu przemian w rolnictwie wzrost ten wynosił będzie ok. 15%.

Słowa kluczowe: nawozy mineralne, prognoza zużycia, polskie rolnictwo

WPROWADZENIE

Od początku wynalezienia i stosowania nawozów mineralnych ich zużycie w skali globalnej wykazuje tendencję rosnącą. Wiąże się to z koniecznością wyżywienia coraz to większej liczby ludności. Stale zwiększający się popyt na produkty rolnicze w warunkach ograniczonej

powierzchni użytków rolnych wymusza zwiększenie plonowania roślin i tym samym stosowanie większej ilości nawozów mineralnych (Zalewski i Rembeza, 2013). Również w przyszłości zwiększająca się liczba konsumentów żywności, ale także wzrost udziału roślin uprawianych na cele energetyczne oraz stale rosnąca presja na zwiększanie efektywności produkcji przez progres wydajności roślin uprawnych będą skutkować globalnym wzrostem wielkości zużycia nawozów mineralnych. Szczególnie duże wzrosty dotyczyć będą w dalszym ciągu krajów rozwijających się. Niemniej jednak również w większości krajów średnio i wysoko rozwiniętych przewidywany jest wzrost zużycia nawozów, który jednak może następować nieco wolniej (IE-RiGŻ-PIB, 2014).

Polska wg danych za 2012 rok zajmuje w Europie piątą (po Rosji, Białorusi, Niemczech i Ukrainie) miejscę pod względem wielkości produkcji nawozów mineralnych. Polski rynek nawozowy jest odpowiedzialny za wytwarzanie blisko 1,4% światowego wolumenu produkcji (Zalewski i Rembeza, 2013). Z wytwarzanych 2,5 mln ton NPK w przeliczeniu na czysty składnik ponad 2 mln ton jest zużywane w krajowym rolnictwie. Analizując poziom nawożenia mineralnego w okresie 1995–2013, należy zauważyć, że nastąpiły tutaj istotne zmiany. Zużycie nawozów (łącznie NPK) wynoszące

*Opracowanie realizowane w ramach badań statutowych DS nr 3103/ZEiOR/2015.

✉ dr inż. Wojciech Sroka, Zakład Ekonomiki i Organizacji Rolnictwa, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, Poland, e-mail: w.sroka@ur.krakow.pl

w 1995 r. 1492 tys. ton, wzrosło do roku 2013 r. do poziomu 2003 tys. ton. Wzrost ten i okresowe wahania wynikają z wielu uwarunkowań, w tym postępującego procesu intensyfikacji nakładczej, który dotyczy w większym stopniu gospodarstw średnich i dużych oraz położonych w regionach o wyższej kulturze rolnej. Wiążą się także z poprawą koniunktury w rolnictwie, co jest pochodną zarówno sytuacji na światowych rynkach rolnych, jak i integracji rolnictwa ze strukturami UE i objęcia gospodarstw rolnych zasadami wspólnej polityki rolnej.

W Polsce po integracji ze strukturami europejskimi pomimo większego otwarcia na produkty z zagranicy dominujące znaczenie dla wyżywienia ludności ma i nadal będzie mieć krajowa produkcja surowców rolnych i gotowej żywności. Otworzyły się także nowe rynki zbytu krajowej produkcji rolnej, na których Polska z powodzeniem się uplasowała. Ponadto rosnąca konkurencja na rynkach rolnych wymusza na polskich producentach zwiększanie wydajności, która w przypadku produkcji roślinnej odbywa się głównie z wykorzystaniem nawozów mineralnych. Tym samym wydaje się, że zużycie nawozów mineralnych będzie w dalszym ciągu rosło. Powstaje jednak pytanie, jakich wzrostów należy oczekiwać?

CEL ORAZ METODYKA BADAŃ

Głównym celem opracowania jest przedstawienie prognoz zużycia nawozów mineralnych w Polsce na lata 2014–2025. W opracowaniu wykorzystano wiele metod badawczych, w tym metody ogólne: dedukcyjne, wnioskowania redukcyjnego, porównań oraz analogii, metodę opisową, scenariuszową oraz metody ilościowe, w tym prognostyczne.

Jednym z kluczowych elementów procesu prognozowania wpływającym na jakość tworzonych prognoz jest dobór odpowiedniej metody (Zeliaś i in., 2003). W prowadzonych badaniach wykorzystano trzy sposoby budowy projekcji o przyszłości, tj. predykcję ekstrapolacyjną, adaptacyjną i przyczynową (Filipiak, 2009). Pierwszym etapem badań było sporządzenie prognoz zużycia nawozów mineralnych na lata 2014–2025 z wykorzystaniem metod ekstrapolacyjnych oraz adaptacyjnych. W tym przypadku badania bazowały na analizie i prognozowaniu szeregów czasowych. Ich wynikiem były prognozy na podstawie występujących w przeszłości zdarzeń, jednak bez ukazywania przyczyn powstania tych prawidłowości (Stańko, 2006). W przypadku

metod ekstrapolacyjnych podstawowym warunkiem ich stosowania jest zachowanie przez zmienną Y , tj. charakteryzującą poziom zużycia nawozów mineralnych, stanu dynamicznej równowagi – oznacza to, że wpływ różnych czynników oddziałujących na Y jest względnie stały. Modele ekstrapolacji funkcji trendu stanowią najprostszym sposobem prognozowania zjawisk charakteryzujących się trendem (Hamulczuk i Stańko, 2011). W opracowaniu jako funkcję aproksymującą przyjęto funkcję liniową, potęgową, wielomianową, wykładniczą i logarytmiczną (Krasowicz i Filipiak, 1996), przy czym zaprezentowano tylko wyniki najlepiej dopasowanych funkcji, tj. liniowej oraz kwadratowej. Pierwsza z nich (1) jest najprostszą funkcją trendu i opisuje się ją następującym wzorem (Cieślak, 1997):

$$Y_t = \alpha + \beta t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Reprezentuje ona stały kierunek rozwoju danego zjawiska, wyznaczony przez współczynnik kierunkowy prostej (β). Jest on współczynnikiem stałego przyrostu wartości zmiennej prognozowanej w jednostce czasu. Funkcja kwadratowa (2) w odróżnieniu od liniowej cechuje się znacznie większą elastycznością, wynikającą z posiadania trzech parametrów (α_0 , α_1 oraz α_2). Dzięki temu może lepiej odzwierciedlać różne nieliniowe tendencje (Cieślak, 1997; Stańko, 2006):

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \varepsilon_t \quad (2)$$

Podstawowym problemem związanym z zastosowaniem tej grupy metod jest fakt występowania w wieloletnich szeregach czasowych odchylenia od linii trendu. Z tego względu w opracowaniu wykorzystano również metody adaptacyjne, tj. metodę wyrównywania wykładniczego Browna, metodę wyrównywania wykładniczego Holta oraz metodę trendu pełzającego z wagami harmonicznymi. Metody te wykazują większą przydatność w sytuacji występowania znacznych zmian w poziomie zużycia nawozów (Stańko, 2006; Sroka i in., 2008; Błoch, 1999). Pozwalają one na korygowanie modelu w miarę upływu czasu i dołączanie do niego nowych informacji. Również w tym przypadku w artykule przedstawiono tylko wyniki modeli dających najlepsze wyniki, tj. modelu Browna I oraz II rzędu.

