



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

**Światowy rynek  
nawozów mineralnych  
z uwzględnieniem  
zmian cen bezpośrednich  
nośników energii  
oraz surowców  
(3)**

**nr 72**

**Warszawa 2013**

**Arkadiusz Zalewski  
Jerzy Rembeza**

**KONKURENCYJNOŚĆ POLSKIEJ GOSPODARKI  
ŻYWNOŚCIOWEJ W WARUNKACH GLOBALIZACJI  
I INTEGRACJI EUROPEJSKIEJ**



**Światowy rynek  
nawozów mineralnych  
z uwzględnieniem  
zmian cen bezpośrednich  
nośników energii  
oraz surowców  
(3)**





INSTYTUT EKONOMIKI ROLNICTWA  
I GOSPODARKI ŻYWNOŚCIOWEJ  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

**Światowy rynek  
nawozów mineralnych  
z uwzględnieniem  
zmian cen bezpośrednich  
nośników energii  
oraz surowców  
(3)**

*Redakcja naukowa:  
dr inż. Piotr Szajner*

*Autorzy:  
mgr inż. Arkadiusz Zalewski  
dr hab. Jerzy Rembeza, prof. nadzw. IHAR-PIB*



KONKURENCYJNOŚĆ POLSKIEJ GOSPODARKI  
ŻYWNOŚCIOWEJ W WARUNKACH GLOBALIZACJI  
I INTEGRACJI EUROPEJSKIEJ

**Warszawa 2013**

Pracę zrealizowano w ramach tematu

**Monitoring rynków rolno-spożywczych w warunkach zmieniającej się sytuacji ekonomicznej**

w zadaniu *Monitoring i ocena zmian na światowych rynkach rolnych*

Celem opracowania jest analiza zmian, jakie zaszły na światowym rynku nawozów mineralnych w latach 2002-2012 w sferze popytu, podaży, handlu zagranicznego oraz ich wpływu na poziom cen, a także powiązań z rynkiem bezpośrednich nośników energii, rynkiem surowców wykorzystywanych do produkcji nawozów mineralnych i rynkiem surowców rolnych.

Recenzent

*prof. dr hab. inż. Jan Pawlak*

Korekta

*Barbara Pawłowska*

Redakcja techniczna

*Leszek Ślipki*

Projekt okładki

*AKME Projekty Sp. z o.o.*

ISBN 978-83-7658-385-3

*Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej*

*– Państwowy Instytut Badawczy*

*ul. Świętokrzyska 20, 00-950 Warszawa*

*tel.: (0 22) 50 54 444*

*faks: (0 22) 50 54 636*

*e-mail: [dw@ierigz.waw.pl](mailto:dw@ierigz.waw.pl)*

*<http://www.ierigz.waw.pl>*

# Spis treści

<b>Wprowadzenie .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Charakterystyka produkcji i handlu zagranicznego surowcami wykorzystywanymi do produkcji nawozów mineralnych .....</b>	<b>9</b>
1.1. Amoniak .....	9
1.2. Gaz ziemny .....	12
1.3. Fosforyty .....	18
1.4. Kwas fosforowy .....	22
1.5. Sól potasowa .....	25
<b>2. Produkcja nawozów mineralnych.....</b>	<b>28</b>
2.1. Produkcja nawozów azotowych .....	32
2.2. Produkcja nawozów fosforowych .....	36
2.3. Produkcja nawozów potasowych .....	39
<b>3. Handel zagraniczny nawozami mineralnymi .....</b>	<b>41</b>
3.1. Handel zagraniczny nawozami azotowymi .....	44
3.2. Handel zagraniczny nawozami fosforowymi .....	45
3.3. Handel zagraniczny nawozami potasowymi .....	47
<b>4. Zużycie nawozów mineralnych .....</b>	<b>49</b>
4.1. Czynniki wpływające na zmiany globalnego zużycia nawozów mineralnych .....	49
4.2. Globalne zużycie nawozów mineralnych .....	52
4.3. Regionalne zmiany zużycia nawozów .....	53
4.4. Zużycie nawozów mineralnych w wybranych krajach .....	55
<b>5. Ceny nawozów mineralnych na światowych rynkach .....</b>	<b>57</b>
5.1. Ceny surowców do produkcji nawozów i wybranych bezpośrednich nośników energii.....	58
5.2. Ceny podstawowych nawozów mineralnych .....	59
<b>6. Ceny nawozów mineralnych w Polsce i ich powiązania z rynkami zagranicznymi.....</b>	<b>61</b>
6.1. Zmiany cen nawozów na rynku polskim i międzynarodowym – tendencje długookresowe ..	62
6.2. Sezonowość cen nawozów mineralnych .....	65
6.3. Długookresowe powiązania pomiędzy cenami poszczególnych nawozów mineralnych – wyniki testów kointegracji .....	70
6.4. Krótkookresowe powiązania pomiędzy cenami nawozów w Polsce a cenami surowców i nawozów na rynku międzynarodowym.....	73
<b>Podsumowanie .....</b>	<b>84</b>



## Wprowadzenie

Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej od początku lat 90. analizuje sytuację na rynku nawozów mineralnych<sup>1</sup>. Na światowym rynku nawozów mineralnych w ostatnich latach zaszły istotne zmiany, które w dużym stopniu determinowały uwarunkowania rynków lokalnych, w tym również rynku polskiego. Poziom krajowej produkcji pozwala na niemal pełne zaspokojenie potrzeb polskiego rolnictwa w zakresie stosowania nawozów azotowych i fosforowych, jednak dostawy nawozów potasowych pochodzą głównie z zagranicy. Ponadto Polska jest znaczącym w regionie eksporterem nawozów azotowych. Warto podkreślić, że praktycznie cała rodzima produkcja realizowana jest w oparciu o surowce pochodzące z importu – gaz ziemny, fosforyty i sól potasową, co dodatkowo decyduje o silnym powiązaniu polskiego rynku nawozów mineralnych z rynkiem międzynarodowym. Stąd podjęto decyzję o monitorowaniu zmian zachodzących na światowym rynku.

Zaprezentowany raport jest trzecim z serii opracowań monitorujących zmiany dokonujące się na światowym rynku nawozów mineralnych i podstawowych surowców do ich wytwarzania. W kolejnych latach przewidziano kontynuowanie serii raportów o stanie globalnego sektora nawozowego, przed którym stoi wiele wyzwań związanych przede wszystkim z koniecznością intensyfikacji produkcji rolnej w warunkach ograniczonej powierzchni użytków rolnych. Problem jest istotny z uwagi na rosnącą konkurencję o surowce rolne w kontekście dynamicznie rosnącego zapotrzebowania na żywności na świecie oraz wzrostu wykorzystania surowców rolnych w sektorze paliwowo-energetycznym.

W ostatnich latach na wielu rynkach, m.in. bezpośrednich nośników energii, metali, minerałów i surowców rolnych obserwowano duże wahania cen. Podobne tendencje wystąpiły również na rynku nawozów mineralnych. Dynamicznie rosnący popyt na nawozy mineralne ze strony państw rozwijających się, w warunkach ograniczonych możliwości szybkiego zwiększenia podaży doprowadził w latach 2007-2008 do kilkukrotnego wzrostu cen nawozów mineralnych, który na taką skalę dotychczas nie był notowany. Wysokie ceny nawozów na światowych rynkach spowodowały jednak wyraźne pogorszenie opłacalności ich stosowania. Zbiegło się to w czasie z pogłębiającym się kryzysem gospodarczym obejmującym również sektor rolny. Drastycznie zmalał popyt na nawozy w większości regionów świata, co doprowadziło do obniżenia ich cen do poziomu z 2007 r. Od 2010 r. zapotrzebowanie na relatywnie tanie nawozy zaczęło

---

<sup>1</sup> W ramach corocznie publikowanego raportu dotyczącego rynku środków produkcji dla rolnictwa.



znów rosnąć, co przełożyło się na wzrosty ich cen. Skala podwyżek była jednak dużo niższa niż w rekordowym 2008 r. Pod koniec 2011 r. ceny zaczęły się stabilizować, a w 2012 r. nieznacznie maleć. Spadek cen w ostatnim czasie wynikał z wyraźnego spowolnienia szybko rosnącego dotychczas popytu na nawozy mineralne głównie w Indiach i Chinach, przy znacząco większej podaży. Sprzyjały temu również niewielkie wahania cen surowców do produkcji nawozów oraz spadek cen zbóż.

Celem raportu jest przedstawienie uwarunkowań mających istotny wpływ na sytuację podaży-popytu na światowym rynku nawozów mineralnych.

Zakres czasowy niniejszego raportu obejmuje lata 2002-2012, w tym okresie nastąpiły bowiem istotne zmiany zarówno w sferze globalnej produkcji, zużycia, jak i handlu światowego. W raporcie ukazano najważniejszych producentów oraz użytkowników zarówno surowców wykorzystywanych do produkcji, jak również gotowych nawozów mineralnych. W rozdziale pierwszym scharakteryzowany został rynek najważniejszych surowców do produkcji nawozów, zwracając uwagę na silną koncentrację produkcji i kontrolowanie eksportu przez kilku największych producentów. Przybliżono również dynamicznie rozwijający się rynek gazu łupkowego, który przyczynił się do wyraźnego obniżenia cen gazu w USA. Rozdziały drugi i trzeci przedstawiają produkcję oraz handel międzynarodowy gotowymi nawozami mineralnymi, uwzględniając specyfikę każdej grupy asortymentowej. W kolejnym rozdziale omówiono zmiany zużycia nawozów mineralnych w skali globalnej, wskazując na istotne różnice w tendencjach zużycia między krajami rozwijającymi się a rozwiniętymi. Przedstawiono czynniki, które w największym stopniu wpływają na dynamiczny wzrost intensyfikacji rolnictwa. W rozdziale piątym analizowano ceny nawozów mineralnych oraz surowców do ich produkcji, zwracając uwagę na przyczyny spadku cen w ostatnim okresie. W ostatnim rozdziale szczegółowo analizowano powiązania cen nawozów w Polsce i na rynku międzynarodowym, zwracając uwagę na ich wyraźną sezonowość. Badano także zależności pomiędzy cenami nawozów i cenami surowców do ich produkcji.

# 1. Charakterystyka produkcji i handlu zagranicznego surowcami wykorzystywanymi do produkcji nawozów mineralnych

## 1.1. Amoniak

W środowisku naturalnym amoniak powstaje jako produkt gnicia substancji białkowych, natomiast w warunkach przemysłowych – z połączenia azotu i wodoru. Źródłem azotu jest powietrze, natomiast wodór jest otrzymywany z węgla lub jego związków, a jego źródłem są naturalne paliwa lub produkty ich przetwarzania (produkty zgazowania węgla, produkty przerobu ropy naftowej, koks). Najczęściej jednak stosowanym surowcem jest gaz ziemny<sup>2</sup>, zawierający głównie metan. W efekcie katalitycznej reakcji metanu z parą wodną (tzw. reforming parowy) oraz reakcji półspalania w obecności powietrza (tzw. wtórny reforming) oraz szeregu reakcji i procesów fizycznych mających na celu usunięcie niepożądanych produktów otrzymuje się gaz syntezowy, będący mieszaniną wodoru i azotu w proporcjach ściśle odpowiadających równaniu syntezy amoniaku [Czuba 1996].

Ponad 97% sprzedawanych nawozów azotowych uzyskuje się z amoniaku. Pozostałe 3% stanowi siarczan amonu, który jest produktem ubocznym w procesie wytwarzania kaprolaktamu oraz saletry: chilijska, norweska i indyjska, które występują naturalnie jako minerały [Dembowska 2011].

Szacuje się, że 81% światowej produkcji amoniaku wykorzystuje się do wytwarzania nawozów mineralnych, 3% stosuje się bezpośrednio jako nawóz (głównie w USA) [Abram, Forster 2005]. Pozostałe 16% wytworzonego amoniaku ma zastosowanie w przemyśle m.in. do produkcji czynnika chłodniczego, tkanin syntetycznych, materiałów wybuchowych, wody amoniakalnej oraz jako dodatek do pasz. Znajduje on również zastosowanie w przemyśle metalowym np. do utwardzania powierzchni stalowych.

---

<sup>2</sup> W skali światowej około 77% amoniaku uzyskuje się w procesie parowego reformingu gazu ziemnego, 14% ze zgazowania węgla (metoda rozpowszechniona w Chinach) oraz 9% ze spalania produktów ropopochodnych i ciężkich frakcji węglowodorowych (metoda popularna w Indiach) [Tracking...2007]. Najmniej energochłonne jest pozyskiwanie amoniaku z gazu ziemnego, a najwięcej energii pochłania produkcja amoniaku z węgla.

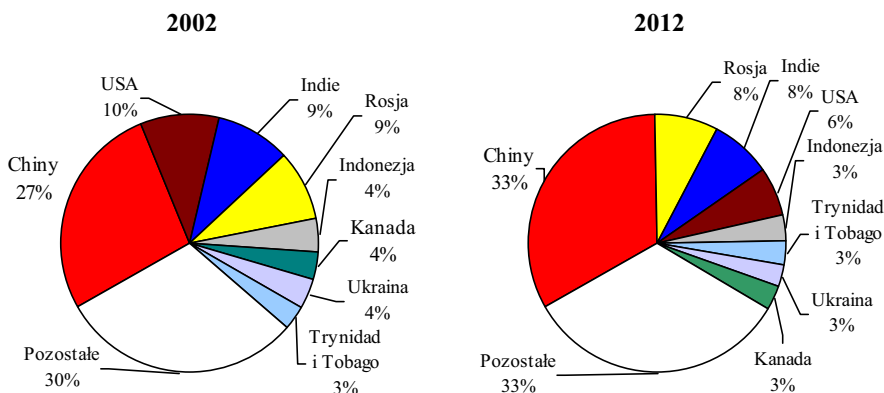
### Produkcja<sup>3</sup>

Światowa produkcja amoniaku w 2012 r. wyniosła 166 mln ton i w ciągu 10 lat wzrosła o 28%. Produkcja amoniaku w 2012 r. wykorzystywała 81% zdolności wytwórczych, które wynosiły 204 mln ton.

Amoniak jest produkowany w ponad 60 krajach, jednak przeważająca część produkcji skoncentrowana jest w kilku krajach dysponujących największymi na świecie zasobami gazu ziemnego oraz węgla. Największym producentem amoniaku są Chiny, które wytworzyły w 2012 r. ponad 32% światowej produkcji (rys. 1). Udział pozostałych liczących się producentów jest znacznie mniejszy i wynosi od 8% (Indie i Rosja) do 3-6% (USA, Indonezja, Trynidad i Tobago, Ukraina, Kanada). Udział Unii Europejskiej w światowej produkcji amoniaku w 2012 r. wyniósł około 10%. Największymi producentami w UE są kolejno Niemcy, Holandia, Polska i Rumunia.

W ostatnim dziesięcioleciu istotnie wzrosło znaczenie krajów, głównie z Bliskiego Wschodu, takich jak np. Arabia Saudyjska, Iran, Katar, Oman, Egipt, ale także Wenezueli. Szybko rosnąca produkcja wynika przede wszystkim z przewag kosztowych, jakimi dysponują producenci amoniaku w tych krajach (dostęp do tańszego gazu ziemnego, tania siła robocza).

**Rysunek 1. Struktura geograficzna produkcji amoniaku na świecie**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

W ciągu 10 lat nieznacznie zwiększyła się koncentracja produkcji amoniaku. Udział pięciu największych producentów wzrósł z 57 do 58%. Wśród

<sup>3</sup> Opracowano na podstawie danych statystycznych International Fertilizer Industry Association (IFA) – [www.fertilizer.org](http://www.fertilizer.org).

nich największy wzrost produkcji odnotowano w Chinach (o 57%), Trynidadzie i Tobago (o 35%), w Rosji (o 31%) oraz w Indiach (o 8%). W USA produkcję amoniaku obniżono (o 17%).

#### *Handel zagraniczny<sup>4</sup>*

Międzynarodowy handel amoniakiem jest stosunkowo niewielki. W 2012 r. niespełna 19 mln ton amoniaku podlegało wymianie handlowej. Udział obrotów handlowych w globalnej produkcji wyniósł około 11% i był porównywalny z latami poprzednimi. Stosunkowo mały udział eksportu w globalnej produkcji wynika z faktu, że najwięksi producenci amoniaku (Chiny, USA oraz Indie) przeznaczają całą ilość wytworzonego amoniaku na rynek wewnętrzny. Poza tym koszty transportu amoniaku, wynikające ze specyfiki tej trudnej do transportu substancji, są wysokie. Transport amoniaku podlega bowiem przepisom o przewozie materiałów niebezpiecznych. Bardziej popularny, a zarazem tańszy jest zakup gazu ziemnego, a następnie jego przetwarzanie w kraju przeznaczenia.

Transport amoniaku odbywa się głównie drogą morską. W 2012 r. około 89% amoniaku było przewożone w taki sposób. Pozostałe 11% przewozów było realizowane drogą lądową, głównie w Europie oraz w Ameryce Północnej.

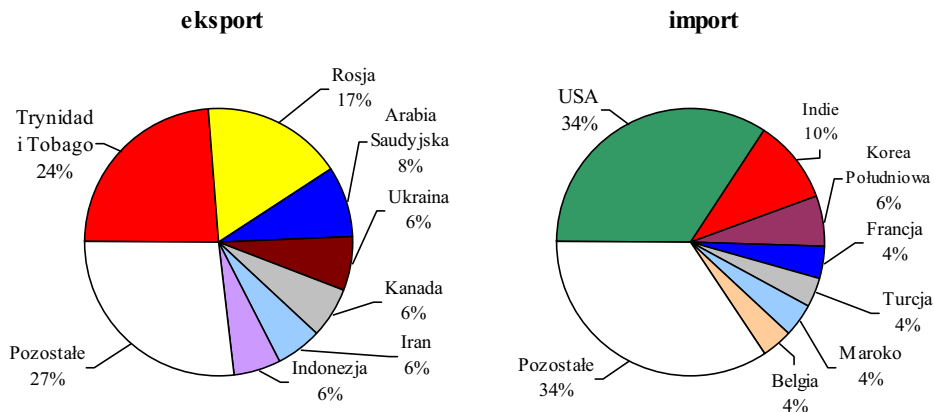
W 2012 r. największym eksporterem amoniaku był Trynidad i Tobago z 24% udziałem w globalnym eksporcie (rys. 2). Kraj ten jest jednym z czołowych producentów amoniaku, przy czym zapotrzebowanie rynku wewnętrznego jest tam niewielkie. W związku z tym większość produkcji (ponad 80%) jest przeznaczana na eksport. Sprzyja temu również bliskie sąsiedztwo z chłonnym rynkiem USA. Dużą nadwyżkę produkcji amoniaku przeznaczaną na eksport mają również Rosja oraz Arabia Saudyjska. W Rosji jednak na eksport przeznaczane jest zaledwie 23% wyprodukowanego amoniaku, mimo to udział Rosji w globalnym eksporcie wyniósł w 2012 r. około 17%. W Arabii Saudyjskiej około 42% produkcji jest eksportowane, a jej udział w globalnym eksporcie wyniósł 8%. Ważnymi eksporterami amoniaku są również Ukraina, Kanada, Indonezja, Iran i Egipt. W ciągu 10 lat eksport amoniaku z Trynidadu i Tobago oraz z Rosji wzrósł o ponad 30%, natomiast z Arabii Saudyjskiej, Iranu i Egiptu aż kilkukrotnie. Dynamicznie rosnące znaczenie krajów Bliskiego Wschodu jest spowodowane wysoką ich konkurencyjnością wynikającą zarówno z dostępu do tańszego gazu ziemnego, ale także z nowoczesnej i bardziej efektywnej<sup>5</sup> infrastruktury instalacji produkcyjnych.

---

<sup>4</sup> Opracowano na podstawie danych IFA.

<sup>5</sup> Jednostkowe zużycie energii w produkcji amoniaku (przy wykorzystaniu gazu ziemnego) w krajach Bliskiego Wschodu wynosi średnio 36 GJ/t NH<sub>3</sub>, podczas gdy w Ameryce Północ-

**Rysunek 2. Struktura geograficzna handlu zagranicznego amoniakiem w 2012 r.**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie IFA.

W 2012 r. największym importerem amoniaku było USA, z 34% udziałem w globalnym imporcie. Udział Indii wyniósł 10%, Korei Południowej 6%, a Maroka, Belgii, Turcji i Francji po 4%. Wysoki import amoniaku w USA, Indiach, Korei Południowej, Turcji i Francji wynika z dużego popytu wewnętrznego na nawozy azotowe, do których produkcji używa się amoniaku. Maroko, posiadające największe na świecie złoża fosforytów, importuje amoniak w celu wykorzystania go do produkcji fosforanu amonu z przeznaczeniem na eksport.

## 1.2. Gaz ziemny

Gaz ziemny to paliwo pochodzenia organicznego, zbierające się w skorupie ziemskiej, składające się w ponad 90%<sup>6</sup> z metanu (CH<sub>4</sub>). Jego pokłady występują samodzielnie lub towarzyszą złożom ropy naftowej lub węgla kamiennego. Gaz ziemny jest używany powszechnie jako paliwo do wytwarzania ciepła i energii, a także stanowi niezbędny surowiec dla przemysłu chemicznego. Gaz ziemny jest jednym z najważniejszych, ale też jednym z najbardziej perspektywicznych surowców energetycznych. W energetyce światowej zauważa się

---

nej jest to 37,9 GJ/t NH<sub>3</sub>, w Europie Środkowej 43,6 GJ/t NH<sub>3</sub>, a w krajach WNP 39,9 GJ/t NH<sub>3</sub> [Tracking...2007].

<sup>6</sup> Pozostałe 10% stanowią butan, etan, propan i inne związki organiczne.

stopniowy, ale wyraźny trend wzrostowy w zakresie udziału gazu ziemnego w rynku energetycznym. W 2012 r. gaz ziemny miał 23,9% udziału w globalnym zużyciu energii po ropie naftowej (33,1%) i węglu (29,9%). Dla porównania funkcjonujące elektrownie atomowe dostarczyły 4,5%, a energia ze źródeł odnawialnych, w tym też z hydroelektrowni, to mniej niż 9% udziału w światowym bilansie [Osikowicz 2013].

Ponadto gaz ziemny ma istotną przewagę nad ropą naftową i węglem, gdyż jest paliwem o najwyższym stopniu czystości. Przy jego spalaniu powstaje blisko o połowę mniej dwutlenku węgla niż przy spalaniu ropy naftowej, jej produktów oraz węgla [Rychlicki, Siemek 2008].

Gaz ziemny jest najpowszechniejszym, a jednocześnie najbardziej wydajnym i najtańszym surowcem wykorzystywanym w procesie produkcji amoniaku. Koszt gazu ziemnego stanowi najważniejszy składnik kosztów produkcji amoniaku szacowany na 72-85%. Do wyprodukowania 1 tony amoniaku zużywane jest 1,23 tys. m<sup>3</sup> gazu ziemnego [Huang 2007]. Około 5% zużywanego na świecie gazu ziemnego pochłania produkcja amoniaku [Fixen 2009].

### *Rezerwy*

Ze względu na charakter skał, w których występują nagromadzenia gazu ziemnego, złoża dzieli się zwykle na dwie kategorie: konwencjonalne oraz niekonwencjonalne<sup>7</sup>. Udokumentowane rezerwy<sup>8</sup> gazu ziemnego ze złóż konwencjonalnych w 2012 r. wyniosły 187 bln m<sup>3</sup> i były o 21 bln m<sup>3</sup> niższe niż szacowano jeszcze w 2011 r. Powodem obniżenia szacunków było skorygowanie w dół złóż rosyjskich, które były jeszcze do niedawna uznawane za największe na świecie. Pomimo ciągłej eksploatacji rezerwy gazu ziemnego

---

<sup>7</sup> Konwencjonalny gaz pochodzi zazwyczaj ze skał zbiornikowych o wysokiej przepuszczalności i nadaje się do wydobycia z zastosowaniem tradycyjnych technologii. Duża część gazu produkowanego obecnie na całym świecie ma charakter konwencjonalny, a jego wydobycie jest względnie proste i tanie. Z kolei gaz niekonwencjonalny znajduje się w skałach zbiornikowych o bardzo małej przepuszczalności, dlatego nie może być wydobywany w sposób konwencjonalny. Złoża niekonwencjonalne gazu położone są na ogół na dużo większych głębokościach niż ma to miejsce w przypadku złóż konwencjonalnych. Z tego też powodu udostępnienie ich jest bardziej kosztowne, znacznie trudniejsze technicznie i wymaga zastosowania zaawansowanych technologii. Wiercenie otworów pionowych, wykorzystywanych w przypadku złóż konwencjonalnych, jest dużo tańsze niż wiercenie otworów kierunkowych z odcinkiem horyzontalnym, które są niezbędne w tym przypadku.

<sup>8</sup> Rezerwy to część zasobów nadająca się do eksploatacji w obecnych warunkach technicznych i ekonomicznych. Zasoby natomiast to całkowite złoża surowców energetycznych w skorupie ziemskiej, oceniane jako możliwe do pozyskania w przyszłości.

charakteryzują się trendem wzrostowym. W ciągu 10 lat rezerwy wzrosły o około 20%, a w ciągu 30 lat o ponad 143% [BP...2013].

Największe złoża konwencjonalnego gazu ziemnego znajdują się na Bliskim Wschodzie, na który przypada 43% światowych rezerw, z czego na Iran – 18% (rys. 3). Duże pokłady gazu ziemnego posiada również Rosja (niecałe 18% światowych rezerw). Najwyższy, ponad 7-krotny wzrost rezerw w ostatnim dziesięcioleciu odnotowano w Turkmenistanie [BP...2013]. Rezerwy gazu ziemnego są silnie skoncentrowane. W 2012 r. udział pięciu krajów posiadających największe pokłady gazu ziemnego wynosił blisko 63%. Przy obecnym poziomie wydobycia konwencjonalnego gazu ziemnego jego eksploatacja może się zakończyć za niecałe 60 lat.

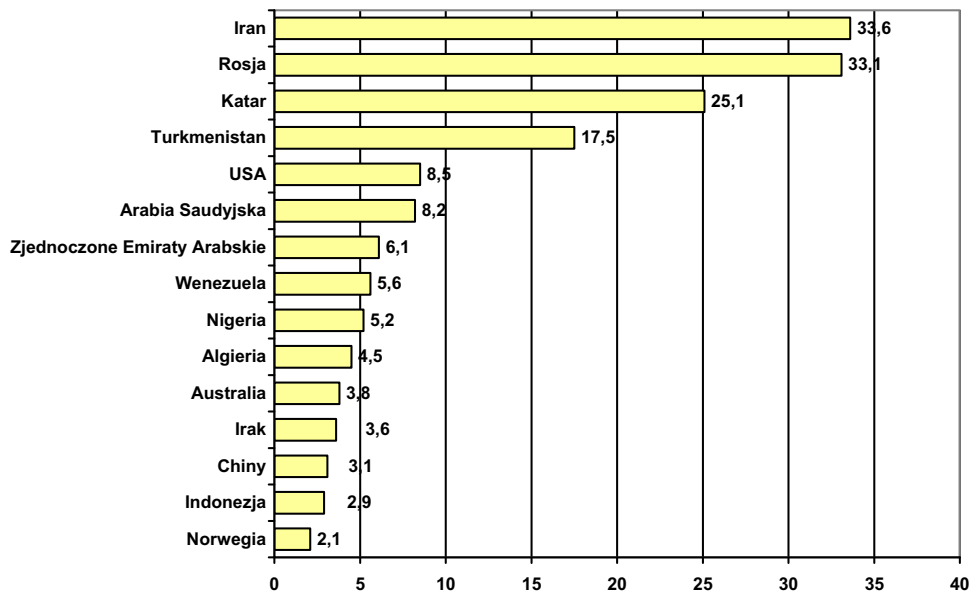
Zasoby gazu ze złóż niekonwencjonalnych znacznie przewyższają konwencjonalne. Zasoby niekonwencjonalne obejmują: gaz zamknięty w skałach ilastych<sup>9</sup> (*shale gas*), gaz w złożach o niskiej przepuszczalności znajdujący się w porach o ograniczonych połączeniach między sobą (*tight gas*), metan w pokładach węgla oraz gaz związany w postaci hydratów.

Technicznie możliwe do wydobycia zasoby gazu niekonwencjonalne oceniane są obecnie na około 400 bln m<sup>3</sup>, z czego ponad połowa przypada na złoża gazu uwięzionego w łupkach. Uważa się, że najwięcej gazu w złożach tego typu znajduje się w USA i Chinach (rys. 4). Poza tym najbardziej zasobne struktury znajdują się w Argentynie, Algierii, Kanadzie i Meksyku. W Europie największe złoża gazu łupkowego znajdują się w Polsce i we Francji. Nie określono dotąd dokładnie zasobów gazu występującego w postaci hydratów. Hydraty gazu ziemnego występują w północnych, arktycznych obszarach i w złożach podmorskich [Technically...2013, Osikowicz 2013].

---

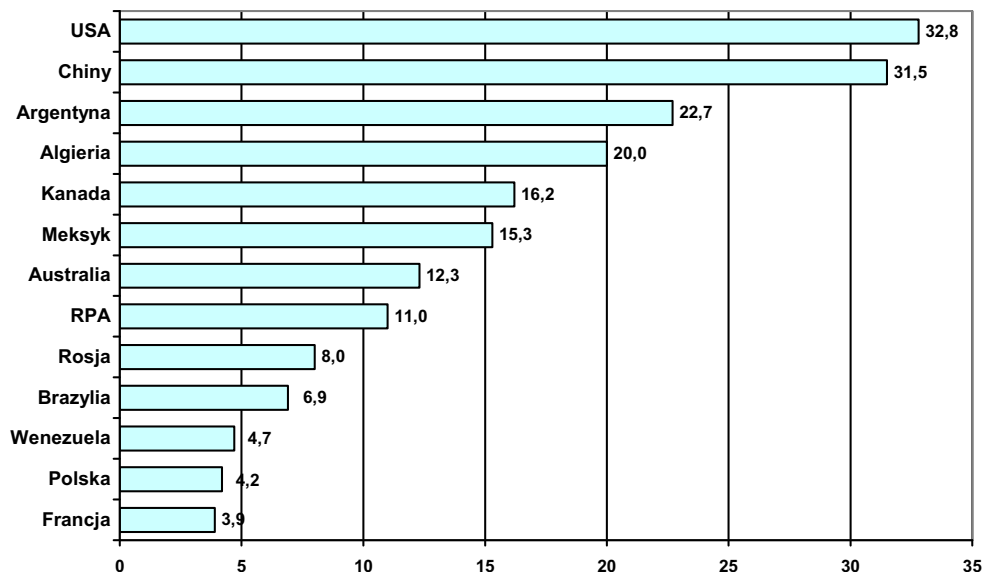
<sup>9</sup> Proces pozyskiwania gazu ziemnego z łupków gazonośnych zapoczątkowany został w USA i obecnie, ze względu na posiadane technologie, praktycznie tylko w tym kraju ma miejsce produkcja gazu z łupków na większą skalę. Udział gazu ze złóż niekonwencjonalnych w USA w 2010 r. wynosił 59%, z czego *tight gas* stanowił 26%, *shale gas* – 23%, a gaz pozyskiwany z pokładów węgla – 9% [Golden...2012].

**Rysunek 3. Światowe rezerwy konwencjonalnego gazu ziemnego w 2012 roku (bln m<sup>3</sup>)**



Źródło: [BP...2013].

**Rysunek 4. Kraje o najwyższych technicznie możliwych do wydobycia zasobach gazu ziemnego ze złóż łupkowych (bln m<sup>3</sup>)**



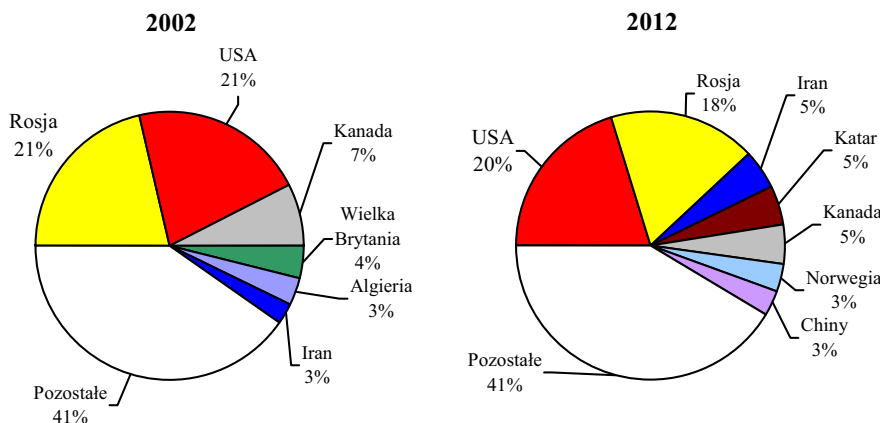
Źródło: [Technically...2013].



## Produkcja

W 2012 r. na świecie wydobyto blisko 3,4 bln m<sup>3</sup> gazu ziemnego, o 33% więcej niż 10 lat wcześniej. Liderami w produkcji gazu ziemnego są obecnie dwa kraje: USA, które zużywa gaz w całości na rynku wewnętrznym oraz Rosja, która głównie eksportuje gaz w większości do państw europejskich (rys. 5). Jeszcze kilka lat wcześniej największym producentem gazu na świecie była Rosja, jednak od 2009 r. jest nim USA, które systematycznie umacnia swoją pozycję. Szybko rosnąca produkcja w USA jest następstwem przede wszystkim dynamicznego rozwoju pozyskiwania gazu ziemnego ze złóż niekonwencjonalnych, który stanowi około 60% wydobycia gazu w tym kraju. Wydobycie gazu w 2012 r. w USA wzrosło o blisko 5% w porównaniu do roku poprzedniego, tymczasem w Rosji odnotowano prawie 3% spadek. Malejące wydobycie w Rosji wynika ze zmniejszonego popytu wewnętrznego oraz niższego eksportu do państw Unii Europejskiej [BP 2013].

**Rysunek 5. Struktura wydobycia gazu ziemnego na świecie**



Źródło: [BP...2013].

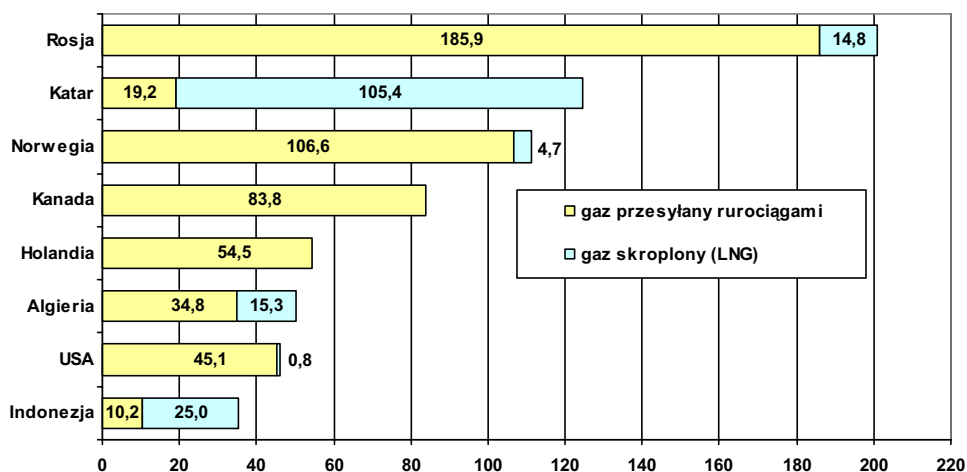
W ciągu 10 lat nastąpiło rozproszenie produkcji gazu ziemnego. O ile w 2002 r. udział pięciu największych producentów wynosił 57%, to w 2012 r. zmalał do 52%. Postępująca dekoncentracja wynika przede wszystkim z dynamicznego rozwoju wydobycia gazu ziemnego w szeregu krajów dysponujących ogromnymi jego zasobami, głównie z Bliskiego Wschodu, gdzie produkcja wzrosła nawet kilkukrotnie. W Katarze wydobycie zwiększono ponad 5-krotnie, a w Iranie, Egipcie i Arabii Saudyjskiej – ponad 2-krotnie, podczas gdy w USA produkcja wzrosła o 27%, w Rosji o 10%, a w Kanadzie zanotowano 17% jej spadek. Tak duże zwiększenie wydobycia gazu ziemnego

w Katarze związane było z dynamicznie rosnącym eksportem do krajów szybko rozwijających się, głównie do Indii, Korei Południowej i Chin. Malejąca produkcja w Kanadzie wynika z ograniczenia eksportu do USA, które dzięki rozwojowi technologii pozyskiwania gazu łupkowego dążą do całkowitego uniezależnienia od importu. W ciągu 10 lat istotnie, bo blisko 2-krotnie zwiększono wydobycie gazu w Norwegii, która dzięki uruchomieniu nowych złóż i elastycznej polityce ustalania cen transakcyjnych stała się największym dostawcą surowca do Unii Europejskiej, wyprzedzając w tym obszarze Rosję [BP...2013, Osikowicz 2013].