Model wyrównania wykładniczego Browna rzędu I można opisać następującym wzorem (3):

$$S_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)S_{t-1} \quad (3)$$

S_t, S_{t-1} – wygładzone wartości zmiennej objaśnianej w okresie t i $t-1$

Y_t – wartość zmiennej w okresie t

α – stała wygładzania ($0 < \alpha < 1$)

Prognozę dla modelu wyrównania wykładniczego Browna rzędu I oblicza się ze wzoru (4):

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_t \quad (4)$$

\hat{Y}_{t+1} – prognoza

Y_t – poziom zmiennej prognozowanej w okresie t

\hat{Y}_t – prognoza dla okresu t sporządzona w $t-1$

W przypadku modelu wyrównywania wykładniczego Browna rzędu drugiego podstawę stanowią dwa równania: opisane wyżej wyrównanie wykładnicze rzędu pierwszego oraz wyrównanie wykładnicze rzędu drugiego (5):

$$S'_t = \alpha S_t + (1 - \alpha) S'_{t-1} \quad (5)$$

S_t – wygładzone wartości zmiennej objaśnianej równaniem wykładniczym rzędu pierwszego w okresie t

S'_t, S'_{t-1} – wygładzone po raz drugi równaniem wykładniczym rzędu drugiego wartości zmiennej w okresie t i $t-1$

α – stała wygładzania ($0 < \alpha < 1$)

Prognozę metodą wyrównania wykładniczego Browna rzędu II otrzymuje się na podstawie obliczonego wcześniej trendu linowego $\hat{T}_t(t)$ i jego zmian $\hat{\beta}_t(t)$. Równanie na prognozowaną wartość metodą wyrównania wykładniczego Browna rzędu II przyjmuje postać (6):

$$\hat{Y}_{t+p} = \hat{T}_t(t) + p \hat{\beta}_t(t) \quad (6)$$

$\hat{T}_t(t)$ – ocena poziomu trendu w okresie t

$\hat{\beta}_t(t) = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (Y_t - Y'_t)$ – równanie na obliczenie ocen zmian trendu $\hat{\beta}_t(t)$ w okresie t

\hat{Y}_t – wygładzona wartość zmiennej prognozowanej równaniem wykładniczym rzędu pierwszego w okresie t

\hat{Y}'_t – wygładzona wartość zmiennej prognozowanej równaniem wykładniczym rzędu drugiego w okresie t

W przypadku stosowania tej metody należy, podobnie jak w metodzie wykładniczej Browna rzędu pierwszego, na początku ustalić wartość inicjalną, a następnie wybrać wartość stałej wygładzania α (Stańko, 2006).

Kolejnym etapem badań było sporządzenie prognoz zużycia nawozów mineralnych z wykorzystaniem metody scenariuszowej. Jej idea sprowadza się do identyfikacji i kwantyfikacji zmiennych, które w największym stopniu determinują badane zjawisko (w tym przypadku zużycie nawozów mineralnych) oraz przedstawienia możliwych scenariuszy kształtowania się tych zmiennych w przyszłości (Cieślak, 1997). Prognozy te otrzymano dzięki zastosowaniu metod ekstrapolacji szeregów czasowych oraz na podstawie literatury przedmiotu. Do identyfikacji czynników zużycia nawozów mineralnych, a następnie wyznaczenia prognoz na rok 2025 wykorzystano model regresji wielorakiej. Stanowi on rozwinięcie modelu regresji prostej, w której wyróżnia się jedną zmienną zależną Y oraz zbiór p zmiennych niezależnych x (Sroka i Dacko, 2010) (7):

$$Y_i = b_0 + b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + \dots + b_p x_{ip} + \varepsilon_i \quad (7)$$

W równaniu regresji Y_i jest wartością zmiennej wyjaśnianej dla obserwacji i , x_{ij} ($j = 1, 2, \dots, p$) są wartościami p zmiennych wyjaśniających dla obserwacji i , ε_i – jest błędem losowym obserwacji i , a b_0 i b_j są nieznanymi parametrami modelu. Na podstawie analizy literatury przedmiotu, a także rozważań autorskich wyznaczono możliwie szeroki wachlarz zmiennych dotyczących rolnictwa za lata 1990–2012: powierzchnia UR, powierzchnia zasiewów, powierzchnia poszczególnych grup roślin (zbożowe, okopowe itp.), plony roślin, wielkość produkcji roślinnej w jednostkach zbożowych, intensywność organizacji rolnictwa, ceny nawozów mineralnych, wartość produkcji końcowej oraz wartość dodana brutto rolnictwa i inne. Następnie dokonano weryfikacji zmiennych pod kątem wymogów formalnych i statystycznych. Wyboru postaci analitycznej modeli i zmiennych objaśniających dokonano na podstawie statystycznej analizy związków między nimi. Dobór zmiennych przeprowadzono za pomocą metody regresji krokowej „w przód”. Zakłada ona kolejne (krokowe) dołączanie do listy zmiennych objaśniających uwzględnionych w modelu, tych, które mają najistotniejszy wpływ na zmienną zależną. Do szacowania parametrów strukturalnych wykorzystano klasyczną metodę najmniejszych kwadratów. Szczegółowa metodyka doboru zmiennych objaśniających, jak i sposobu estymacji parametrów modelu jest szeroko

opisywana w literaturze (m.in. Szaleniec, 2008; Stanisław, 2007), dlatego zrezygnowano z jej prezentacji.