### Handel zagraniczny

Najwięksi eksporterzy gazu ziemnego korzystają zarówno z sieci rurociągów, jak również przesyłania gazu w formie skroplonej<sup>10</sup> (LNG). Transport rurociągowy jest tańszy, jednak dystans, na jaki może być tłoczony gaz jest z reguły ograniczony. Dostawy LNG są ekonomicznie uzasadnione, gdy odległość, na jaką ma być dostarczony gaz przekracza 5 tys. km. Dla odległości mniejszych bardziej efektywne są dostawy rurociągowo (2 tys. km dla rurociągu podmorskiego) [Sikora 2010]. W 2012 r. transport rurociągami pokrywał 68% wolumenu obrotów gazem ziemnym, natomiast przesył w formie LNG pozostałe 32%, jednak w ostatnich latach ta druga forma transportu cechuje się większą dynamiką wzrostu. Eksport gazu w formie LNG jest popularny głównie w krajach azjatyckich oraz Australii, Nigerii oraz w Trynidadzie i Tobago.

**Rysunek 6. Eksport gazu ziemnego w 2012 r. (mld m<sup>3</sup>)**



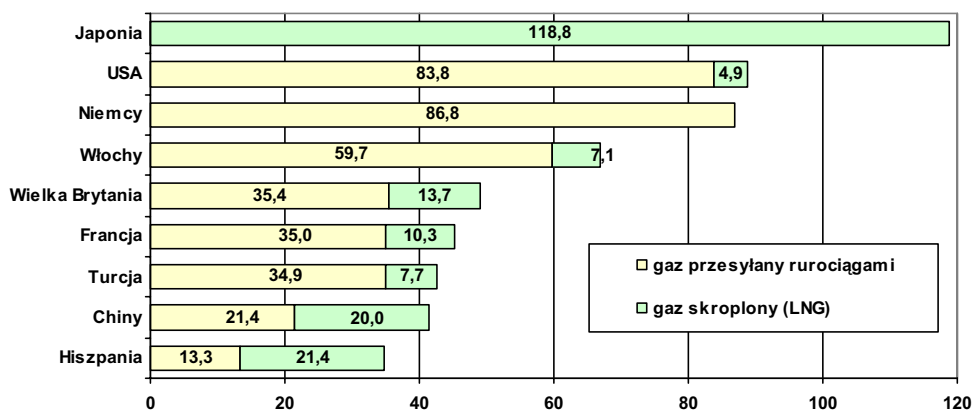
Źródło: [BP...2013].

<sup>10</sup> Gaz w formie skroplonej przesyłany jest za pomocą statków, tzw. gazowców.

W 2012 r. udział handlu zagranicznego w globalnym wydobyciu wyniósł blisko 31%. Największym eksporterem była Rosja z 19% udziałem w globalnym eksporcie (rys. 6). Rosja eksportuje gaz ziemny głównie za pomocą rurociągów (93% wolumenu wywozu). Ważnym eksporterem jest również Katar, który przesyła gaz głównie w formie LNG (85% wolumenu eksportu) oraz Norwegia i Kanada, które transportują gaz podobnie jak Rosja – rurociągami.

Największymi importerami gazu ziemnego są kraje wysoko uprzemysłowane, w tym: Japonia, z 11% udziałem w globalnym imporcie, USA – 9%, Niemcy – 8%, Włochy – 6% oraz inne kraje głównie z UE (rys. 7). Udział UE w globalnym imporcie gazu ziemnego w 2012 r. wyniósł około 38%, przy czym był realizowany głównie za pomocą rurociągów (80% wolumenu). USA również importuje gaz za pomocą rurociągów, natomiast Japonia realizuje dostawy w 100% w formie skroplonej.

**Rysunek 7. Import gazu ziemnego w 2012 r. (mld m<sup>3</sup>)**



Źródło: [BP...2013].

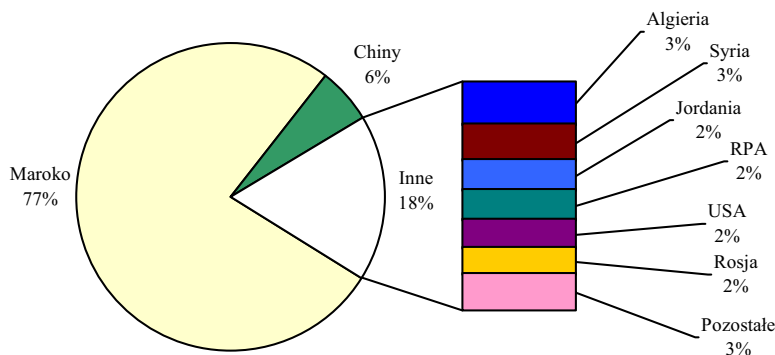
### 1.3. Fosforyty

Podstawowym surowcem do produkcji nawozów fosforowych są fosforyty, skały osadowe zawierające minerały fosforowe (również apatyty), występujące w nieodnawialnych złożach w różnych częściach kuli ziemskiej. Fosforyty wydobywa się sposobem górniczym: podziemnym lub odkrywkowym. Fosforyty są głównym i jedynym ekonomicznie opłacalnym źródłem fosforu na Ziemi. Złoża fosforytów cechują się różnym stopniem koncentracji fosforu, jednak opłacalne ekonomicznie jest jedynie eksploataowanie złóż o wysokiej koncentracji fosforu.

Rezerwy fosforytów, czyli pokładów, których wydobycie jest ekonomicznie opłacalne w obecnych warunkach technologicznych szacuje się na

67 mld ton, natomiast zasoby, czyli wszystkie pokłady zawierające fosforyty bez względu na ich koncentrację w skale czy usytuowanie pokładu ocenia się nawet na 290 mld ton. Rezerwy przy obecnym poziomie wydobycia mogą wystarczyć na ich eksploatację przez najbliższe 350 lat. Największe rezerwy fosforytów znajdują się w Maroku – około 50 mld ton<sup>11</sup>, Chinach – 3,7 mld ton i Algierii – 2,2 mld ton. (rys. 8) [www.minerals.usgs.gov].

**Rysunek 8. Światowe rezerwy fosforytów w 2012 r.**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych United States Geological Service (USGS).

### Produkcja<sup>12</sup>

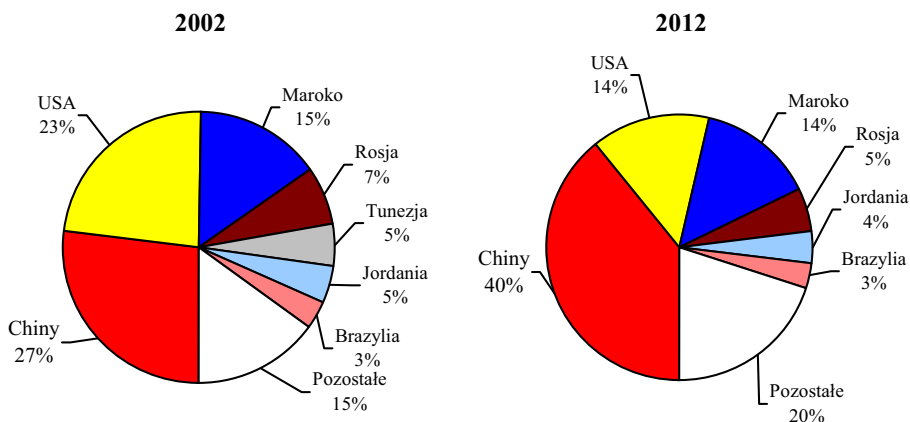
Światowe wydobycie fosforytów w 2012 r. wyniosło 196 mln ton i w okresie ostatnich 10 lat wzrosło o 27%. Zdolności wydobywcze wynosiły ponad 260 mln ton i były wykorzystywane w 75%. Produkcja fosforytów jest silnie skoncentrowana. Kraje dysponujące największymi zasobami fosforytów nie są największymi producentami. Krajem przodującym w produkcji tego surowca są Chiny z 40% udziałem w globalnym wydobyciu (rys. 9). Ponadto ważnymi producentami są również USA i Maroko. W UE fosforyty wydobywa się jedynie w Finlandii, a jej udział w globalnej produkcji nie przekracza 1%.

<sup>11</sup> Do 2010 r. w oficjalnych statystykach United States Geological Survey (USGS) rezerwy w Maroku szacowano jedynie na 5,7 mld ton. Statystyki USGS nie były jednak w pełni aktualizowane o informacje pochodzące ze źródeł pozarządowych. W 2010 r. International Fertilizer Development Center (IFDC) zgłosił nowe, znacznie wyższe oszacowania rezerw na podstawie informacji branżowych, a w 2011 r. USGS odpowiednio zaktualizował oszacowania dotyczące rezerw fosforytów. Szacunki te należy jednak traktować ostrożnie [Van Kauwenbergh 2010].

<sup>12</sup> Na podstawie danych IFA.

W ciągu dekady najbardziej wzrosło wydobycie fosforytów w Chinach – o blisko 90%, a w Maroku o ponad 20%. W tym czasie produkcję w USA zmniejszono o 14%. Wydobycie fosforytów w USA stale maleje, ponieważ powoli kończą się rezerwy tego surowca. Ponadto zmniejsza się ich eksport do Chin, które dynamicznie zwiększając wydobycie, niemal całkowicie uniezależniły się od importu. Dodatkowo w USA zastrzeżono przepisy dotyczące ochrony środowiska w branży górniczej, co skutecznie przyczynia się do ograniczania wydobycia. Szacuje się, że całkowite rezerwy fosforytów w USA znajdujące się głównie w stanach Północna Karolina i Floryda wyczerpią się za około 30 lat [Korzeniowska, Robaczyk 2011].

**Rysunek 9. Struktura geograficzna produkcji fosforytów**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Średnia zawartość fosforu ( $P_2O_5$ ) w wydobywanych fosforytach stopniowo się zmniejsza. W 2011 r. wyniosła ona 30,7%, o 0,6 pkt. proc. mniej niż 10 lat wcześniej (tab. 1). Szacuje się, że w 2012 r. wydobyte fosforyty zawierały już tylko 30,4%  $P_2O_5$ . Systematyczne pogarszanie jakości wydobywanego surowca spowodowane jest malejącymi zasobami fosforytów o najwyższej koncentracji fosforu w rudach. Złóża o największej koncentracji fosforu eksploatuje się przede wszystkim w Rosji, gdzie średnia zawartość  $P_2O_5$  w wydobytej rudzie wynosiła w 2011 r. blisko 39% oraz w RPA – ponad 37%. Stosunkowo najmniejsza zawartość  $P_2O_5$  występowała z kolei w Australii – niewiele ponad 24%. W Chinach z kolei średnia koncentracja fosforu wynosiła 30%, a w Maroku – blisko 32%.

**Tabela 1. Wydobycie fosforytów według zawartości fosforu w 2011 r. (mln ton)**

Kraj	<29,7 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	29,8-31,4 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	31,5-33,3 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	33,4-35,6 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	>35,7 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Średnia zawar- tość P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)
Ogółem	46,0	102,2	16,2	5,9	20,7	30,7
Chiny	-	73,0	-	-	-	30,0
USA	24,9	2,7	-	-	-	28,6
Maroko	2,7	14,7	7,2	0,4	2,8	31,8
Rosja	-	-	-	-	10,3	38,6
Jordania	0,5	2,5	3,1	1,5	-	32,1
Brazylia	-	-	-	3,9	2,0	35,1
Egipt	2,7	2,0	-	-	-	28,4
Syria	2,7	0,8	-	-	-	29,4
Izrael	-	1,6	1,5	-	-	30,7
Australia	2,5	-	-	-	-	24,1
Peru	-	2,5	-	-	-	30,4
RPA	-	-	-	-	2,5	37,2

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

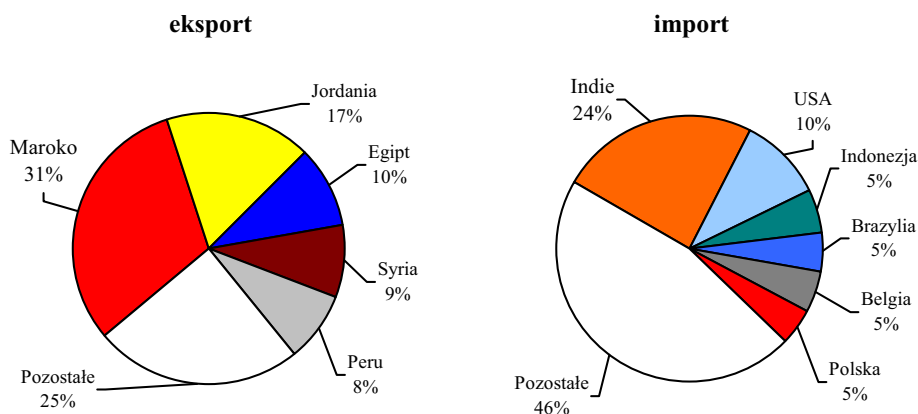
### Handel międzynarodowy

Wolumen wymiany handlowej fosforytami utrzymuje się od wielu lat na poziomie około 30 mln ton. Udział eksportu w produkcji fosforytów, pomimo wysokiej koncentracji wydobycia, jest niewielki i systematycznie się zmniejsza. W ciągu dekady zmalał z 20 do około 16%. Coraz bardziej powszechny i opłacalny staje się bowiem przerób fosforytów na kwas fosforowy blisko miejsca ich wydobycia. Ponadto Chiny i USA, które są największymi producentami fosforytów, przeznaczają całość produkcji na rodzimy rynek. Chiny 10 lat temu były trzecim po Maroku i Jordanii eksporterem fosforytów, jednak dynamicznie rosnące zapotrzebowanie chińskiego przemysłu nawozowego na ten surowiec spowodowało, że obecnie praktycznie cała produkcja jest przeznaczana na rynek krajowy. Podobne ograniczenie eksportu odnotowano w Rosji, natomiast Peru, Egipt i Syria odnotowały jego wyraźny wzrost.

W 2012 r. największym eksporterem fosforytów było Maroko z ponad 30% udziałem w globalnym eksporcie (rys. 10). Ważnymi eksporterami były również kraje Bliskiego Wschodu: Jordania, Egipt, Syria, a także Peru.

Liczba importerów znacznie przewyższa liczbę eksporterów. Wynika to przede wszystkim z silnej koncentracji wydobycia i kontrolowania eksportu przez kilka krajów z Afryki Północnej i Bliskiego Wschodu. W 2012 r. największym importerem fosforytów były Indie, z 24% udziałem w globalnym imporcie (rys. 10). Ważnymi importerami były takie kraje jak: USA, Indonezja, Brazylia, Belgia, a także Polska, jednak udział żadnego z tych krajów nie przekraczał 10% globalnej wielkości importu. W Indiach, Indonezji i Brazylii w ciągu dekady nastąpiło wyraźne zwiększenie importu, podczas gdy w pozostałych krajach import nie zmienił się.

**Rysunek 10. Struktura geograficzna handlu zagranicznego fosforytami**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

#### 1.4. Kwas fosforowy

Aby możliwe było wykorzystanie fosforytów do celów nawozowych konieczne jest przeprowadzenie fosforu w związki chemiczne rozpuszczalne (fosfor przyswajalny). Dokonuje się tego przez poddanie surowców fosforowych działaniu silnych kwasów nieorganicznych (siarkowego lub azotowego). Powstały w ten sposób kwas fosforowy jest następnie przetwarzany na nawozy mineralne, głównie na superfosfaty.

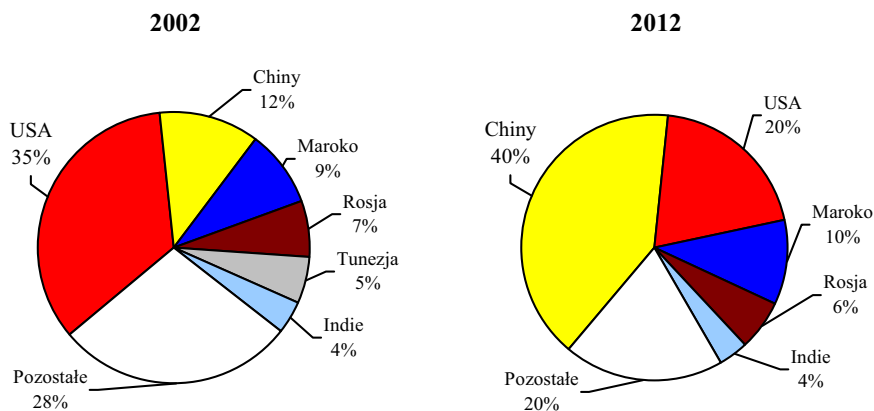
Kwas fosforowy ma zastosowanie głównie w rolnictwie, ale również przy produkcji detergentów, środków myjących i czyszczących, preparatów paszowych, wyrobów dentystycznych, a w przemyśle spożywczym jest stosowany między innymi jako dodatek do napojów gazowanych.

Światowa produkcja kwasu fosforowego wyniosła w 2012 r. około 42 mln ton w przeliczeniu na  $P_2O_5$  i w ciągu 10 lat wzrosła o 40%. Produkcja kwasu fosforowego wykorzystywała w 2012 r. blisko 80% zainstalowanych mocy produkcyjnych, które wynoszą obecnie 53 mln ton  $P_2O_5$ .

Kraje wydobywające fosforyty obecnie specjalizują się również w produkcji kwasu fosforowego. W Maroku w ciągu dekady wydobycie fosforytów wzrosło o 20%, ich eksport nieznacznie zmalał, a produkcja kwasu fosforowego wzrosła o ponad 60%. W Chinach sytuacja była podobna: wydobycie fosforytów zwiększono o prawie 90%, z ich eksportu praktycznie zrezygnowano, a produkcja kwasu fosforowego wzrosła blisko 5-krotnie.

Liderem w produkcji kwasu fosforowego z 40% udziałem w globalnej produkcji są Chiny (rys. 11). Ważnymi producentami są również takie kraje jak: USA, Maroko, Rosja oraz Indie. W ciągu ostatniego dziesięciolecia, jak już wcześniej wspomniano, najwyższy wzrost produkcji zanotowały Chiny oraz Maroko. Wzrosła również produkcja w Rosji (o 1/4), natomiast USA wytworzyły o blisko 20% kwasu fosforowego mniej. Wyraźny spadek produkcji odnotowano także w Tunezji, co było związane z zamieszkami o charakterze społeczno-politycznym. W UE największym producentem kwasu fosforowego jest Polska.

**Rysunek 11. Struktura geograficzna produkcji kwasu fosforowego**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

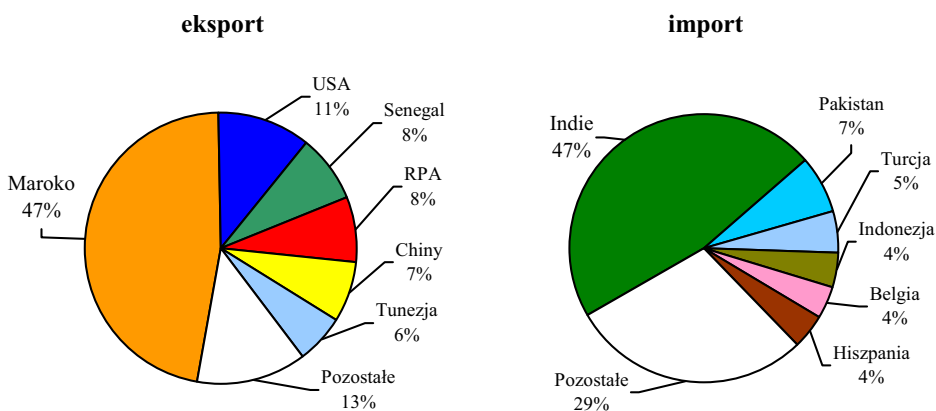
Zwiększyła się koncentracja produkcji kwasu fosforowego. W 2002 r. udział pięciu największych producentów wynosił 68%, a w 2012 r. prawie 80%.



Światowy handel kwasem fosforowym jest relatywnie niewielki. Udział eksportu w produkcji w ciągu 10 lat zmalał z 15 do 10%. Spadek obrotów handlowych kwasem fosforowym jest spowodowany tym, że coraz więcej krajów zamiast eksportować kwas fosforowy, zużywa go do produkcji gotowych nawozów fosforowych, zwykle w instalacjach towarzyszących instalacjom do produkcji kwasu fosforowego z fosforytów.

Eksport kwasu fosforowego jest zdominowany przez kraje afrykańskie, które mają 70% udział w światowym eksporcie (rys. 12). Największym eksporterem w 2012 r. było Maroko, które realizowało blisko połowę światowych dostaw. Maroko eksportuje kwas fosforowy głównie do Indii, a wolumen obrotów między tymi krajami stanowił w 2012 r. aż 22% światowego handlu. Ważnymi eksporterami były również: USA, Senegal, RPA i Chiny. W imporcie dominują kraje rozwijające się. Największym importerem w 2012 r. były Indie, które miały blisko 50% udziału w światowym imporcie. Ważnymi importerami były również: Pakistan, Turcja i Indonezja, a także Hiszpania i Belgia. Hiszpania jeszcze 10 lat temu była największym w UE producentem kwasu fosforowego, jednak malejąca konkurencyjność i spadek popytu na nawozy fosforowe w UE spowodował wyraźne ograniczenie produkcji. W rezultacie Hiszpania z eksportera netto stała się importerem netto kwasu fosforowego.

**Rysunek 12. Globalna struktura handlu zagranicznego kwasem fosforowym w 2012 r.**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

## 1.5. Sól potasowa

Podstawowym surowcem do produkcji nawozów potasowych jest sól potasowa, której głównym składnikiem jest chlorek potasu. Jest to związek chemiczny występujący w przyrodzie w postaci złóż minerałów o różnej zawartości tego składnika. Złoża te, podobnie jak złoża soli kuchennej (chlorku sodowego), powstały w wyniku odparowania wody morskiej. Powstawaniu złóż soli potasowej sprzyjała obecność laguny oddzielonej od otwartego morza barierą, strefa klimatu suchego i ciepłego o wysokim parowaniu wody oraz systematyczny dopływ słonej wody (przyływy morskie). Gdy wszystkie te warunki są spełnione, a szybkość parowania wody z laguny przekracza szybkość dopływu świeżej wody, następuje wysycenie roztworu i krystalizacja soli. Złoża potasu powstały miliony lat temu, lecz powstają również obecnie, w suchych regionach w różnych częściach świata. Proces powstawania złóż soli potasowej można obserwować przede wszystkim na wybrzeżu Morza Martwego w Izraelu.

Najważniejszym minerałem zawierającym chlorek potasu jest sylwit, który zawiera około 63% czystego potasu ( $K_2O$ ) i jest wydobywany w postaci sylwinitu<sup>13</sup>, czyli mieszaniny sylwitu i halitu. Chlorek potasu występuje ponadto w takich minerałach, jak: karnalit, kainit, langbainit i polihalit, a zawartość potasu w tych minerałach wynosi od 16 do 23%. Surowcem potasu jest również wydobywana w Chile saletra potasowa, zawierająca około 47%  $K_2O$ . Wyróżnia się trzy podstawowe technologie eksploatacji złóż soli potasowej: kopalnictwo klasyczne<sup>14</sup>, wypłukiwanie soli ze złóż głębinowych za pomocą wody<sup>15</sup> oraz wydobywanie z powierzchniowych osadów lub solanek<sup>16</sup> [Grzebisz 2004].

Chlorek potasu ma zastosowanie przede wszystkim w produkcji nawozów, ale stosuje się go również w przemyśle chemicznym oraz farmaceutycznym jako składnik leków.

---

<sup>13</sup> Zawartość potasu w sylwincie wynosi od 20 do 30%.

<sup>14</sup> Klasyczny sposób eksploatacji złóż soli potasowych dominuje w wydobyciu surowca i nie odbiega od metod stosowanych w wydobyciu węgla kamiennego. Do pozyskiwania surowca ze złoża skalnego stosuje się różne techniki wykorzystujące np. oskardy (rodzaj kilofa), zaawansowane maszyny górnicze do drążenia i transportu, materiały wybuchowe.

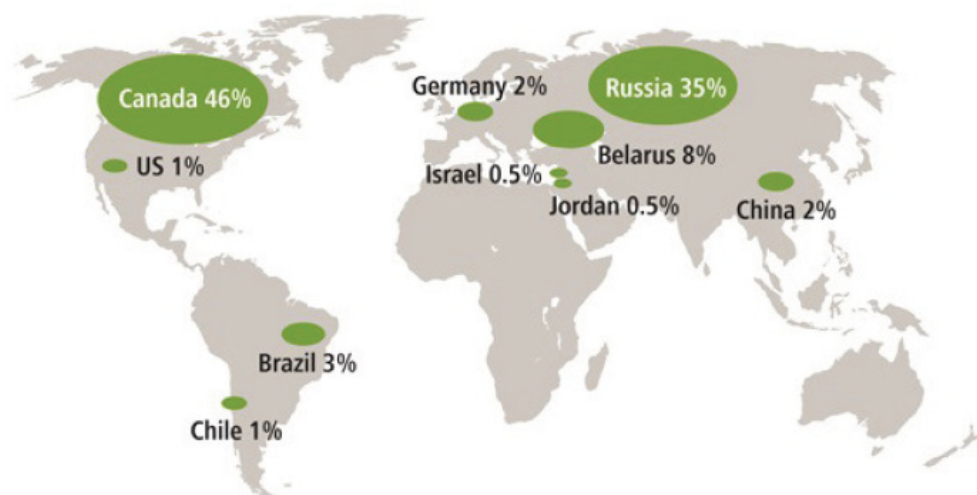
<sup>15</sup> W tej technologii, po zlokalizowaniu złoża wierce się otwory, w które rurami tłoczy się pod ciśnieniem wodę. Woda docierając do złoża solnego, wypłukuje i rozpuszcza skałę, a powstały roztwór solny pod ciśnieniem transportuje się na powierzchnię, gdzie następuje jego dalsze zagęszczenie. Metoda rozpowszechniona przede wszystkim w Kanadzie i USA.

<sup>16</sup> Metoda popularna w Izraelu i Jordanii.

Spośród stosowanych obecnie nawozowych źródeł podstawowych makroskładników naturalne związki potasu wymagają stosunkowo najmniej przetworzenia. Sól wprowadza się do sprzedaży w postaci krystalicznej lub poddaje się procesowi granulacji lub prasowania. Ta ostatnia forma stosowana jest szeroko w Rosji i na Białorusi<sup>17</sup> [Czuba 1996].

Rezerwy potasu są szacowane na ponad 9,5 mld ton  $K_2O$ , natomiast całkowite zasoby nawet na 250 mld ton  $K_2O$ . Rozmieszczenie złóż potasu jest bardzo nierównomierne (rys. 13). Największe rezerwy znajdują się w Kanadzie, głównie w prowincji Saskatchewan, a ich udział w światowych zasobach o dużej wartości eksploatacyjnej ocenia się na ponad 46%. Nieco mniejszymi rezerwami dysponuje Rosja, a także Białoruś. Łącznie te trzy kraje kontrolują blisko 90% światowych rezerw. Na terytorium Unii Europejskiej złoża eksploatowane na szeroką skalę znajdują się jedynie w Niemczech [www.minerals.usgs.gov].

**Rysunek 13. Światowe rezerwy soli potasowej**



Źródło: [www.minerals.usgs.gov].

Światowa produkcja soli potasowej w 2012 r. wyniosła blisko 32 mln ton  $K_2O$ , o 20% więcej niż 10 lat wcześniej [www.fertilizer.org]. Kraje posiadające największe złoża soli potasowej są również jej największymi producentami. Wydobycie soli potasowej charakteryzuje się wysoką koncentracją. Sól potasową wydobywa się jedynie w kilkunastu krajach, a udział pięciu największych

<sup>17</sup> Stąd też znajdująca się w sprzedaży w Polsce sól potasowa granulowana ma postać połamanych płytek.

producentów przekracza 80%. Największym producentem soli potasowej była Kanada z blisko 30% udziałem w globalnym wydobyciu (tab. 2). Ważnymi producentami były również: Rosja, Białoruś, Niemcy, Chiny i Izrael. Wśród wymienionych krajów największy, bo ponad 5-krotny wzrost produkcji w ciągu 10 lat nastąpił w Chinach, dzięki czemu zwiększyły one swój udział w globalnej produkcji z 1 do 8%. Wyraźnie wyższy od średniej wzrost produkcji odnotowano również w Rosji i na Białorusi, natomiast w Niemczech wydobycie zmniejszono.

Charakterystyczną cechą rynku soli potasowej jest wysoki udział obrotów handlowych, znacznie wyższy niż w przypadku pozostałych surowców do produkcji nawozów mineralnych. Wynika to przede wszystkim z wysokiej koncentracji wydobycia, ale również z faktu, że najwięksi producenci soli potasowej (poza Chinami) przeważającą część produkcji przeznaczają na eksport. W 2012 r. w skali globalnej blisko 74% produkcji było kierowane na rynki zagraniczne, przy czym w latach wcześniejszych udział ten przekraczał niejednokrotnie 80%. W 2012 r. Kanada i Niemcy około 90% produkcji wyeksportowały, Rosja, Białoruś, Jordania i Izrael po około 80%, natomiast Chiny całą produkcję przeznaczyły na rodzimy rynek. Największym eksporterem soli potasowej była Kanada, z ponad 36% udziałem w eksporcie ogółem. W ciągu 10 lat najbardziej wzrósł eksport z Rosji i Białorusi.

Liczba importerów soli potasowej kilkakrotnie przewyższa liczbę eksporterów. Największym z nich jest USA, z 17% udziałem w globalnym imporcie, a następnie Brazylia i Chiny – po 16%. Znaczne ilości soli potasowej sprowadzają również Indie, Indonezja i Malezja. W ciągu 10 lat największy, bo ponad 4-krotny wzrost importu zanotowała Indonezja, natomiast w Chinach przywóz zwiększono 2-krotnie, pomimo 5-krotnego zwiększenia wydobycia surowca. W Malezji i Brazylii import wzrósł o 80%.

**Tabela 2. Koncentracja wydobycia i handlu zagranicznego solą potasową w 2012 r. (%)**

Produkcja		Eksport		Import	
Kanada	31,5	Kanada	36,8	USA	16,8
Rosja	18,9	Rosja	20,0	Brazylia	16,2
Białoruś	15,5	Białoruś	17,7	Chiny	15,6
Niemcy	9,1	Izrael	10,0	Indie	11,1
Chiny	7,6	Niemcy	9,2	Indonezja	7,1
Pozostałe kraje	17,4	Pozostałe kraje	6,3	Pozostałe kraje	33,2

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.*

## 2. Produkcja nawozów mineralnych<sup>18</sup>

Produkcja gotowych nawozów mineralnych w latach 2002-2011 wykazywała tendencję wzrostową, przy czym do 2007 r. produkcja systematycznie rosła, w latach 2008-2009 nastąpił jej spadek, ale od 2010 r. znów zaczęła wyraźnie się zwiększać. Długookresowa wzrostowa tendencja produkcji nawozów mineralnych wynika ze stale rosnącego popytu. Załamanie produkcji w latach 2008-2009 wynikało z obniżenia popytu na nawozy mineralne pod wpływem wysokich ich cen i spadku opłacalności nawożenia w warunkach pogłębiającego się kryzysu gospodarczego. Spadek popytu na nawozy skutkowałam wyrażnym obniżeniem cen, a to z kolei zwiększyło popyt w kolejnych latach.

W 2011 r. światowa produkcja gotowych nawozów mineralnych wyniosła 192 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik i była o prawie 4% wyższa niż rok wcześniej i o 28% wyższa niż w 2002 r. Był to jednocześnie najwyższy notowany dotychczas poziom produkcji nawozów mineralnych. Tempo wzrostu produkcji w 2011 r. było dużo niższe niż w 2010 r., kiedy odbudowywano produkcję po głębokich spadkach w latach 2008-2009. Ocenia się, że w 2012 r. produkcja wyniosła blisko 195 mln ton NPK i była o około 1% wyższa niż w 2011 r. Nieznaczny wzrost produkcji w 2012 r. wynikał z niewielkiego wzrostu zapotrzebowania na nawozy mineralne.

W latach 2002-2011 wyraźnie zmieniła się geograficzna struktura produkcji nawozów mineralnych. W 2001 r. udział krajów rozwiniętych gospodarczo<sup>19</sup> w produkcji nawozów mineralnych wynosił 47%, a krajów rozwijających<sup>20</sup>

---

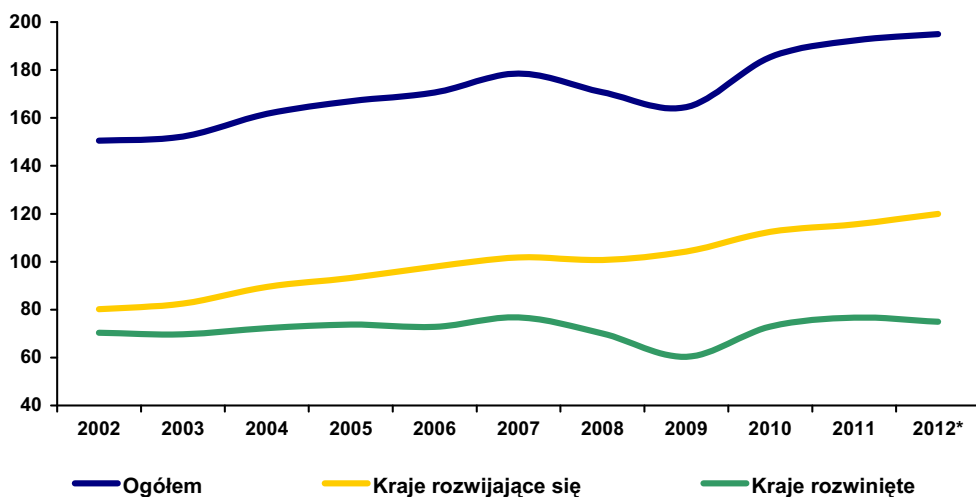
<sup>18</sup> Opracowano na podstawie danych International Fertilizer Industry Association (IFA).

<sup>19</sup> Do krajów rozwiniętych gospodarczo zaliczono zgodnie z klasyfikacją Banku Światowego kraje osiągające PKB/mieszkańca co najmniej 12 616 USD. Obecnie na tej liście jest 75 krajów. W obliczeniach uwzględniono następujące kraje rozwinięte, które w latach 2002-2011 produkowały nawozy mineralne: Arabia Saudyjska, Australia, Austria, Belgia, Chile, Kanada, Chorwacja, Czechy, Dania, Estonia, Finlandia, Francja, Niemcy, Grecja, Islandia, Irlandia, Izrael, Włochy, Japonia, Katar, Korea Południowa, Kuwejt, Litwa, Holandia, Nowa Zelandia, Norwegia, Polska, Portugalia, Rosja, Słowacja, Hiszpania, Szwecja, Szwajcaria, Trynidad i Tobago, USA, Urugwaj, Węgry, Wielka Brytania.