W metodyce prognozowania istnieje wiele możliwości zwiększania trafności prognozy (Zeliaś, 1997). W niniejszym opracowaniu wykorzystano m.in. procedurę porównania wyników różnych metod, procedurę weryfikacji prognoz z innymi podanymi wcześniej w literaturze oraz oparto się na weryfikacji logicznej i merytorycznej przedstawionych wyników. Ponadto do określenia poprawności prognoz wykorzystano procedurę weryfikacji błędów prognoz *ex-post*. Zakłada się bowiem, że jeśli dopasowanie danej metody do minionych zjawisk jest dobre, to zastosowana metoda prawdopodobnie jest poprawna, a opracowana z jej użyciem prognoza będzie trafna (Zeliaś, 1997). Do weryfikacji trafności prognoz posłużyły: błąd bezwzględny (MAE¹), średni bezwzględny błąd procentowy (MAPE²), pierwiastek średniego kwadratu błędów (RMSE³) oraz współczynnik determinacji⁴ R². Szczegółowy opis wykorzystanych wskaźników można znaleźć m.in. w opracowaniu Cieślak (1997).

Obliczenia przeprowadzono z zastosowaniem pakietu statystycznego Statgraphics, programu Statistica 10 oraz arkusza kalkulacyjnego Excel. Przy ocenie istotności statystycznej oszacowanych funkcji założono poziom alfa = 0,05. Główne źródło danych stanowią informacje Głównego Urzędu Statystycznego oraz Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach. Zakres czasowy prowadzonych analiz i prognoz obejmuje co do zasady lata 1990–2025, a zakres przestrzenny badań terytorium Polski.

¹ MAE oblicza się jako średnią wartości bezwzględnych błędów prognozy. Jeśli wartość ta równa się zero, to dopasowanie prognozy jest doskonałe.

² MAPE oblicza się jako średnią arytmetyczną wartości bezwzględnych błędów procentowych. Mówi on, o ile procent odchyła się przeciętna prognoza od wartości rzeczywistych zmiennej. Błąd ten ma takie same właściwości jak bezwzględny błąd średni.

³ Nazywa się go również odchyleniem standardowym błędów prognoz. RMSE silniej reaguje na różnice między wartościami rzeczywistymi a sformułowanymi prognozami niż błąd MAPE.

⁴ Współczynnik determinacji R² informuje, jaka część zmienności zmiennej objaśnianej została wyjaśniona przez model. Dopasowanie modelu jest tym lepsze, im wartość R² jest bliższa jedności.

OGÓLNE ZAŁOŻENIA PROGNOZ

Prognozowanie zużycia nawozów mineralnych dla Polski czy innych krajów jest bez wątpienia trudnym wyzwaniem. Wynika to z niepewności co do kształtowania się wielu uwarunkowań zewnętrznych. Analizy i prognozy stają się także mniej pewne i mało precyzyjne, gdy oddala się w czasie okres prognozy, tj. narasta niepewność kontynuacji obecnych trendów. Dotyczy to m.in. tempa rozwoju gospodarczego zarówno kraju, poszczególnych państw, jak i całego obszaru UE. Bardzo duże znaczenie dla rynku nawozów mineralnych mają także uwarunkowania instytucjonalne, w tym kształt i zakres wsparcia dochodów rolników w ramach wspólnej polityki rolnej.

Podjmując próbę prognozowania zużycia nawozów mineralnych w perspektywie około 10 lat, tj. do roku 2025, założono trwałość obecnej struktury politycznej i gospodarczej Europy oraz członkostwo Polski w strukturach UE. Przyjęto również, że nie zmieni się przełomowo, a nawet znacząco główne cele i założenia WPR, w tym zakres i wysokość wsparcia bezpośredniego rolników i interwencji rynkowej. Po roku 2020 z pewnością powróci pomysł renacjonalizacji WPR, czego skutkiem może być większe niż dotychczas zróżnicowanie wsparcia gospodarstw rolnych w UE. W opracowaniu założono jednak, że ewentualne zmniejszenie dofinansowania rolnictwa w ramach WPR zostanie zrekompensowane środkami krajowymi. Wydaje się, że silna renacjonalizacja WPR bądź znaczne obniżenie budżetu UE na rolnictwo już po roku 2020 jest mało prawdopodobne. Znacznie ograniczyłyby to możliwość realizacji wielu celów WPR, w tym utrzymanie bezpieczeństwa żywnościowego Wspólnoty. Zakłada się również kontynuację dotychczasowych trendów w zakresie przemian strukturalnych w rolnictwie, w szczególności spadek liczby gospodarstw rolnych i koncentrację ziemi w gospodarstwach większych obszarowo (Józwiak i in., 2011). W prognozach założono, że będzie następować zjawisko polaryzacji: duże i średnie gospodarstwa rolne będą prowadzić produkcję intensywną (nakładochłonną), a małe typowo socjalne (nietowarowe), w większości ekstensywną. Utrzymanie preferencyjnego i wielopoziomowego systemu wsparcia dla małych gospodarstw rolnych (płatności bezpośrednie), a także szereg preferencji dla właścicieli ziemi rolnej może nieco hamować proces wychodzenia z rolnictwa, ale w regionach rozdrobnionych agrarnie

polaryzacja obszarowa będzie przybierać raczej nieformalny charakter, tj. będzie polegać na przejmowaniu przez większe gospodarstwa gruntów, które formalnie należą do mniejszych podmiotów. Wskutek tych działań na części gruntów nastąpi wzrost poziomu nawożenia mineralnego. W przypadku subregionów o bardzo słabych warunkach do prowadzenia działalności rolniczej będzie następować dalsza ekstensyfikacja produkcji. Dominować będzie model rolnictwa zachodnioeuropejskiego opartego o koncentrację kapitału w gospodarstwach rodzinnych, a w północnej i zachodniej Polsce silniej rozwijać się będą gospodarstwa wielkoobszarowe. W ciągu najbliższych 10 lat można spodziewać się także szybszego tempa wzrostu kosztów pracy (i dochodów z pracy) poza rolnictwem i dalszego wzrostu cen środków produkcji rolniczej. Spowoduje to spadek jednostkowej opłacalności produkcji, zwłaszcza drobnotowarowej, i wzmocni tendencje do koncentracji oraz wzrostu skali produkcji.

Dla określenia potrzeb nawozowych istotne są zasoby ziemi rolniczej w kraju (czy też bloku gospodarczym). Mając na względzie zróżnicowaną jakość gleb w Polsce, zachodzące zmiany klimatyczne, w tym niedobór wody oraz zakładając zmiany strukturalne eliminujące z produkcji gleby najsłabsze i położenie peryferyjne, można założyć, że powierzchnia ziemi użytkowanej rolniczo będzie się nadal zmniejszać. Rozbudowa infrastruktury technicznej kraju (autostrady, drogi ekspresowe, obiekty sportowe i tereny rekreacyjne), a także budownictwo mieszkaniowe w miastach i na obszarach wiejskich będzie postępować kosztem użytków rolnych. Dla potrzeb niniejszych analiz założono, że powierzchnia UR będzie obniżyć się do 2020 roku w tempie 0,45% rocznie, a w kolejnych latach tempo to ulegnie dalszemu spowolnieniu – do poziomu 0,3% rocznie. Założenia te mogą być realne, w sytuacji gdy czynniki destymulujące produkcję rolną będą w analizowanym okresie występować przemiennie i wzajemnie się równoważyć, a stan rolnictwa i gospodarstw można będzie określić jako stabilny i zrównoważony. Można oczekiwać, że do roku 2025 rolnictwo utraci od 600 do 700 tys. ha użytków rolnych – podobne tezy przedstawiają również Krasowicz i Kuś (2010).

Zakłada się ponadto, że w następnych 10 latach zwiększać się będzie udział zbóż intensywnych, bardziej wydajnych, a zmniejszać mniej plonujących. Najszybciej mogą się zwiększać plony kukurydzy, pszenicy i jęczmienia, a najwolniej żyta (Stańko, 2009).

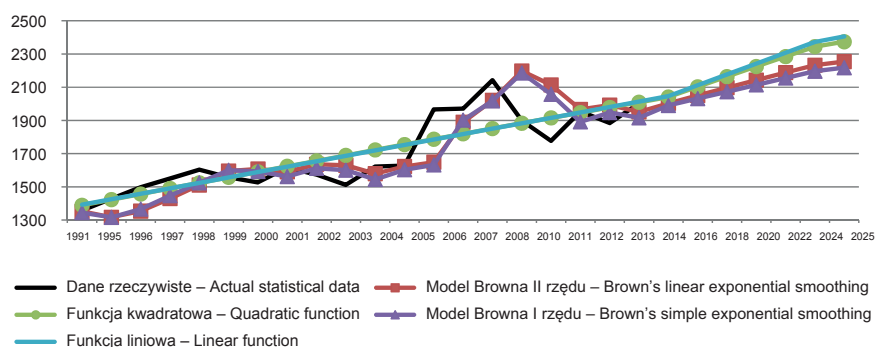
Przeciętne plony zbóż w Polsce w 2020 roku mogą wynosić 3,9 t/ha. Tym samym przewidywane zmniejszenie powierzchni zbóż będzie rekompensowane wzrostem plonów i w konsekwencji zbiorów. W przypadku roślin przemysłowych oczekuje się nieznacznego wzrostu ich powierzchni, szczególnie mając na uwadze realizację celów zwiększania udziału energii odnawialnej w ogólnym bilansie energii. Nie należy jednak oczekiwać bardzo dużego wzrostu powierzchni przeznaczonej pod te zasiewy.

PROGNOZY ZUŻYCIA NAWOZÓW MINERALNYCH Z WYKORZYSTANIEM METOD OPARTYCH NA ANALIZIE SZEREGÓW CZASOWYCH

Proces przewidywania składają się z dwóch faz: przetwarzania informacji o przeszłości oraz przejścia od informacji przetworzonej do prognozy. W przypadku prognozowania na podstawie szeregów czasowych przetworzenie informacji o przeszłości następuje przez budowę odpowiedniego modelu formalnego, a przejście do prognozy przez wybór reguły prognozowania (Cieślak, 1997). Dobór odpowiedniej metody prognozowania zużycia nawozów mineralnych w polskim rolnictwie został poprzedzony fazą poszukiwania postaci analitycznej funkcji, która w możliwie najlepszy sposób opisuje dopasowanie rzeczywistych danych do modelu. Kryterium jakości dopasowania stanowiły zarówno różne rodzaje błędów *ex post*, jak również ocena graficzna przebiegu funkcji prognozy. Niemniej jednak należy pamiętać, że nawet dobre dopasowanie funkcji do danych rzeczywistych w przeszłości nie gwarantuje, że prognoza będzie całkowicie sprawdzalna. Zasadne jest zatem skonfrontowanie wyników rozwiązań matematycznych z wiedzą zdroworozsądkową i opiniami eksperckimi.

Ze względu na stosunkowo krótki okres obserwacji poprzedzających prognozy (20 obserwacji) zdecydowano budować prognozy do roku 2025, gdyż dłuższe są obciążone zbyt dużym błędem i mało wiarygodne. Na rysunku 1 przedstawiono rzeczywiste i teoretyczne zużycie nawozów mineralnych NPK oraz prognozy na lata 2014–2025.

Opracowane prognozy z wykorzystaniem modelu Browna I oraz II rzędu, a także funkcji kwadratowej i liniowej z merytorycznego oraz statystycznego punktu widzenia dają akceptowalne i dość zbliżone do siebie wyniki. Na podstawie analizy funkcji trendu można prognozować, że zużycie nawozów mineralnych w polskim



Rys. 1. Rzeczywiste oraz oszacowane na lata 2014–2025 zużycie nawozów mineralnych w przeliczeniu na czysty składnik NPK (tys. ton)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Fig. 1. Real and estimated use of mineral fertilizers expressed in a pure ingredient of compound mineral fertilizers in 2014–2015 (thous. tons)

Source: own elaboration on the basis of GUS data.

rolnictwie wzrośnie do roku 2025 od około 13,9% do 23,5% w stosunku do średniej z trzech ostatnich lat (tab. 1). Biorąc pod uwagę wielkość błędów ex post antycypowanych trendów, należy podkreślić, że metody ekstrapolacyjne (funkcja kwadratowa oraz liniowa) wykazują najlepsze dopasowanie do danych rzeczywistych. Średni bezwzględny błąd procentowy (MAPE), wskazujący, o ile procent odchyła się przeciętna prognoza od wartości rzeczywistych, jest w obu modelach na stosunkowo niskim (w granicach 4,7%) i zadowalającym poziomie. Wyniki te można uznać jednak za bardzo optymistyczne i raczej w okresie do 2025 roku należy oczekiwać wzrostów nie większych niż 10–15%. Takie trendy przewiduje też m.in. Stowarzyszenie European Fertilizer (EFMA, 2014). Zawyżanie prognoz zużycia nawozów na rok 2025 w modelach ekstrapolacyjnych jest pochodną właściwości wykorzystanych metod prognostycznych, które dość mocno reagują na obserwowane w latach 2010–2013 znaczące wzrosty nawożenia.