<sup>20</sup> Do krajów rozwijających się zaliczono kraje, w których PKB/mieszkańca nie przekracza 12 616 USD. Obecnie na tej liście jest 139 państw. W obliczeniach uwzględniono następujące kraje rozwijające się, które w latach 2002-2011 produkowały nawozy mineralne: Afganistan, Algieria, Argentyna, Armenia, Bangladesz, Białoruś, Brazylia, Bułgaria, Chiny, Kolumbia, Kuba, Egipt, Filipiny, Gruzja, Gwatemala, Indie, Indonezja, Iran, Irak, Jordania, Kazachstan, Korea Północna, Liban, Libia, Macedonia, Malezja, Mauritius, Meksyk, Maroko, Birma, Pakistan, Peru, Rumunia, Senegal, Serbia, RPA, Sri Lanka,

się – 53%. W kolejnych latach produkcję nawozów zaczęto przenosić w rejon dysponujące dużymi zasobami surowcowymi i relatywnie tanią siłą roboczą, a więc z krajów rozwiniętych gospodarczo, gdzie popyt na nawozy stale się zmniejszał do krajów rozwijających się. Produkcję zaczęto koncentrować głównie w krajach Azji Południowej i Wschodniej oraz Ameryki Łacińskiej, gdzie zapotrzebowanie na nawozy zwiększało się nieporównanie szybciej niż w innych rejonach świata. Ponadto przenoszenie produkcji w rejon zwiększonego popytu na nawozy wynika ze stosunkowo niskiej opłacalności ich transportu na duże odległości, co jest związane z masowym charakterem nawozów i niską ceną jednostkową produktu. Załamanie produkcji nawozów mineralnych, jakie miało miejsce w latach 2008-2009 odnotowano przede wszystkim w krajach rozwiniętych. W krajach rozwijających się nastąpiło w tym czasie jedynie osłabienie wzrostowego trendu. Koncentrowanie produkcji nawozów mineralnych w rejonach najbardziej rozwojowych spowodowało, że produkcja w krajach rozwijających się wzrosła o 44%, a w rozwiniętych o 9% (rys. 14). W konsekwencji udział w światowej produkcji nawozów mineralnych krajów rozwiniętych gospodarczo zmalał do 40%, a rozwijających się wzrósł do 60%.

**Rysunek 14. Produkcja nawozów mineralnych w krajach rozwijających się i rozwiniętych (mln ton NPK)**



\* szacunek IERiGŻ-PIB

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Syria, Tajwan, Tadżykistan, Tajlandia, Tunezja, Turcja, Turkmenistan, Ukraina, Uzbekistan, Wenezuela, Wietnam, Zimbabwe.

Charakterystyczną cechą sektora nawozów mineralnych jest wysoki stopień koncentracji produkcji [Blanco 2011, Ott 2012, Hernandez i Torero 2011]. Udział pięciu krajów będących największymi producentami wzrósł w latach 2002-2011 z 60 do 64%. Niekwestionowanym liderem w produkcji nawozów mineralnych są Chiny z blisko 30% udziałem w produkcji globalnej (tab. 3). Kraj ten przoduje w produkcji nawozów mineralnych nieprzerwanie od 1992 r. i obecnie wytwarza ponad 3-krotnie więcej nawozów mineralnych niż USA, które są drugim z kolei producentem nawozów na świecie. Ważnymi producentami nawozów mineralnych są obecnie również Indie i Rosja (po blisko 9% udziału w globalnej produkcji) oraz Kanada (8%). W Unii Europejskiej najwięcej nawozów mineralnych produkuje Niemcy (2% udziału w światowej produkcji) i Polska (1%).

**Tabela 3. Kraje z najwyższą produkcją nawozów mineralnych w 2011 r.**

Kraj	Produkcja (mln ton NPK)	Udział w światowej produkcji (%)	Zmiany produkcji 2002 r.=100 (%)
Świat	192,3	100,0	127,8
Chiny	56,5	29,4	171,9
USA	18,1	9,4	100,0
Indie	16,7	8,7	115,4
Rosja	16,6	8,6	129,6
Kanada	14,5	7,5	115,9
Białoruś	6,3	3,3	142,1
Niemcy	4,4	2,3	89,0
Indonezja	3,9	2,0	136,6
Brazylia	3,2	1,7	121,8
Egipt	3,1	1,6	176,7
Pakistan	3,0	1,5	128,4
Ukraina	2,9	1,5	121,4
Maroko	2,9	1,5	186,7
Izrael	2,9	1,5	126,0
Polska	2,6	1,4	123,8

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA i GUS*

Struktura asortymentowa produkowanych nawozów mineralnych w latach 2002-2011 nie uległa większym zmianom (tab. 4). Dominowały nawozy azotowe, a ich udział w globalnej produkcji wynosił od 58 do 60%. Udział nawozów fosforowych wynosił w tym okresie od 21 do 23%, a potasowych od 18 do 20%. Wyjątkiem był 2009 r., kiedy udział nawozów azotowych w całkowitej produkcji nawozów wzrósł do 64%, a potasowych zmalał do 13%. Wyraźnie zmniejsz-

szo no wówczas produkcję nawozów potasowych, gdyż popyt na tę grupę nawozów zmalał. Rolnicy częściej rezygnowali bowiem z nawożenia potasowego niż z azotowego, gdyż nawożenie potasowe w relatywnie mniejszym stopniu wpływa na wielkość uzyskiwanych plonów. W latach 2002-2011 najbardziej, bo o 35% wzrosła produkcja nawozów potasowych, natomiast nawozów azotowych i fosforowych wytworzono odpowiednio o 26 i 27% więcej.

**Tabela 4. Produkcja głównych grup asortymentowych nawozów mineralnych (mln ton NPK)**

Wyszczególnienie	2002	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012*
Nawozy azotowe (N)	89,0	97,2	104,3	101,2	105,9	109,2	112,2	115,0
Nawozy fosforowe (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	34,6	36,5	40,2	36,4	38,0	42,7	43,8	44,0
Nawozy potasowe (K <sub>2</sub> O)	26,8	33,3	34,0	33,1	20,7	33,5	36,3	36,0
Nawozy mineralne ogółem	150,5	167,0	178,6	170,7	164,5	185,4	192,3	195,0

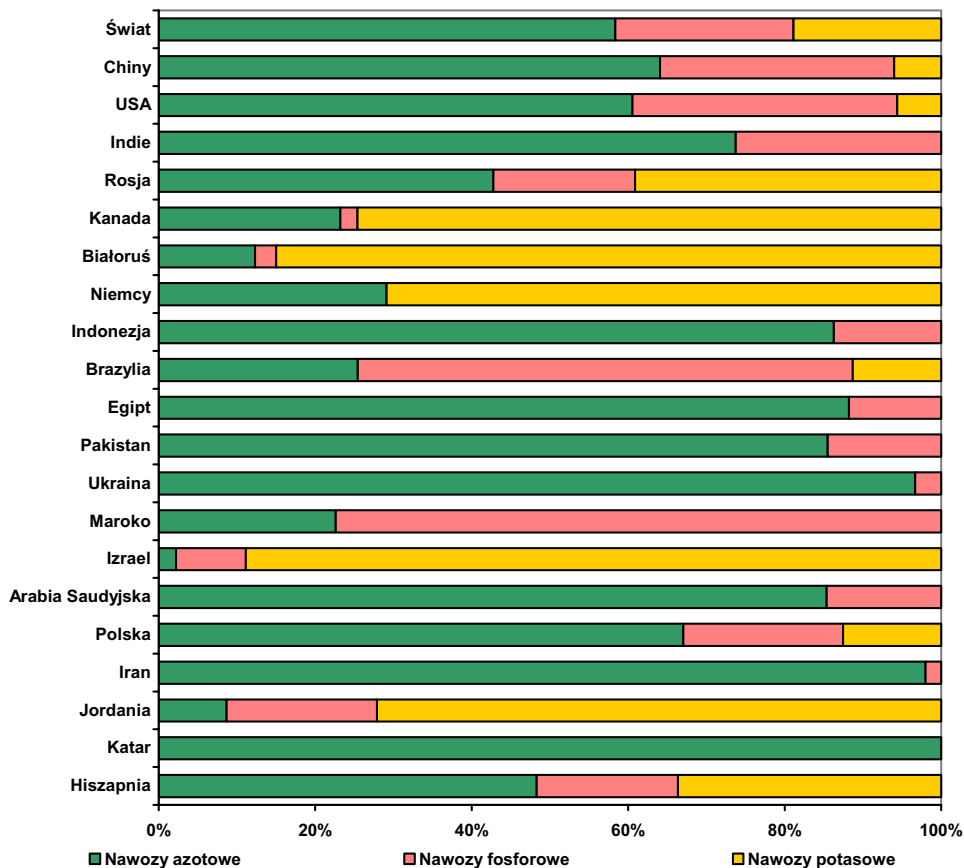
\* szacunek IERiGŻ-PIB

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Struktura asortymentowa produkowanych nawozów mineralnych w poszczególnych krajach jest bardzo zróżnicowana (rys. 15). W większości krajów o najwyższej produkcji nawozów mineralnych wytwarzano nawozy azotowe, ale już nie wszystkie kraje produkowały nawozy fosforowe lub potasowe, ewentualnie wytwarzały znikome ich ilości. Jest to związane z dostępnością surowców do produkcji poszczególnych grup nawozów, poza tym nawozów azotowych w skali globalnej zużywa się dużo więcej niż pozostałych grup nawozów. W większości analizowanych krajów nawozy azotowe były najważniejszą produkowaną grupą nawozów mineralnych.



**Rysunek 15. Struktura asortymentowa produkowanych nawozów w wybranych krajach w 2011 r.**



*Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA i GUS.*

## 2.1. Produkcja nawozów azotowych

Światowa produkcja nawozów azotowych w 2011 r. wyniosła 112 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik (N) i była o 3% wyższa niż rok wcześniej oraz o 26% wyższa niż w 2002 r. Nawozy azotowe są produkowane w blisko 80 krajach, z tego w 30 poziom rocznej produkcji przekracza 500 tys. ton N. W produkcji nawozów azotowych specjalizują się głównie kraje rozwijające się, a ich udział w światowej produkcji z roku na rok powiększa się. W 2011 r. kraje rozwijające się wytworzyły o 36% nawozów azotowych więcej niż 9 lat wcześniej, podczas gdy w krajach rozwiniętych gospodarczo produkcję zwiększono o 10%. W rezultacie udział krajów rozwijających się w światowej produkcji nawozów azotowych wzrósł z 62 do 67%, a rozwiniętych zmalał z 38 do 33%.

Produkcja nawozów jest przenoszona do krajów rozwijających pod wpływem silnie rosnącego popytu w tamtejszym rolnictwie, które dla osiągnięcia wyższych plonów przede wszystkim zwiększa nawożenie. W krajach rozwiniętych poziom nawożenia mineralnego jest już bardzo wysoki i nie ma podstaw do dalszego wzrostu. Wysokie plony osiągane są głównie dzięki postępowi genetycznemu oraz optymalizacji nawożenia.

Charakterystyczną cechą segmentu nawozów azotowych jest najniższy, w porównaniu z innymi grupami nawozów, poziom koncentracji produkcji, łatwiejszy dostęp do surowca, ale też najsilniejsza konkurencja. Dlatego też produkcja jest przenoszona do krajów zasobnych w gaz ziemny (Bliski Wschód, Rosja) lub węgiel kamienny (Chiny), które dodatkowo dysponują tanią siłą roboczą i innymi przewagami kosztowymi.

Światowym liderem w produkcji nawozów azotowych są Chiny, które systematycznie zwiększają produkcję (tab. 5). W latach 2002-2011 produkcję w Państwie Środka zwiększono o 48%, przy czym w latach 2010-2011 tempo wzrostu produkcji wyraźnie wyhamowało. Powodem spowolnienia produkcji było m.in. ograniczenie popytu na nawozy azotowe na północy kraju, gdzie poziom nawożenia azotowego jest już na tyle wysoki, że nie powoduje już przyrostu plonów roślin uprawnych, ale przyczynia się do znacznego zanieczyszczenia środowiska naturalnego. W 2011 r. udział Chin w światowej produkcji nawozów azotowych wyniósł 32% i w ciągu 9 lat wzrósł o 5 pkt. proc. Ważnymi producentami nawozów azotowych są również Indie, z 11% udziałem w globalnej produkcji, USA – 10% i Rosja – 6%. W ciągu 9 lat produkcję w tych krajach zwiększono od 16 do 21%.

Wyraźny wzrost produkcji nawozów azotowych w latach 2002-2011 odnotowały kraje Bliskiego Wschodu<sup>21</sup>. Wzrost znaczenia tego regionu wynika przede wszystkim z bezpośredniego dostępu do relatywnie taniego gazu ziemnego, nowoczesnej i rozwiniętej infrastruktury przemysłu nawozowego, o wysokim stopniu efektywności, a także dogodnego położenia geograficznego między Europą a Azją. Czynniki te w znacznym stopniu decydują o wysokiej konkurencyjności nawozów azotowych z Bliskiego Wschodu. W latach 2002-2011 produkcję nawozów azotowych w tym regionie zwiększono o blisko 54%, w tym w Egipcie o 75%, w Katarze o 85%, a w Iranie – ponad 2-krotnie. Nawozy azo-

---

<sup>21</sup> Bliski Wschód obejmuje głównie państwa położone w południowo-zachodniej Azji. Najczęściej do krajów Bliskiego Wschodu zalicza się: Arabię Saudyjską, Bahrajn, Cypr, Egipt, Irak, Iran, Izrael z Autonomią Palestyńską, Jemen, Jordanię, Katar, Kuwejt, Liban, Oman, Syrię, Turcję i Zjednoczone Emiraty Arabskie.

towe wytworzone na Bliskim Wschodzie stanowiły w 2011 r. około 9% produkcji światowej, wobec 7% w 2002 r. Należy oczekiwać dalszego wzrostu znaczenia państw Bliskiego Wschodu w światowej produkcji nawozów azotowych.

**Tabela 5. Kraje z najwyższą produkcją nawozów azotowych w 2011 r.**

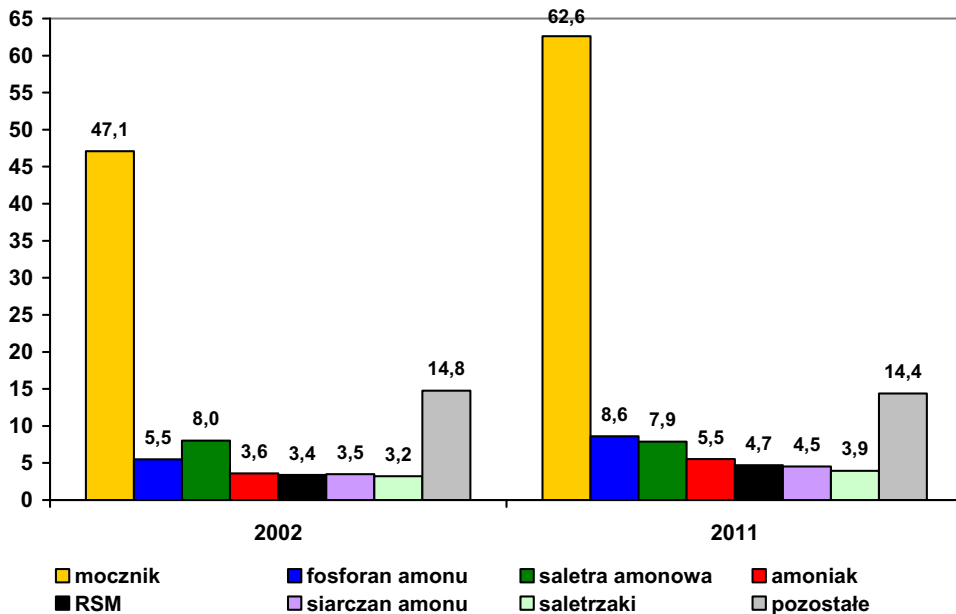
Kraj	Produkcja (mln ton N)	Udział w światowej produkcji (%)	Zmiany produkcji 2002 r.=100 (%)
Świat	112,2	100,0	126,0
Chiny	36,2	32,3	148,4
Indie	12,3	11,0	117,0
USA	11,0	9,8	115,9
Rosja	7,1	6,3	120,9
Indonezja	3,4	3,0	128,1
Kanada	3,4	3,0	91,4
Ukraina	2,8	2,5	121,4
Egipt	2,7	2,4	174,7
Pakistan	2,5	2,3	115,9
Iran	1,9	1,7	207,0
Polska	1,8	1,6	135,0
Katar	1,5	1,3	185,3
Niemcy	1,3	1,1	97,6
Holandia	1,2	1,1	115,6
Francja	1,0	0,9	80,7

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA i GUS*

W strukturze asortymentowej produkowanych nawozów azotowych przeważają nawozy jednoskładnikowe, a ich udział w latach 2002-2011 wynosił od 85 do 87%. Najpowszechniej produkowanym nawozem azotowym jest mocznik z 56% udziałem w produkcji w 2011 r. Ważnym nawozem azotowym jest również fosforan amonu (blisko 8% udział w produkcji nawozów azotowych ogółem), saletra amonowa (7%), amoniak do bezpośredniego stosowania (5%), roztwór saletrzano-mocznikowy (RSM, 4%), siarczan amonu (4%) oraz saletrzaki (4%). Pozostałe 12% stanowiły przede wszystkim nawozy wieloskładnikowe, a także wodorowęglan amonu i chlorek amonu produkowane w Chinach (rys. 16).

Zmiany w produkcji poszczególnych nawozów azotowych w latach 2002-2011 były zróżnicowane. Najbardziej wzrosła produkcja fosforanu amonu (o 57%), amoniaku do bezpośredniego stosowania (o 54%) oraz roztworu saletrzano-mocznikowego (o 39%). Produkcję mocznika, najbardziej popularnego nawozu azotowego, zwiększono o 33%, natomiast produkcja saletry amonowej zmalała o 2%.