Mając na względzie dość duże wahania poziomu nawożenia w ciągu ostatnich 8 lat, wydaje się, że bardziej wiarygodne wyniki dadzą modele adaptacyjne. W przypadku modelu Browna I rzędu nowe wygładzone wartości modelu (prognozy) są obliczane jako średnie ważone bieżącej obserwacji i poprzedzającej ją obserwacji wygładzonej. W efekcie każda wartość wygładzona jest średnią ważoną poprzednich obserwacji, przy czym wagi maleją wykładniczo. Podobne zabiegi metodyczne są stosowane w modelu Browna II rzędu, przy czym jego idea polega na podwójnym wygładzaniu

szeregu czasowego. Prognozy zbudowane w oparciu o te funkcje zakładają wzrost zużycia nawozów mineralnych około 14–16% w stosunku do średniej z lat 2010–2013. W konsekwencji w roku 2025 w polskim rolnictwie będzie używane około 2254,5 tys. ton NPK w przeliczeniu na czysty składnik. Przy zmniejszającej się powierzchni użytków rolnych nawożenie powinno wówczas oscylować w granicach 161–164 kg NPK/ha UR. O ile wzrosty te nie będą bazować głównie na nawozach azotowych, a będących we względnym niedoborze nawozach fosforowych i potasowych, wskazany poziom nawożenia powinien przyczynić się do wzrostu zasobności oraz żyzności gleb i pozwolić na uzyskiwanie plonów zbóż powyżej 4,5 t/ha.

Rekapituluując to metodyczne podejście do prognozowania, należy podkreślić, że przeprowadzone symulacje dają poprawne z punktu widzenia merytorycznego wyniki, a zastosowane metody wskazują na utrzymujące się trendy wzrostowe. Są one zgodne z ogólnymi tendencjami wzrostu produkcji oraz zbliżone do wyników prezentowanych przez inne instytucje i organizacje zajmujące się prognozowaniem w rolnictwie (EFMA, 2014). Mimo dużej prostoty prognoz opartych na szeregach czasowych nie należy ich jednak eliminować, gdyż jak podaje chociażby Stańko (2006), praktyka pokazuje, że nawet tak proste metody często się sprawdzają. Ponadto prognozując, podaje się przewidywany zakres, wskazując minimalne i maksymalne zmiany antycypowanych zjawisk z wykorzystaniem różnych metod.

Tabela 1. Prognozowane wariantowe zużycie nawozów mineralnych w przeliczeniu na czysty składnik (NPK) na lata 2020 oraz 2025

Table 1. Multifarious forecast: the usage of natural fertilizers expressed in a pure ingredient of compound mineral fertilizers in 2020 and 2025

Rodzaj funkcji Type of a function	Prognoza 2025 (tys. ton) Forecast 2025 (thousand tons)	Przyrost w stosunku do lat (2011–2013) (%) Rate compared to the years 2011–2013 (%)	Prognoza 2025 kg NPK/ha UR* Forecast 2025 kg of compound min- eral fertilizers/ha of agricultural land*	Błędy ex-post Ex-post errors		
				RMSE	MAE	MAPE
Model Browna I rzędu Brown's simple exponen- tial smoothing	2 217,3	13,9%	161,2	141,4	106,9	6,1%
Model Browna II rzędu Brown's linear exponen- tial smoothing	2 254,5	15,8%	163,9	149,3	108,6	6,2%
Funkcja kwadratowa Quadratic function	2 373,7	21,9%	172,6	121,0	83,0	4,7%
Funkcja liniowa Linear function	2 405,5	23,5%	174,9	117,6	82,9	4,7%

*Zakłada się, że w roku 2025 powierzchnia UR będzie wynosić 13 756 tys. ha.

Źródło: opracowanie własne.

*It is estimated that in 2025 the surface of an agricultural land will amount to 13,756 thousands of ha.

Source: own elaboration.

PROGNOZY ZUŻYCIA NAWOZÓW MINERALNYCH Z WYKORZYSTANIEM METOD PRZYCZYNOWYCH

Modele ekonometryczne są współcześnie podstawowymi narzędziami badania współzależności zmiennych ekonomicznych (Osińska, 2008). Wykazują one szczególną przydatność w budowie różnych scenariuszy rozwojowych, gdyż pozwalają uzyskać odpowiedź, jak będzie się zmieniać określona cecha objaśniana na skutek zmian różnorodnych uwarunkowań (Filipiak, 2009; Cieślak, 1997). Jedną z metod, która pozwala zidentyfikować najważniejsze determinanty badanego zjawiska, a następnie przedstawić antycypowane wartości zmiennej objaśnianej, jest regresja wieloraka. Stanowi ona przykład prognozy przyczynowej, w której poszukuje się związku lub przyczyny, jakie można wykorzystać do modelowania zmiennej objaśnianej (Filipiak, 2009). W niniejszym opracowaniu do prognozowania zużycia nawozów mineralnych wykorzystano model regresji wielorakiej. W tabeli 2 przedstawiono

wyniki modelowania dla zmiennej objaśnianej: wielkości łącznego zużycia NPK. Uzyskane modele poddano weryfikacji merytorycznej i statystycznej. Wyniki badań wskazują, że modele cechuje istotność statystyczna, o czym świadczą zadowalające wartości statystyki F oraz współczynnika determinacji.

W modelu przedstawiającym zużycie nawozów mineralnych w latach 1995–2012 zmiennymi w najlepszy sposób opisującymi badane zjawisko okazały się dwie cechy: wartość produkcji końcowej oraz powierzchnia uprawy zbóż, przy czym zdecydowanie najważniejszym czynnikiem wielkości zużycia nawozów była pierwsza zmienna. Wzrost jej wielkości o jedno odchylenie standardowe będzie prowadzić do wzrostu zużycia nawozów mineralnych o 1,19 jej odchylenia standardowego. W przypadku drugiej zmiennej wartość współczynnika β , a tym samym jej znaczenie w kształtowaniu zmiennej objaśnianej, są ponad dwukrotnie niższe (0,49).