**Rysunek 16. Światowa produkcja poszczególnych nawozów azotowych w 2011 r. (mln ton N)**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Największym producentem mocznika są Chiny i Indie z udziałem odpowiednio 38 i 16% (tab. 6). Mocznik w Chinach stanowił w 2011 r. ponad 65% produkowanych nawozów azotowych, a w Indiach aż 82%. Chiny są również największym producentem fosforanu amonu oraz siarczanu amonu z udziałem w światowej produkcji na poziomie odpowiednio 43% i 16% w 2011 r. Ważnym producentem tych nawozów są również USA, które dostarczają 20% światowej produkcji fosforanu amonu oraz 15% produkcji siarczanu amonu. Saletra amonowa jest produkowana głównie przez Rosję, której udział w światowej produkcji wynosił 28%. Amoniak do bezpośredniego stosowania jest produkowany wyłącznie w Ameryce Północnej, a największym producentem są USA z 74% udziałem w światowej produkcji. USA są również największym producentem roztworu saletrzano-mocznikowego, wytwarzając ponad połowę światowej produkcji tego nawozu. Z kolei produkcja saletrzaków jest rozpowszechniona głównie w UE, a największym producentem jest Holandia z 17% udziałem w światowej produkcji. Udział UE-27 w światowej produkcji saletrzaków wyniósł w 2011 r. ponad 74%.

**Tabela 6. Koncentracja produkcji wybranych nawozów azotowych w 2011 r. (%)**

<b>Mocznik</b>		<b>Fosforan amonu</b>		<b>Saletra amonowa</b>	
Chiny	37,5	Chiny	43,3	Rosja	27,9
Indie	16,2	USA	19,5	Chiny	10,8
Indonezja	4,6	Indie	8,3	Ukraina	9,7
Rosja	4,2	Maroko	6,7	Uzbekistan	7,4
Egipt	3,6	Rosja	6,4	Francja	7,2
Pozostałe kraje	33,9	Pozostałe kraje	15,8	Pozostałe kraje	37,0
<b>RSM</b>		<b>Siarczan amonu</b>		<b>Saletrzaki</b>	
USA	52,8	Chiny	15,5	Holandia	16,9
Litwa	7,5	USA	14,6	Belgia	10,6
Kanada	7,5	Belgia	7,7	Niemcy	9,2
Rumunia	6,1	Rosja	6,9	Turcja	6,8
Białoruś	4,8	Japonia	6,0	Polska	6,3
Pozostałe kraje	21,3	Pozostałe kraje	49,3	Pozostałe kraje	50,2

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.*

## 2.2. Produkcja nawozów fosforowych

Globalna produkcja nawozów fosforowych w 2011 r. wyniosła blisko 44 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik ( $P_2O_5$ ) i była o 27% większa niż w 2002 r. Nawozy fosforowe są wytwarzane w 60 krajach, jednak tylko w 10 poziom produkcji przekracza 500 tys. ton  $P_2O_5$ , a w prawie 30 nie sięga 100 tys. ton. Kraje wytwarzające niewielkie ilości nawozów fosforowych przeznaczają całość produkcji na potrzeby rynku wewnętrznego, a produkowane nawozy mają zwykle formę nawozów wieloskładnikowych.

W latach 2002-2011 produkcję nawozów fosforowych przenoszono z krajów rozwiniętych gospodarczo do krajów rozwijających się. Koncentracji produkcji w krajach rozwijających się, posiadających bogate złoża fosforytów niezbędnych do wytwarzania nawozów fosforowych sprzyja dynamicznie rosnący popyt wewnętrzny na tę grupę nawozów. Jeszcze kilkanaście lat temu kraje te eksportowały wydobyte fosforyty, ewentualnie wytworzone z nich kwas fosforowy do krajów rozwiniętych, gdzie produkowano gotowe nawozy fosforowe. W ostatnich latach produkcję tych nawozów zaczęto lokalizować w rejonach eksploatacji złóż fosforytów. Handel gotowymi nawozami jest bowiem bardziej

opłacalny niż handel półproduktami, a ponadto koszty transportu gotowych nawozów są niższe niż surowców. W wyniku zmian struktury geograficznej kraje rozwijające w ciągu 9 lat zwiększyły produkcję o 60%, a kraje rozwinięte gospodarczo obniżyły ją o prawie 14%. W konsekwencji udział krajów rozwijających się w globalnej produkcji wzrósł z 55 do 70%, a rozwiniętych z 45 do 30%.

O wzroście znaczenia krajów rozwijających się w światowej produkcji nawozów fosforowych zadecydowało głównie dynamiczne zwiększenie produkcji w Chinach (o 110%) oraz w Maroku (o 86%) (tab. 7). Kraje te jeszcze kilkanaście lat temu wydobyte fosforyty głównie eksportowały. Obecnie eksport fosforytów w Maroku ograniczono, a w Chinach praktycznie zaprzestano, a wydobyte fosforyty zaczęto przeznaczać przede wszystkim na krajowy rynek do produkcji gotowych nawozów fosforowych. Chiny są liderem w produkcji nawozów fosforowych, a ich udział w światowej produkcji zwiększył się z 23% w 2002 r. do 39% w 2011 r. Wyraźny wzrost produkcji poza Chinami i Maroko odnotowano również w Brazylii (o 36%), Rosji (o 20%) oraz w Indiach (o 11%). W USA produkcję obniżono o 19%, głównie z powodu zmniejszonego wydobycia fosforytów, których ekonomicznie opłacalne złoża są już praktycznie na wyczerpaniu. Ponadto wyraźnie ograniczono eksport nawozów do Chin, które dynamicznie rozwinęły rodzimy przemysł nawozowy. W rezultacie udział USA w światowej produkcji nawozów fosforowych zmalał z 22 do 14%.

**Tabela 7. Kraje z najwyższą produkcją nawozów fosforowych w 2011 r.**

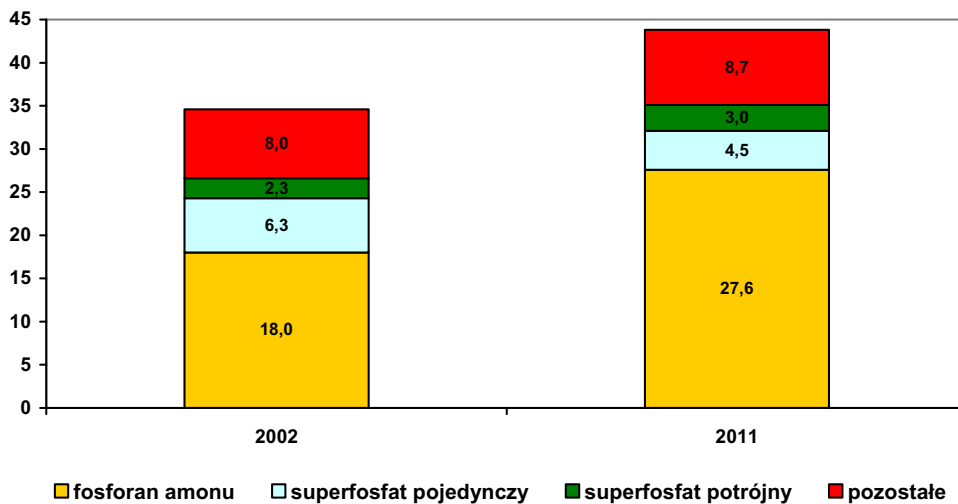
Kraj	Produkcja (mln ton P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Udział w światowej produkcji (%)	Zmiany produkcji 2002 r.=100 (%)
Świat	43,8	100,0	126,5
Chiny	16,9	38,6	210,2
USA	6,1	14,0	80,6
Indie	4,4	10,0	111,3
Rosja	3,0	6,9	119,7
Maroko	2,2	5,1	186,5
Brazylia	2,0	4,6	135,8
Australia	0,7	1,6	111,1
Indonezja	0,5	1,2	234,8
Meksyk	0,5	1,2	474,9
Polska	0,5	1,1	99,8

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.*

Nawozy fosforowe w odróżnieniu od nawozów azotowych produkowane są głównie w połączeniu z innymi makroskładnikami jako nawozy wieloskładnikowe – NP, NPK. Udział nawozów jednoskładnikowych reprezentowanych przez superfosfaty systematycznie się zmniejszał z 28% w 2002 r. do 19% w 2011 r.

Najpowszechniej produkowanym nawozem fosforowym jest fosforan amonu (rys. 17). W latach 2002-2011 produkcja tego nawozu wzrosła o 53%, a jego udział w produkcji nawozów fosforowych ogółem zwiększył się z 52 do 63%. Zwiększono również produkcję superfosfatu potrójnego o 30%, natomiast superfosfatu pojedynczego wytworzono o 27% mniej. Taka zmiana z punktu widzenia rolniczego i ekologicznego jest bardzo korzystna, ponieważ wraz z superfosfatem potrójnym wprowadza się do gleby dużo mniej zanieczyszczeń niż w przypadku superfosfatu pojedynczego. Produkcja pozostałych nawozów fosforowych, w tym głównie nawozów wieloskładnikowych oraz fosforytów do bezpośredniego stosowania wzrosła wprawdzie o 8%, jednak jej udział w całkowitej produkcji zmalał z 23 do 20%.

**Rysunek 17. Światowa produkcja poszczególnych nawozów fosforowych (mln ton P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Fosforan amonu jest produkowany przede wszystkim w Chinach i USA, natomiast superfosfaty w Chinach oraz w Brazylii (tab. 8).

**Tabela 8. Koncentracja produkcji wybranych nawozów fosforowych w 2011 r. (%)**

Fosforan amonu		Superfosfat potrójny		Superfosfat pojedynczy	
Chiny	44,8	Chiny	35,6	Chiny	33,0
USA	19,6	Brazylia	13,4	Brazylia	23,0
Rosja	7,5	Maroko	12,8	Indie	15,2
Indie	6,6	Izrael	6,9	Egipt	6,9
Maroko	6,4	Tunezja	6,2	Australia	5,5
Pozostałe kraje	15,1	Pozostałe kraje	25,1	Pozostałe kraje	16,4

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

### 2.3. Produkcja nawozów potasowych

Światowa produkcja nawozów potasowych w 2011 r. wyniosła ponad 36 mln ton  $K_2O$  i była o 35% wyższa w porównaniu z 2002 r. Sektor nawozów potasowych jest najbardziej skoncentrowanym segmentem nawozów mineralnych. Nawozy potasowe produkowane są tylko w kilkunastu krajach, a w 9 z nich poziom rocznej produkcji przekracza 500 tys. ton. Udział pięciu największych producentów w produkcji światowej wynosi ponad 80%.

Liderem w produkcji nawozów potasowych jest Kanada posiadająca największe złoża soli potasowej, które stanowią blisko połowę światowych zasobów. Wysokiej produkcji sprzyja również sąsiedztwo z chłonnym rynkiem USA, który zapewnia Kanadzie stały zbyt produkowanych nawozów potasowych. Kanada przeznaczająca bowiem zasadniczą część produkcji na eksport. Udział Kanady w światowej produkcji nawozów potasowych wyniósł w 2011 r. blisko 30%, a w latach poprzednich był niejednokrotnie wyższy. Wyjątek stanowił 2009 r., w którym wyraźnie zmalał popyt na tę grupę nawozów w krajach zużywających największe ich ilości, co w konsekwencji doprowadziło do ogromnych problemów ze zbytem produkowanych przez Kanadę nawozów.

Obok Kanady ważnymi producentami nawozów potasowych są: Rosja (18% udziału w produkcji ogółem), Białoruś (15%), Chiny i Niemcy (po 9%) oraz Izrael (7%). W ciągu 9 lat najbardziej, bo blisko 8-krotnie wzrosła produkcja nawozów potasowych w Chinach, co było odpowiedzią sektora na dynamicznie rosnące zapotrzebowanie chińskiego rolnictwa na tą grupę nawozów mineralnych. Tym samym Chiny zwiększyły swój udział w produkcji światowej z niespełna 2% w 2002 r. do ponad 9% w 2011 r. Wyraźnie wzrosła również produkcja tych nawozów w Rosji i na Białorusi (o ponad 40%). Wzrost znacze-



nia Rosji i Białorusi wiązał się m.in. ze współpracą tych krajów od 2005 r. w obszarze eksportu nawozów potasowych. Od tego czasu Rosja i Białoruś wspólnie eksportowały wytworzone przez siebie nawozy potasowe, dzięki czemu kontrolowały ponad 40% światowego eksportu i miały silną pozycję w negocjacjach cenowych z odbiorcami. Zmalało natomiast znaczenie Niemiec, które zmniejszyły produkcję nawozów potasowych o 10%, a udział tego kraju w światowej produkcji nawozów potasowych zmalał z 13 do 9%.

**Tabela 9. Kraje z najwyższą produkcją nawozów potasowych w 2011 r.**

Kraj	Produkcja (mln ton K <sub>2</sub> O)	Udział w światowej produkcji (%)	Zmiany produkcji 2002 r.=100 (%)
Świat	36,3	100,0	135,3
Kanada	10,8	29,8	127,2
Rosja	6,5	17,9	146,7
Białoruś	5,3	14,7	140,7
Chiny	3,4	9,3	788,4
Niemcy	3,1	8,6	90,0
Izrael	2,6	7,0	133,3
Jordania	1,4	3,7	115,5
USA	1,0	2,8	96,9
Chile	1,0	2,7	199,3

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.*

Nawozy potasowe produkowane są głównie w postaci soli potasowej, która ma największy udział w strukturze produkcji. Mniejszą rolę odgrywa siarczan potasu, saletra potasowa oraz inne nawozy wieloskładnikowe.

### 3. Handel zagraniczny nawozami mineralnymi<sup>22</sup>

Firmy produkujące nawozy mineralne charakteryzują się dużą skalą produkcji i zazwyczaj funkcjonują zarówno na rynku krajowym, jak i międzynarodowym. Charakterystyczną cechą rynku nawozów mineralnych jest duży udział obrotów międzynarodowych [Blanco 2011, Malingreau i in. 2012]. Wynika to z faktu, że nawozy mineralne są stosowane w rolnictwie na całym świecie, a tylko niewielka liczba krajów jest w pełni samowystarczalna w produkcji nawozów. W efekcie liczba importerów jest bardzo duża i znacznie przewyższa liczbę eksporterów. Wiele krajów posiadających dostęp tylko do wybranych surowców specjalizuje się w produkcji określonej grupy asortymentowej i jednocześnie jest silnie uzależniona od importu pozostałych grup nawozów. Wynika to ze specyfiki nawozów mineralnych – określonej grupy nawozów nie można zastąpić inną. Stąd też handel międzynarodowy pełni bardzo ważną rolę w kreowaniu sytuacji popytowo-podażowej w większości krajów.

W latach 2002-2011 udział handlu zagranicznego w światowej produkcji wzrósł z 40 do 41%, co świadczy o porównywalnym wzroście produkcji oraz wymiany handlowej. Wyjątkowo w 2009 r. wskaźnik ten spadł do 34%, na skutek mniejszych obrotów na rynku nawozów potasowych. Na światowych rynkach handluje się głównie nawozami azotowymi i potasowymi. Nawozy azotowe stanowiły w analizowanym okresie od 40 do 43% globalnego eksportu, potasowe od 38 do 40%, a fosforowe od 17 do 20%. Wyjątkiem był wspomniany wcześniej 2009 r., kiedy udział nawozów potasowych zmalał do 26%, a azotowych i fosforowych wzrósł odpowiednio do 52 i 22%.

W 2011 r. światowy eksport nawozów mineralnych wyniósł blisko 79 mln ton i w stosunku do 2002 r. był większy o 31%. Wartość obrotów wzrosła w tym czasie prawie 6-krotnie z 13 do 74 mld USD pod wpływem wzrostu cen transakcyjnych [www.intracen.org].

Największym eksporterem nawozów mineralnych jest Rosja z 17% udziałem w światowym eksporcie w 2011 r. (tab. 10). Rosja eksportuje przede wszystkim nawozy potasowe i azotowe, a głównym kierunkiem zbytu jest rynek brazylijski, chiński oraz amerykański. Drugim po Rosji eksporterem nawozów mineralnych jest Kanada, specjalizująca się w wywozie nawozów potasowych. Największym partnerem Kanady z uwagi na położenie geograficzne jest USA, ale duże ilości eksportowane są również do Brazylii. Dynamiczny rozwój prze-

---

<sup>22</sup> Opracowano na podstawie danych International Fertilizer Industry Association.

mysłu nawozowego w Chinach spowodował, że nadwyżki produkcji zaczęto kierować na rynki zagraniczne, co pozwoliło na ponad 9-krotne zwiększenie eksportu w latach 2002-2011. W rezultacie Chiny z importera netto stały się eksporterem netto nawozów mineralnych, a ich udział w światowym eksporcie wzrósł z 1 do ponad 10%. Chińskie nawozy trafiają przede wszystkim na sąsiedni rynek indyjski, ale także do Brazylii i Wietnamu. W Chinach tylko niewielka część produkcji jest eksportowana, w odróżnieniu od Rosji i Kanady, gdzie większość wytworzonych nawozów jest kierowana na rynki zagraniczne. Udział eksportu w produkcji nawozów mineralnych w Chinach wyniósł w 2011 r. około 14% wobec 3% w 2002 r. Dla porównania wskaźnik ten w Rosji i Kanadzie przekracza 80%. Krajami typowo proeksportowymi w obszarze nawozów mineralnych są również Białoruś, Izrael, Niemcy, Maroko oraz większość krajów Bliskiego Wschodu produkujących nawozy mineralne.

**Tabela 10. Eksport nawozów mineralnych w 2011 r.**

Kraj	Eksport [mln ton ]	Zmiany eksportu 2002=100 [%]	Udział w eksporcie globalnym [%]	Udział eksportu w produkcji [%]	Struktura asortymentowa eksportu [%]		
					N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Świat	78,7	130,7	100,0	40,9	42,6	19,2	38,2
Rosja	13,8	136,8	17,5	82,9	37,0	17,5	45,5
Kanada	11,8	119,3	15,0	81,5	14,5	0,4	85,1
Chiny	8,2	923,8	10,4	14,5	51,6	48,3	0,1
Białoruś	5,1	138,5	6,4	80,6	6,6	0,4	93,0
USA	4,4	66,7	5,6	24,3	32,9	61,8	5,3
Niemcy	3,2	92,1	4,1	73,1	18,6	1,7	79,7
Izrael	3,1	140,4	4,0	99,0	0,9	7,7	91,4
Maroko	2,3	174,7	3,0	80,7	20,8	79,2	0,0
Ukraina	2,3	111,1	2,9	77,5	96,2	2,6	1,2
Jordania	1,8	114,2	2,3	95,4	9,1	20,5	70,4
Arabia Saudyjska	1,7	163,5	2,2	85,9	88,6	11,4	0,0
Egipt	1,6	287,2	2,1	53,2	95,2	3,8	1,0
Katar	1,3	165,1	1,7	90,3	100,0	0,0	0,0
Holandia	1,3	116,1	1,6	94,8	90,0	7,2	2,8

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.*

Światowy import nawozów mineralnych w 2011 r. był nieznacznie mniejszy niż eksport i wyniósł ponad 78 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik, o 30% więcej niż w 2002 r. Import nawozów mineralnych jest bardziej rozproszony tery-

torialnie niż eksport. Udział pięciu największych importerów w 2011 r. wyniósł niecałe 50%, podczas gdy w eksporcie odsetek ten przekroczył 55%.