Opisywane zmienne wyjaśniają aż w 78,4% kształtowanie zużycia nawozów mineralnych, a ponadto są poprawne merytorycznie. Kategoria „produkcja rolnicza

Tabela 2. Wyniki oszacowania modelu zużycia nawozów mineralnych w polskim rolnictwie (1995–2012)
Table 2. Results of an estimated model of the usage of natural fertilizers in Polish agriculture (1995–2012)

Zmienne objaśniające Exogenic variables	Zmienna objaśniana: zużycie nawozów (tys. ton) Endogenic variable: the usage of fertilizers (thous. tons)	
	Wartość współczynnika β Value of β coefficient	Wartości współczynnika b Values of b coefficient
Wyraz wolny – Intercept	–	–1 305,2 (p = 0,170)
Powierzchnia uprawy zbóż (tys. ha) Surface of cereal growing (thous. ha)	0,49 (p = 0,0001)	0,2659 (p = 0,0001)
Produkcja rolnicza końcowa (mln zł) The final agricultural production (mln PLN)	1,19 (p = 0,015)	0,0155 (p = 0,015)
Ocena jakości modelu – The evaluation of model quality		
R		0,885
R ²		0,784
Skorygowany R ² Adjusted R ²		0,756
Statystyka F/F-test Statistics F/F-test		(2,15) 27,381

Źródło: opracowanie własne.
Source: own elaboration.

końcowa” jest syntetyczną miarą sytuacji produkcyjnej w rolnictwie i informuje m.in.: o wielkości zbiorów, cenach produktów rolnych, intensywności gospodarowania i pośrednio również o dochodowości rolnictwa. Areał zasiewów zbóż jest zaś podstawową determinantą zużycia nawozów mineralnych, gdyż to właśnie powierzchnia decyduje o całkowitej ilości zużytych nawozów. To zboża wraz z kukurydzą oraz roślinami oleistymi dominują obecnie w strukturze upraw i poziomie roślinnej produkcji końcowej. Zboża są uznawane również za rośliny wskaźnikowe w zakresie intensyfikacji produkcji.

Zmienne objaśniające, a szczególnie przyjmująca w modelu najwyższe ładunki wartość produkcji końcowej cechują się też względną stabilnością i zarazem przewidywalnością, co predestynuje je do zastosowań prognostycznych. Pozwalają one zatem określić, jak będzie kształtować się zużycie nawozów w przyszłości, zakładając zróżnicowane warianty zmian powierzchni zbóż oraz wartości produkcji końcowej rolnictwa.

Prognozując zmiany powierzchni zbóż oraz produkcji końcowej, każdorazowo zbudowano trzy scenariusze rozwojowe: optymistyczny – zakładający stosunkowo

niewielkie spadki powierzchni zbóż i relatywnie duże wzrosty produkcji końcowej, zrównoważony – zakładający utrzymanie obecnych trendów w zakresie analizowanych zmiennych, a także pesymistyczny, który ma przedstawiać duże spadki powierzchni zbóż i niewielkie wzrosty produkcji końcowej. Trafność poszczególnych scenariuszy będzie zależec od koniunktury gospodarczej, w tym od sytuacji na rynkach rolnych oraz od rodzaju i poziomu transferów budżetowych stosowanych w ramach wspólnej polityki rolnej (UE) i ewentualnie także od interwencjonizmu krajowego.

Scenariusz zrównoważony zakłada kontynuację obecnych trendów, stąd do określenia kierunku oraz wielkości zmian powierzchni zbóż oraz wartości produkcji końcowej zastosowano różne modele analizy szeregów czasowych. W obu przypadkach najlepsze wyniki uzyskano z zastosowaniem funkcji liniowej. Analizy wykazały, że powierzchnia zbóż będzie się stopniowo zmniejszać, gdyż w dalszym ciągu z uprawy będą wypadać grunty słabe jakościowo i będące w użytkowaniu małych gospodarstw. Szacuje się, że spadki te do roku 2020 będą wynosić około 0,2% rocznie, po czym nastąpi złagodzenie trendów (0,15%). Niektórzy autorzy,

Tabela 3. Średnioroczne tempo zmian poziomu produkcji końcowej oraz powierzchni zbóż w perspektywie 2025 roku
Table 3. Average annual impetus for changes in the level of final production and the surface of cereals in a perspective for year 2025

Wyszczególnienie In details	Scenariusz optymistyczny Optimistic scenario		Scenariusz zrównoważony Sustainable scenario		Scenariusz pesymistyczny Pessimistic scenario	
	do 2020 r. till 2020	po 2020 r. after 2020	do 2020 r. till 2020	po 2020 r. after 2020	do 2020 r. till 2020	po 2020 r. after 2020
Roczne temp zmian powierzchni zbóż (%) Annual rate for changes in the surface of cereals (%)	-0,10%	-0,05%	-0,2%	-0,15%	-0,30	-0,20%
Roczne temp zmian produkcji końcowej (%) Annual rate for changes in the final production (%)	2,5%	2,0%	2,0%	1,5%	1,5%	1,0%

Źródło: opracowanie własne.
 Source: own elaboration.

np. Michna (2012) czy też Krasowicz i Kuś (2010) oceniają, że z punktu widzenia bezpieczeństwa żywnościowego istotne jest, aby w perspektywie 2020–2030 roku w Polsce uprawy zbóż zajmowały min. 8 mln ha. Obecne trendy wskazują jednak, iż jest to mało prawdopodobne, jednak dla wariantu optymistycznego założono bardzo niewielkie spadki powierzchni zbóż: do roku 2020 na poziomie 0,1% rocznie, a następnie 0,05% (tab. 3). W wariantcie pesymistycznym zakłada się wystąpienie wielu niekorzystnych sytuacji gospodarczych w sferze agrobiznesu, a w konsekwencji znaczne zmniejszenie powierzchni upraw zbóż.

W analizowanym okresie wyjściowym, tj. w latach 1995–2013, obserwowano niemal ciągły wzrost plonów roślin uprawnych; zwiększyła się w tym czasie także produkcja końcowa rolnictwa. Spore wzrosty wystąpiły po roku 2004, co było m.in. skutkiem objęcia gospodarstw rolnych transferami publicznymi, które również kreowały zwiększenie wartości produkcji rolniczej. Dla potrzeb niniejszej ekspertyzy przyjęto trzy scenariusze przemian w zakresie kształtowania produkcji końcowej. Pierwszy, a zarazem najbardziej prawdopodobny zakłada, że produkcja rolnicza będzie do roku 2020 rosła w tempie 2,0% rocznie, a po roku 2025 – między innymi z uwagi na dość prawdopodobne zmniejszenie transferów publicznych do polskiego rolnictwa – w tempie 1,5%. Pozostałe dwa scenariusze zakładają odpowiednio silniejsze (optymistyczny) i wolniejsze (pesymistyczny)

wzrosty wielkości produkcji rolniczej końcowej. Zakłada się bowiem, że nawet przy wystąpieniu recesywnych zmian w użytkowaniu powierzchni gruntów intensyfikacja i tendencje wzrostowe w produkcji końcowej będą podtrzymane i przyrost wydajności znacząco przewyższy utracone powierzchnie i produkcje z gruntów przeznaczonych na inne cele. Bazując na powyższych założeniach, oszacowano wartość produkcji końcowej oraz wielkość powierzchni upraw zbóż na rok 2025 (tab. 4). Scenariusz zrównoważony *a priori* uznano za najbardziej realny i według niego w roku 2025 powierzchnia zbóż powinna wynosić 7,34 mln ha, a wartość produkcji końcowej wyniesie około 103,1 mld zł.