**Tabela 11. Import nawozów mineralnych w 2011 r.**

Kraj	Import [mln ton ]	Zmiany importu 2002=100 [%]	Udział w imporcie globalnym [%]	Udział importu w zużyciu [%]	Struktura asortymentowa importu [%]		
					N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Świat	78,3	129,6	100,0	44,3	43,1	19,7	37,2
Indie	12,4	660,5	15,8	44,2	44,9	34,7	20,4
Brazylia	9,6	186,5	12,3	82,7	29,4	23,7	46,9
USA	9,4	110,2	12,1	46,2	46,4	3,7	49,9
Chiny	5,0	60,5	6,4	9,9	4,4	4,4	91,2
Tajlandia	2,6	162,7	3,3	99,0	54,5	18,9	26,6
Francja	2,5	79,9	3,2	84,4	62,7	12,4	24,8
Indonezja	2,5	277,9	3,1	48,0	8,6	10,5	80,9
Malezja	1,9	144,0	2,5	91,6	22,5	6,6	70,9
Niemcy	1,6	99,4	2,0	68,2	73,9	15,5	10,6
Bangladesz	1,5	337,4	2,0	79,4	36,9	36,3	26,9
Australia	1,5	106,8	2,0	71,7	59,8	25,8	14,4
Wietnam	1,4	93,0	1,8	57,0	35,5	19,3	45,1
Meksyk	1,2	100,2	1,6	70,3	63,5	14,7	21,8
Pakistan	1,2	164,0	1,5	31,1	72,5	24,0	3,5

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

W 2002 r. największymi importerami nawozów mineralnych były USA oraz Chiny. Rosnący popyt na nawozy mineralne w krajach rozwijających się spowodował jednak istotne zmiany w strukturze geograficznej importu. Chiny zwiększając własny potencjał produkcyjny, wyraźnie ograniczyły import, natomiast w Indiach i Brazylii produkcja wzrastała dużo wolniej niż zużycie, co skutkowało dynamicznie rosnącym przywozem nawozów z zagranicy. W rezultacie Indie i Brazylia stały się w 2011 r. największymi importerami nawozów mineralnych z blisko 30% łącznym udziałem w globalnym imporcie (tab. 11). W USA import nieznacznie wzrósł, jednak znaczenie USA w globalnym imporcie zmalało.

Indie importują przede wszystkim nawozy azotowe i fosforowe, a największymi dostawcami są Chiny oraz Rosja. Brazylia importuje głównie nawozy potasowe z Rosji, Białorusi i Kanady, natomiast USA zaopatrują się głównie na rynku kanadyjskim w nawozy potasowe, a w Trynidadzie i Tobago w nawozy azotowe. Chiny importują głównie nawozy potasowe, gdyż produkcja tej

grupy nawozów mimo szybkiego wzrostu wciąż nie nadąża za dynamicznie rosnącym zapotrzebowaniem. Chiny sprowadzają nawozy potasowe z Rosji, Kanady, a także z Izraela.

### **3.1. Handel zagraniczny nawozami azotowymi**

Wielkość obrotów handlowych nawozami azotowymi w 2011 r. wyniosła blisko 34 mln ton czystego składnika (N) i była o 38% wyższa w porównaniu z 2002 r. W latach 2002-2011 udział handlu zagranicznego w produkcji systematycznie zwiększał się (z 27% w 2002 r. do blisko 30% w 2011 r.). Wzrost znaczenia wymiany handlowej w sektorze nawozów azotowych wynika przede wszystkim z rosnącej roli krajów produkujących nawozy azotowe z przeznaczeniem na eksport, tj. państw z Bliskiego Wschodu oraz Chin, które systematycznie zwiększają nadwyżkę produkcji i kierują ją na eksport. Kraje te są coraz bardziej konkurencyjne, ponieważ posiadają dostęp do relatywnie taniego gazu ziemnego i węgla – podstawowych surowców decydujących o przewagach kosztowych.

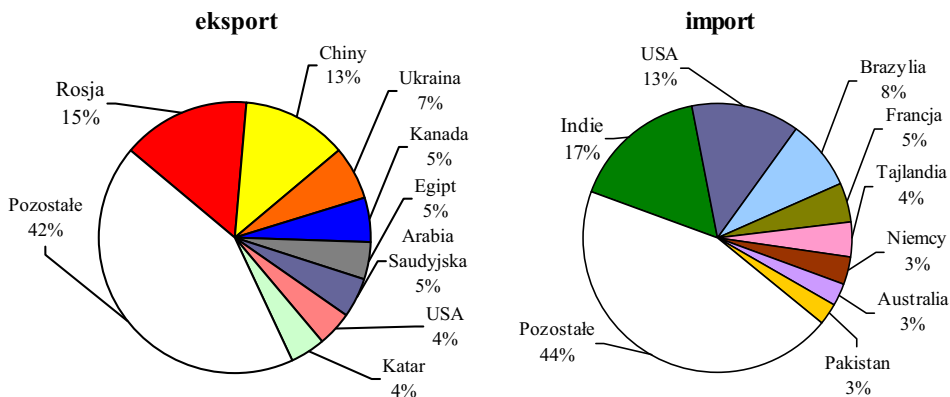
Największym eksporterem nawozów azotowych pozostaje Rosja, jednak jej przewaga nad Chinami z roku na rok zmniejsza się (rys. 18). W latach 2002-2011 Rosja zwiększyła eksport nawozów azotowych o 19%, podczas gdy w Chinach wywóz wzrósł 12-krotnie. W konsekwencji udział Rosji w światowym eksporcie zmalał z 18 do 15%, a Chin zwiększył się z 1 do 13%. W odróżnieniu od Rosji, która przeznaczająca na rynki zagraniczne prawie 75% wyprodukowanych nawozów azotowych, w Chinach odsetek ten stanowił w 2011 r. wprawdzie niecałe 12%, ale z każdym rokiem zwiększa się.

Zwiększa się również udział krajów Bliskiego Wschodu w globalnym eksporcie. W latach 2002-2011 eksport z tego kierunku wzrósł ponad 2-krotnie, w tym Iran zwiększył wywóz ponad 20-krotnie, a Egipt 3-krotnie. W rezultacie łączny udział krajów Bliskiego Wschodu zwiększył się w tym czasie z 11 do 18%. Kraje Bliskiego Wschodu produkują nawozy azotowe głównie z przeznaczeniem na eksport. W Egipcie udział eksportu w krajowej produkcji wynosi prawie 60%, a w Arabii Saudyjskiej i Katarze ponad 90%.

Zmiany popytu na nawozy azotowe pociągnęły za sobą zbliżone trendy w zakresie importu, zwłaszcza w krajach silnie od niego uzależnionych. Dynamiczny wzrost zapotrzebowania na tę grupę nawozów mineralnych w Indiach w warunkach niewielkiego wzrostu własnej produkcji (o 17% w ciągu 9 lat) spowodował aż 20-krotne zwiększenie wielkości importu. Indie stały się największym importerem nawozów azotowych, wyprzedzając w 2008 r. USA, a udział Indii w globalnym imporcie wzrósł w latach 2002-2011 z 1 do 17%

(rys. 18). Duże ilości importuje również Brazylia, która w ciągu omawianego okresu zwiększyła przywóz nawozów azotowych blisko 2,5-krotnie. W ostatnich latach wyraźnie zwiększono import w krajach rozwijających się, takich jak: Tajlandia, Bangladesz, Pakistan, Argentyna, gdzie krajowe sektory nawozowe są jeszcze słabo rozwinięte.

**Rysunek 18. Struktura geograficzna handlu zagranicznego nawozami azotowymi w 2011 r.**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

W strukturze asortymentowej handlu zagranicznego nawozami azotowymi dominuje mocznik z ponad 50% udziałem w globalnych obrotach. Ponadto handluje się fosforanem amonu (10% udziału w obrotach ogółem), saletrzakami, saletrą amonową i siarczanem amonu (po 7%) oraz RSM (5%). Największymi eksporterami mocznika są: Chiny, Rosja i Ukraina, a na kolejnych miejscach znalazły się kraje z Bliskiego Wschodu: Arabia Saudyjska, Egipt, Katar i Iran. Fosforan amonu jest eksportowany głównie przez USA oraz Chiny, saletrzaki – przez Holandię i Belgię, saletra amonowa – przez Rosję i Ukrainę, siarczan amonu – przez Chiny i Belgię, a RSM – przez Rosję i Litwę.

### 3.2. Handel zagraniczny nawozami fosforowymi

Wielkość wymiany handlowej nawozami fosforowymi wzrosła w latach 2002-2011 z 12 do 15 mln ton czystego składnika ( $P_2O_5$ ). Udział handlu zagranicznego w produkcji wynosił w analizowanym okresie średnio 34% i systematycznie malał. Najwyższą wartość tego wskaźnika odnotowano w 2003 r. (37%), a najniższą w 2008 r. (30%).

Eksport nawozów fosforowych cechuje się względnie wysoką koncentracją, a udział pięciu największych eksporterów w tym segmencie przekracza 75% (tab. 12). Największym eksporterem nawozów fosforowych są Chiny, które w 2010 r. wyprzedziły dotychczasowego lidera – USA. Chiny w latach 2002-2011 zwiększyły eksport blisko 8-krotnie, a ich udział w globalnym eksporcie wzrósł z 4 do 26%. USA ograniczyły eksport o 36%, głównie z powodu wyraźnie mniejszego wywozu do Państwa Środka.

Ważnymi eksporterami nawozów fosforowych są również Rosja, Maroko i Meksyk. W odróżnieniu od Chin oraz USA, kraje te kierują przeważającą część produkcji na eksport. W Rosji około 80% wyprodukowanych nawozów fosforowych jest eksportowane, w Maroku odsetek ten sięga 85%, a w Meksyku przekracza 90%.

**Tabela 12. Koncentracja handlu zagranicznego nawozami fosforowymi (%)**

Eksport				Import			
2002		2011		2002		2011	
USA	35,0	Chiny	26,2	Chiny	18,7	Indie	27,9
Rosja	16,7	USA	18,0	Brazylia	10,3	Brazylia	14,8
Maroko	8,7	Rosja	16,0	Pakistan	4,1	Bangladesz	3,6
Tunezja	7,8	Maroko	12,3	Australia	4,1	Argentyna	3,5
Chiny	4,1	Meksyk	3,1	Francja	3,8	Tajlandia	3,2
Pozostałe kraje	27,7	Pozostałe kraje	24,4	Pozostałe kraje	59,0	Pozostałe kraje	47,0

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.*

W imporcie nawozów fosforowych nastąpiły większe zmiany struktury geograficznej, niż miało to miejsce w eksporcie. W Indiach ze względu na dynamicznie rosnące zapotrzebowanie import zwiększono blisko 19-krotnie. W konsekwencji udział Indii w globalnym imporcie wzrósł więc z 2 do 28%. Od 2008 r. Indie stały się największym importerem nawozów fosforowych, wyprzedzając dotychczasowego lidera – Brazylię. Wyraźnie wzrósł również import nawozów fosforowych do Bangladeszu – blisko 3-krotnie, Brazylii – o 76% oraz Argentyny – o 73%. Chiny jeszcze w 2002 r. były największym importerem nawozów fosforowych na świecie, jednak systematyczna rozbudowa sektora nawozowego spowodowała niemal całkowite uniezależnienie od importu tej grupy nawozów, który ograniczono o ponad 90%. Chiny w ciągu 9 lat z największego importera stały się największym eksporterem nawozów fosforowych.

### 3.3. Handel zagraniczny nawozami potasowymi

Obroty handlu zagranicznego nawozami potasowymi w 2011 r. wyniosły 30 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik ( $K_2O$ ) wobec 24 mln ton w 2002 r. Segment nawozów potasowych charakteryzuje się najwyższym udziałem obrotów handlowych w produkcji oraz największym stopniem koncentracji eksportu. W latach 2002-2011 około 85% wyprodukowanych na świecie nawozów potasowych podlegało międzynarodowej wymianie handlowej, podczas gdy w pozostałych grupach nawozów odsetek ten nie przekraczał 35%. W warunkach wysokiej koncentracji produkcji najwięksi producenci przeznaczają na eksport zasadniczą część wytworzonych nawozów (85-90%), gdyż popyt na krajowym rynku jest stosunkowo niewielki.

Eksport jest zdominowany przez pięć krajów, które mają łącznie blisko 88% udział w globalnych obrotach handlowych (rys. 19). W latach 2002-2011 geograficzna struktura eksportu nie uległa większym zmianom. Największym eksporterem jest Kanada z 33% udziałem w światowym eksporcie. Ważnymi eksporterami są również Rosja i Białoruś, które od 2005 r. wspólnie eksportowały nawozy potasowe, a ich łączny udział w światowym eksporcie sięgał 40%<sup>23</sup>. Ponadto ważnymi eksporterami są również Izrael oraz Niemcy.

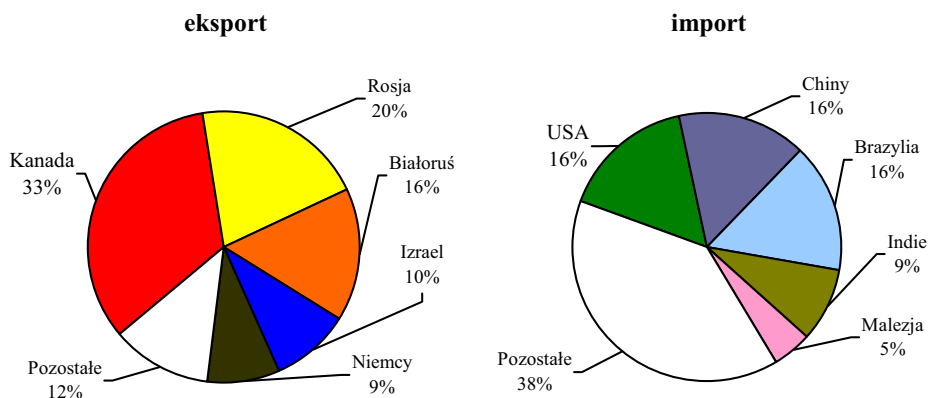
Produkcja i eksport nawozów potasowych są skoncentrowane poza rejonami największej konsumpcji nawozów mineralnych, stąd też w krajach zużywających największe ilości nawozów potasowych zasadniczą rolę w podaży ma import. Największym importerem w 2011 r. były USA, ale w latach 2005-2007 liderem importu były Chiny. Chińska produkcja nawozów potasowych wzrosła w latach 2002-2011 wprawdzie blisko 8-krotnie, jednak nie spowodowało to wyraźnego ograniczenia importu. Poza USA i Chinami duże ilości importowane są przez Brazylię, Indie, Indonezję i Malezję. W krajach tych przywóz nawozów potasowych z zagranicy stymulowany rosnącym zużyciem wzrósł w ciągu 9 lat o co najmniej 60%, podczas gdy w Chinach i USA zmiany wielkości importu były niewielkie.

---

<sup>23</sup> W wyniku konfliktu Rosja i Białoruś w połowie 2013 r. zerwały współpracę i zaczęły oddzielnie sprzedawać sól potasową, przez co ich pozycja na światowym rynku nawozów potasowych wyraźnie się osłabiła.



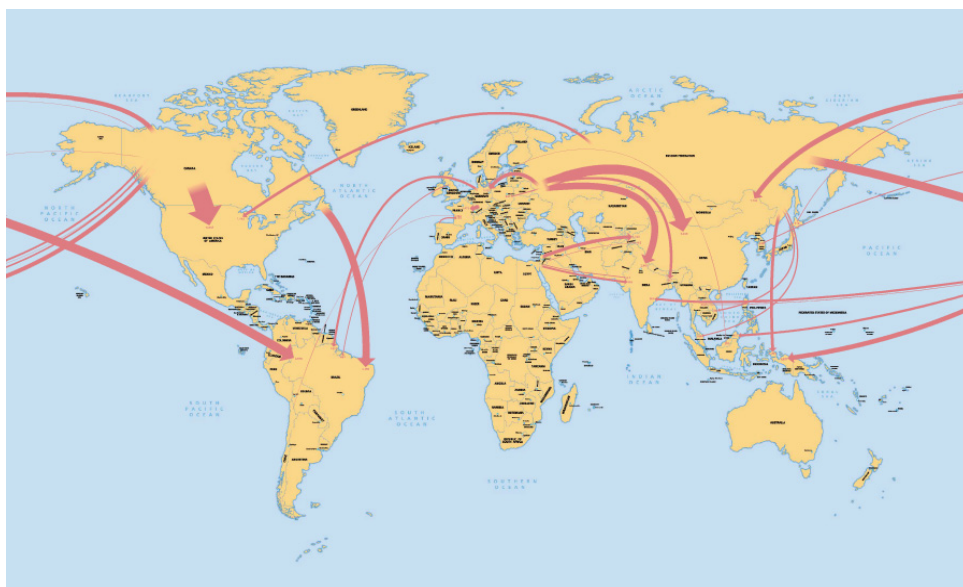
**Rysunek 19. Struktura geograficzna handlu zagranicznego nawozami potasowymi w 2011 r.**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Największe obroty nawozami potasowymi realizowane są między Kanadą a USA (rys. 20). Znaczące ilości kanadyjskich nawozów kierowane są również do Brazylii. Z kolei Chiny i Indie zaopatrują się w nawozy potasowe głównie w Rosji.