Przyjęte scenariusze odnośnie do powierzchni zbóż oraz wielkości produkcji końcowej w roku 2025 pozwalają na oszacowanie za pomocą funkcji regresji wielorakiej prognoz zużycia nawozów mineralnych. Według założeń scenariusza zrównoważonego w roku 2025 w polskim rolnictwie zużycie nawozów mineralnych NPK wynosić będzie około 2244 tys. ton, co odpowiada prawie 163,1 kg NPK/ha UR (tab. 5). Wynik ten jest również zbliżony z prognozami tworzonymi na podstawie analizy funkcji trendu oraz Fertilizers Europe (EFMA, 2014). Przewidywany poziom nawożenia mineralnego zwiększy się w stosunku do średniej z lat 2011–2013 o ponad 15%. W warunkach polskich, według badań IUNG PIB (Fotyma i in., 2009), obecnie optymalne z punktu widzenia agrotechnicznego i ekonomicznego

Tabela 4. Założenia dotyczące powierzchni zbóż oraz wartości produkcji końcowej rolnictwa w roku 2025 przy różnych scenariuszach rozwojowych

Table 4. Premises concerning the surface of cereals and the value of final agricultural production for a year 2025 according to various developmental scenarios

Wyszczególnienie Specification	Scenariusz optymistyczny Optimistic scenario	Scenariusz zrównoważony Sustainable scenario	Scenariusz pesymistyczny Pessimistic scenario
Powierzchnia zbóż w roku 2025 (tys. ha) The surface of cereals in 2025 (thous. ha)	7 433	7 340	7 271
Wielkość produkcji końcowej (ceny bieżące w mln zł) The value of final production (current prices in mln PLN)	109 865	103 086	96 685

Źródło: opracowanie własne.
Source: own elaboration.

Tabela 5. Prognozowane zużycie nawozów mineralnych NPK w przeliczeniu na czysty składnik na 2025 r. z wykorzystaniem metody regresji wielorakiej

Table 5. The prediction for the usage of compound mineral fertilizers expressed in a pure ingredient for a year 2025 with the use of multiple regression

Wyszczególnienie Specification	Prognoza 2025 – Forecast 2025		Przyrost w stosunku do lat 2011–2013 Growth compared to years 2011–2013
	tys. ton thousand tons	kg/ha UR kg/ha of agricultural land	
Scenariusz optymistyczny Optimistic scenario	2 374	169,9	21,9%
Scenariusz zrównoważony Sustainable scenario	2 244	163,1	15,3%
Scenariusz pesymistyczny Pessimistic scenario	2 127	157,1	109,2%

Zakłada się, że według scenariusza optymistycznego pow. UR wyniesie 13 972 tys. ha; zrównoważonego 13 756 tys. ha, a pesymistycznego 13 543 tys. ha.

Źródło: opracowanie własne.

According to an optimistic scenario, it is assumed that the surface of agricultural land will amount to 13 972 thous. ha, whereas according to a sustainable one: 13 756 thous. ha and a pessimistic one: 13 543 thous. ha.

Source: own elaboration.

nawożenie mineralne powinno kształtować się na poziomie około 150–160 kg/ha. Według przedstawionych prognoz dawka ta powinna być osiągnięta do roku 2025.

Jeżeli uwarunkowania zewnętrzne będą korzystniejsze niż w scenariuszu zrównoważonym, można oczekiwać wzrostów zużycia nawozów do 2025 roku nawet na poziomie 22%. Wówczas w polskim rolnictwie będzie

zużywane około 2374 tys. ton NPK. Według scenariusza pesymistycznego zużycie nawozów powinno kształtować się na poziomie około 2127 tys. ton, co oznacza, że wzrośnie ono około 9% w stosunku do średniej z lat 2010–2013. Należy jednak podkreślić, że nawet w scenariuszu pesymistycznym założono pokój w całej Europie, względnie stabilny – choć wolny – wzrost gospodarczy

oraz utrzymanie wsparcia rolnictwa i gospodarstw rolnych w ramach wspólnej polityki rolnej.

PODSUMOWANIE

Podsumowując prowadzone analizy, należy stwierdzić, że zastosowany wieloraki aparat badawczy pozwolił wskazać spektrum wzrostu zużycia nawozów mineralnych w perspektywie 2025 roku. Zaprezentowane wyniki są zasadniczo zbieżne z badaniami prowadzonymi w innych ośrodkach naukowych, jak również z raportami ONZ FAO oraz Fertilizers Europe. Realność prowadzonych analiz i prognoz zależy od wielu czynników trudno mierzalnych lub niemierzalnych, w tym od uwarunkowań politycznych, społecznych i gospodarczych, świata i Europy, a stąd także i Polski. Bardzo duże znaczenie w tak długiej perspektywie będą mieć realne ceny nawozów, a także ceny surowców rolnych i żywności. Gospodarstwa relatywnie mniejsze, słabsze ekonomicznie czy też upadające ograniczać będą stosowanie środków intensyfikacji produkcji, w tym także nawozów. Można się spodziewać, że takie ich zachowanie przyspieszy może nasilenie się zjawiska dezagrarnizacji produkcyjnej w regionach rozdrobnionych strukturalnie i umiarkowanie wycofania się drobnych gospodarstw z produkcji rolnej. Podmioty rolne sprawne produkcyjnie i ekonomicznie dążyć będą do optymalizacji nawożenia poprzez precyzyjne dawkowanie nawozów nowych generacji. Istotne dla sprawdzalności wskazanych powyżej prognoz zużycia nawozów jest zaistnienie takich relacji ekonomicznych w zakresie cen surowców rolnych i nawozów, które sprzyjać będą procesom zwiększania produkcji rolnej. Doświadczenia rozwiniętych gospodarczo krajów, w tym UE-15 wskazują, że zwiększanie produkcji odbywać się będzie przez technologie intensywne – nawozochłonne. Istnieje wiele argumentów wskazujących, że nawożenie mineralne w Polsce wykazywać będzie w kolejnym dziesięcioleciu tendencje wzrostowe. Jego wzrost oscylować będzie w granicach 9–23,5% w porównaniu ze średnią z lat 2010–2013. W najbardziej prawdopodobnym, zrównoważonym scenariuszu przemian w rolnictwie wzrost ten wynosił będzie ok. 15%. Pozwoli to na umiarkowany wzrost wolumenu produkcji roślinnej pomimo dalszego zmniejszania się powierzchni ziemi użytkowanej rolniczo i wypadania z produkcji drobnych gospodarstw rolnych.

LITERATURA

- Błoch, Z. (1999). Prognozowanie plonów zbóż metodami adaptacyjnymi. W: *Pam. Puł. Mat. Konf.*, 114.
- Cieślak, M. (1997). Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania. Warszawa: PWN.
- EFMA (2014). Forecast of Food, Farming and Fertilizer use in the European Union 2013–2023. Fertilizers Europe.
- Filipiak, K. (2009). Ilościowe metody prognozowania w rolnictwie. W: I. Marcinkowska (red.), *Kierunki zmian w produkcji roślinnej w Polsce do roku 2020*. Stud. Rap. IUNG-PIB, 14: 9–18.
- Fotyma, M., Jgras, J., Kopiński, I. (2009). Produkcyjne i środowiskowe uwarunkowania gospodarki nawozowej w Polsce. Stud. Rap. IUNG-PIB, 14, 187–206.
- Hamulczuk, M., Sańko, S. (2011). Istota prognozowania na podstawie szeregów czasowych. W: M. Hamulczuk (red.), *Prognozowanie cen surowców rolnych z wykorzystaniem modeli szeregów czasowych*. Warszawa: Wyd. IERiGŻ-PIB.
- Seremak-Bulge J. (red.). (2014). Rynek środków produkcji dla rolnictwa. Stan i perspektywy. Warszawa: Wydawnictwo IERiGŻ-PIB.
- Józwiak, W., Michna, W., Mirkowska, Z. (2011). Procesy zachodzące w rolnictwie polskim w latach 1990–2010, projekcje na rok 2013 i pożądana wizja rolnictwa w 2020 roku – zagadnienia wybrane. Warszawa: Wyd. IERiGŻ-PIB.
- Krasowicz, S., Kuś, J. (2010). Kierunki zmian w produkcji rolnej w Polsce do roku 2020 – próba prognozy. *Zagad. Ekon. Roln.*, 3, 5–18.
- Krasowicz, S., Filipiak, K. (1996). Ekonometryczne metody oceny trendów czynników produkcji i plonów (z. 339). Puławy: IUNG.
- Michna, W. (2012). Aktualizacja prognoz w zakresie struktury i liczby gospodarstw rolnych oraz pogłowia zwierząt gospodarskich w Polsce w perspektywie 2020 r. w świetle wstępnych wyników Spisu rolnego 2010. Warszawa: IERiGŻ-PIB.
- Osińska, M. (2008). Ekonometryczna analiza zależności przyczynowych. Toruń: Wyd. UMK.
- Stańko S. (2006). Prognozowanie w rolnictwie. Warszawa: Wyd. SGGW w Warszawie.
- Stańko, S. (2009). Perspektywy produkcji rolnej w Polsce w kontekście podaży i popytu w Europie. *Zagad. Dor. Roln.*, 2 (57), 17–42.
- Sroka, W., Sulewski, P., Kocielska, U. (2008). Ocena przydatności wybranych metod do prognozowania plonów roślin. *Rocz. Nauk Roln. Ser. G Ekon. Roln.*, 95, 2, 68–82.
- Sroka, W., Dacko, M. (2010). Ocena czynników rozwoju przodujących gospodarstw rolniczych z wykorzystaniem

- drzew regresyjnych typu C&RT. *Zagad. Ekon. Roln.*, 2, 100–112.
- Stanisz, A. (2007). *Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny (t. 3). Analizy wielowymiarowe*. Kraków: StatSoft Polska.
- Szaleniec, M. (2008). *Sieci neuronowe i regresja wieloraka – czyli jak określić złożoność w badaniach naukowych?* W: J. Wątroba (red.), *Zastosowania statystyki i data mining w badaniach naukowych*. Kraków: StatSoft.
- Zalewski, A., Rembeza, J. (2013). *Światowy rynek nawozów mineralnych z uwzględnieniem zmian cen bezpośrednich nośników energii oraz surowców*. Warszawa: Wyd. IERiGŻ.
- Zeliaś, A., Pawełek, B., Wanat, S. (2003). *Prognozowanie ekonomiczne. Teoria, przykłady*. Warszawa: Wyd. Nauk PWN.
- Zeliaś, A. (1997). *Przestrzenno-czasowe modelowanie i prognozowanie zjawisk gospodarczych*. W: A. Zeliaś (red.), *Materiały z XVIII Ogólnopolskiego Seminarium Naukowego zorganizowanego przez Zakład Teorii Prognoz Katedry Statystyki Akademii Ekonomicznej w Krakowie*. Kraków: Wyd. AE w Krakowie.

MULTIFARIOUS FORECASTS CONCERNING THE USE OF MINERAL FERTILIZERS IN POLAND IN 2014–2025

Summary. Mineral fertilizers are considered to be a driving force for production in the present day agriculture. In Poland, from among 2.5 mln tons of compound mineral fertilizers, expressed in a pure ingredient, above 2 mln tons is used in domestic agriculture. Since 1992 has been a growing tendency in the usage of such fertilizers. The main aim of this analysis is to present multifarious forecasts concerning the use of mineral fertilizers in Poland in 2014–2025. Three ways of building a future prediction have been used in the conducted research: extrapolation, adaptation and causal prediction. The analyses pinpoint that till 2025 the estimated growth in the use of mineral fertilizers is going to fluctuate around 9–23.5% in comparison with the average score in 2010–2013. It is important to mention that in the most probable and sustainable scenario of a transformation in agriculture, this growth is going to amount to about 15%.

Key words: mineral fertilizers, prediction of usage, Polish agriculture

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 15.04.2015

Do cytowania – For citation

Sroka, W., Musiał, W. (2015). Wariantowa projekcja zużycia nawozów mineralnych w Polsce na lata 2014–2025. *J. Agribus. Rural Dev.*, 2(36), 291–302. DOI: 10.17306/JARD.2015.31