**Rysunek 20. Główne kierunki handlu zagranicznego nawozami potasowymi w 2011 r.**



Źródło: [www.icis.com]

## 4. Zużycie nawozów mineralnych<sup>24</sup>

Rozwój ludzkości zawsze był uzależniony od produktów roślinnych, które stanowiły źródło pożywienia, surowców i energii. Rośliny zielone mają bowiem zdolność do przetwarzania energii słonecznej w energię związków chemicznych w procesie fotosyntezy. Rośliny, posiadając zdolność do wytwarzania podstawowych związków, takich jak: cukry, tłuszcze, białka, witaminy itd., wymagają do prawidłowego wzrostu i rozwoju różnych składników odżywczych, którymi są głównie pierwiastki mineralne, przy czym brakujących pierwiastków nie można zastąpić innymi [Czuba 1996].

Zapotrzebowanie roślin uprawnych na składniki pokarmowe przewyższa naturalne możliwości ich dostarczenia przez glebę. Niezbędne staje się uzupełnianie niedoborów. Tylko częściowo jest to możliwe za pomocą nawozów naturalnych, powstających z odchodów zwierzęcych i resztek roślinnych. Ani bowiem ilość, ani skład tych nawozów nie zapewniają prawidłowego odżywiania roślin uprawnych. Jedyne rozwiązanie stanowi uzupełniające stosowanie nawozów mineralnych. Odpowiednie zaopatrzenie roślin w składniki pokarmowe jest konieczne do optymalnego wykorzystania ich potencjału produkcyjnego, w tym postępu genetycznego. Nawożenie mineralne odgrywa kluczową rolę w produkcji żywności i należy do najważniejszych czynników powodujących wzrost plonów roślin [Czuba 1996]. Zużycie nawozów mineralnych jest także jednym ze wskaźników oceny intensywności gospodarowania [Igras 2006].

Intensywność nawożenia mineralnego uzależniona jest od wielu czynników, jednak najważniejszym z nich jest opłacalność stosowania nawozów sztucznych, wyrażająca się w relacjach cen nawozów do cen uzyskiwanych przez rolników za sprzedane produkty. Poziom nawożenia jest determinowany zasobnością gleb w składniki pokarmowe, wymaganiami pokarmowymi poszczególnych roślin uprawnych, a także stosowanym systemem gospodarowania (intensywny, zrównoważony lub ekologiczny).

### 4.1. Czynniki wpływające na zmiany globalnego zużycia nawozów mineralnych

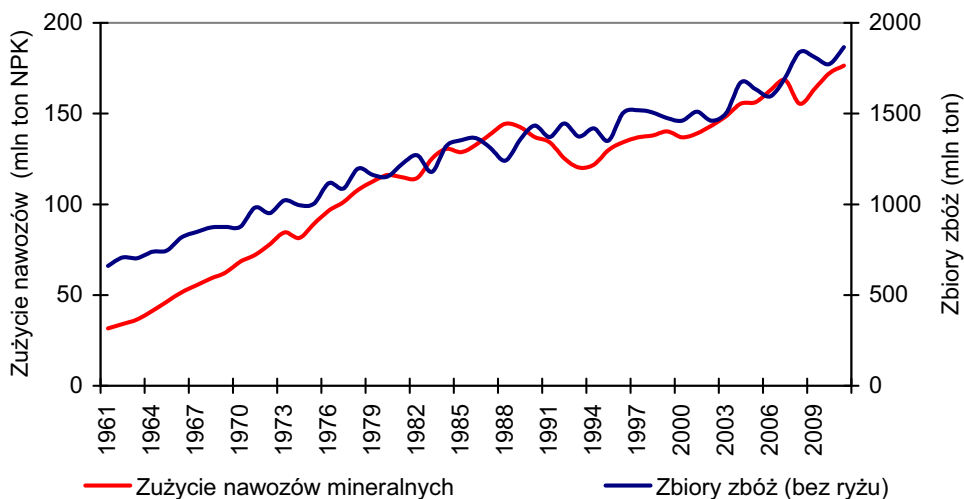
Od początku stosowania nawozów mineralnych ich zużycie w skali globalnej wykazuje tendencję rosnącą. Stale rosnący popyt na produkty rolnicze, w warunkach ograniczonej powierzchni użytków rolnych, wpłynął na koniecz-

---

<sup>24</sup> Na podstawie danych International Fertilizer Industry Association.

ność zwiększenia plonowania roślin uprawnych, co było możliwe w znacznym stopniu dzięki intensyfikacji nawożenia. W ciągu ostatnich 50 lat zużycie nawozów w skali światowej wzrosło blisko 6-krotnie, co w znacznym stopniu przyczyniło się do blisko 3-krotnego zwiększenia zbiorów i plonów zbóż (rys. 21) [Bruulsema i in. 2012]. Wzrost produkcji rolnej przestał być wiązany tylko i wyłącznie ze zwiększaniem powierzchni uprawnej, ale przesunął się raczej w kierunku intensyfikacji rolnictwa. Po kilku dekadach sukcesów w pozyskiwaniu coraz to większej ilości żywności z niezwiększonego areалу, produkcja rolna w krajach rozwiniętych wydaje się jednak osiągać swój limit. Potencjał do dalszej intensyfikacji rolnictwa, w tym wzrostu zużycia podstawowych środków produkcji tkwi jednak nadal w krajach rozwijających się.

**Rysunek 21. Zużycie nawozów mineralnych na świecie i zbiory zbóż w latach 1961-2011**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych FAO i IFA.

Popyt na produkty rolnicze jest kreowany z jednej strony przez potrzeby żywnościowe, z drugiej zaś – przez zapotrzebowanie sektorów pozażywnościowych na surowce rolnicze [Zegar 2007, 2012].

Rosnące potrzeby żywnościowe w skali globalnej wynikają przede wszystkim z dynamicznego wzrostu liczby ludności na świecie<sup>25</sup>, ale też ze zmiany struk-

<sup>25</sup> W ciągu ostatnich 50 lat liczba ludności na świecie wzrosła z 3 do 7 miliardów, podczas gdy powierzchnia gruntów rolnych zwiększyła się o niespełna 9% przy jednoczesnym pogorszeniu żyzności i degradacji gleb w wielu rejonach. W rezultacie powierzchnia gruntów ornych przypadających na jednego mieszkańca zmalała z ponad 0,4 ha do niespełna 0,2 ha [www.faostat.fao.org].

tury konsumowanej żywności na rzecz produktów zwierzęcych, dla których wytworzenia trzeba więcej kalorii pierwotnych<sup>26</sup>. Dotyczy to w szczególności ludnych krajów rozwijających się, o wysokiej elastyczności dochodowej spożycia żywności, przede wszystkim Chin, Indii, Brazylii i innych krajów m.in. z Azji i Afryki. Stopniowy wzrost dochodów realnych ludności w tych krajach spowodował zwiększenie udziału produktów zwierzęcych w ich codziennej diecie, przy jednoczesnym ograniczeniu spożycia produktów roślinnych. Efektem strukturalnego przesunięcia na rzecz produktów zwierzęcych było zwiększenie pogłowia zwierząt hodowlanych, co z kolei spotęgowało zapotrzebowanie na zboża z przeznaczeniem na pasze. Produkcja żywności w tych krajach przestała nadążać za popytem wewnętrznym. Roczne spożycie mięsa na świecie wzrosło w ciągu 50 lat z 23 do 42 kg/mieszkańca, w tym w Chinach z 4 do prawie 60 kg/mieszkańca, w Brazylii z 28 do 85 kg/mieszkańca, w Wietnamie z 10 do 50 kg/mieszkańca, a w RPA z 30 do 60 kg/mieszkańca [www.faostat.fao.org].

Wzrost popytu na produkty rolnicze wynika również – jak wspomniano wcześniej – ze zwiększającego się zapotrzebowania sektorów pozażywnościowych, w tym w szczególności sektora paliwowo-energetycznego. W obliczu kurczących się zasobów kopalnych oraz gróźb globalnego ocieplenia pozyskiwanie alternatywnych źródeł energii w postaci produkcji biopaliw nabierało w ostatniej dekadzie coraz większego znaczenia. Rozwojowi produkcji biopaliw sprzyjały również niestabilne ceny kopalin energetycznych<sup>27</sup>.

W latach 2000-2010 światowa produkcja bioetanolu i biodiesla zwiększyła się blisko 6-krotnie z 18 do 105 mld l. Pomimo silnych tendencji wzrostowych produkcja biopaliw jest nadal niewielka w stosunku do globalnego zużycia paliw ciekłych w transporcie. W UE i USA wskaźnik ten wynosi zaledwie 3-5%. Jedynie w Brazylii udział ten jest wysoki, a bioetanol produkowany z trzciny cukrowej stanowi blisko 40% rynku paliw ciekłych. Obecnie dominująca większość produkcji biopaliw koncentruje się w USA, Brazylii i UE. Ich udział w światowej produkcji paliw odnawialnych będzie jednak mały, ponieważ następuje rozwój rynku biopaliw w innych krajach, głównie rozwijających, takich jak Chiny, Malezja czy Indonezja [Rosiak i in. 2011].

---

<sup>26</sup> Współczynnik konwersji kalorii zawartych w paszach pochodzenia roślinnego do kalorii zwierzęcych kształtuje się w przypadku mięsa wołowego jak co najmniej 7:1, mięsa wieprzowego – 4:1, a drobiowego – 2:1.

<sup>27</sup> Wzrost cen ropy naftowej działa na korzyść biopaliw. Na przykład produkcja etanolu z trzciny cukrowej w Brazylii zaczyna być opłacalna przy cenie ropy naftowej powyżej 35 USD/baryłkę, w USA przy produkcji etanolu z kukurydzy przy cenie 50 USD/baryłkę, a w UE przy cenie 80 USD/baryłkę [Zegar 2012].

Przeznaczanie surowców rolnych takich jak kukurydza, rzepak czy soja do wytwarzania biopaliw spowodowało jednak, że globalny rynek żywnościowy poddany został procesowi konkurencji o wpływy z subsydiowanym przemysłem paliwowo-energetycznym. Ponadto produkcja biopaliw angażująca ograniczone zasoby gleby<sup>28</sup> oraz wody może prowadzić do zwiększenia zużycia środków chemicznych i energii, a zatem zwiększać presję na środowisko naturalne. Przede wszystkim jednak ogranicza podaż żywności i przyczynia się do wzrostu jej cen. W konsekwencji pogłębia się problem głodu i niedożywienia, który najdotkliwiej dotyka kraje najbardziej ubogie, w których na zaspokojenie podstawowych potrzeb żywieniowych przeznaczają się dominujący odsetek dochodów [Wilk 2008, Zegar 2012]. Dynamiczny rozwój produkcji biopaliw w ostatnim dziesięcioleciu wykreował nowy rynek zbożowy zorientowany nie na konsumpcję, lecz na przemysł paliwowy. Według Amartya Sena [2008] znanego ekonomisty i laureata Nagrody Nobla w 1998 r., obecna sytuacja doprowadziła do tego, że żołądki biednych muszą konkurować z bakami na paliwo.

## 4.2. Globalne zużycie nawozów mineralnych

Po znacznym wzroście zużycia nawozów mineralnych na świecie w sezonach 2009/10-2011/12 nastąpiła jego stabilizacja w sezonie 2012/13. Zużycie wyniosło 176 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik i było prawie takie samo jak w sezonie poprzednim i o 23% wyższe niż 10 lat wcześniej (tab. 13). Zahamowanie wyraźnej tendencji wzrostowej było spowodowane przede wszystkim spadkiem nawożenia mineralnego w Indiach, gdzie obniżono dotacje do nawozów fosforowych i potasowych. Szacuje się, że globalne zużycie nawozów mineralnych w sezonie 2013/14 może przekroczyć 180 mln ton, przy założeniu, że indyjscy rolnicy zwiększą nawożenie mimo niekorzystnych dla nich zmian w systemie dotowania. Zwiększeniu globalnego zużycia nawozów będą sprzyjały także niskie ceny nawozów na światowych rynkach.

W strukturze globalnego zużycia nawozów mineralnych dominują nawozy azotowe. W sezonie 2012/13 stanowiły one ponad 61% zużycia, podczas gdy udział nawozów fosforowych wynosił 23%, a potasowych – 16%. W ciągu 10 lat struktura zużywanych nawozów mineralnych prawie się nie zmieniła. Udział nawozów azotowych wzrósł o 1 pkt. proc. kosztem nawozów fosforowych, a nawozów potasowych pozostał niezmienny. Zużycie

---

<sup>28</sup> Zwiększenie nieżywnościowego wykorzystania produktów rolniczych, w tym zwłaszcza do produkcji biopaliw, prowadzi do nasilenia konkurencji o ziemię [Kerckow 2007].

nawozów azotowych wzrosło w omawianym okresie o 25%, potasowych o 22%, a fosforowych o 20%.

**Tabela 13. Globalne zużycie nawozów mineralnych (mln ton NPK)**

Wyszczególnienie	2002/03	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13*	2013/14**	2017/18**
Nawozy azotowe	86,1	102,2	104,1	107,8	107,5	110,1	116,2
Nawozy fosforowe	33,7	37,6	40,6	40,6	40,3	41,2	45,3
Nawozy potasowe	23,4	23,7	27,5	27,7	28,5	29,3	33,4
Nawozy mineralne ogółem	143,2	163,5	172,3	176,1	176,3	180,5	194,9

\* szacunek IFA, \*\* prognoza IFA

Źródło: Dane IFA

### 4.3. Regionalne zmiany zużycia nawozów

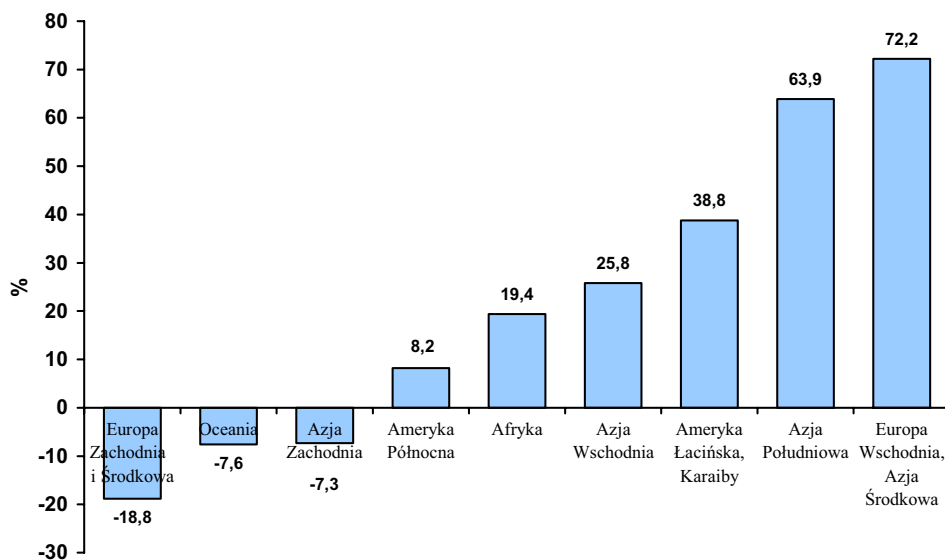
Motorem wzrostu globalnego popytu na nawozy mineralne są przede wszystkim regiony dynamicznie rosnącego popytu na żywność, gdzie dynamicznie zwiększa się liczba ludności oraz ich dochody [Mrówczyński 2011]. Zaobserwować można odmienne tendencje zużycia między krajami rozwijającymi się a rozwiniętymi [Bump i Baanante 1996, Hernandez i Torero 2011, Malingreau i in. 2012]. Zużycie nawozów mineralnych rośnie przede wszystkim w krajach rozwijających się, natomiast w krajach rozwiniętych gospodarczo obserwuje się stagnację, a nawet spadek nawożenia. W ciągu 9 ostatnich lat nawożenie mineralne w krajach rozwijających się zwiększono o 37%, podczas gdy w krajach rozwiniętych zużyto o blisko 5% nawozów mineralnych mniej. W konsekwencji udział krajów rozwijających się w globalnym zużyciu nawozów mineralnych wzrósł z 66 do 74%, natomiast krajów rozwiniętych gospodarczo zmalał z 34 do 26%.

Odmienne trendy zużycia nawozów mineralnych wynikają przede wszystkim z faktu, że w krajach rozwijających się intensyfikuje się nawożenie, a w krajach rozwiniętych dąży się raczej do jego optymalizacji. W krajach rozwijających się, w warunkach dynamicznie rosnącego popytu na żywność i surowce rolne, presja na wzrost plonowania roślin uprawnych jest ogromna, a wyższe plony są osiągane głównie poprzez stosowanie coraz wyższego poziomu nawożenia mineralnego. W krajach rozwiniętych gospodarczo rynki żywnościowe są z reguły silnie nasycone, a popyt ze względów demograficznych nie ma poważniejszych podstaw do dalszego wzrostu. Ponadto w wielu krajach rozwiniętych duży odsetek stanowią duże, nowoczesne gospodarstwa, które wy-

sokie plony osiągają przede wszystkim dzięki postępowi genetycznemu przy jednoczesnej optymalizacji nawożenia mineralnego. W krajach Europy Środkowo-Zachodniej prowadzone są także programy mające na celu promowanie zdrowej żywności, dzięki czemu większe znaczenie przypisuje się rolnictwu ekologicznemu i integrowanej produkcji rolnej. Zmniejsza się również powierzchnia użytków rolnych, a utrzymujący się przez wiele lat wysoki poziom nawożenia mineralnego doprowadził do degradacji siedlisk rolniczych oraz zanieczyszczenia środowiska, dlatego w tych krajach dąży się do ograniczenia zużycia chemicznych środków produkcji, w tym nawozów mineralnych.

Zmiany zużycia nawozów mineralnych w poszczególnych regionach były bardzo zróżnicowane (rys. 22). Zużycie nawozów mineralnych najbardziej wzrosło w Europie Wschodniej i Azji Środkowej (o 72%) oraz w Azji Południowej (o 64%). Wyraźnie zmniejszono natomiast zużycie nawozów w Europie Zachodniej i Środkowej (o 19%).

**Rysunek 22. Regionalne zmiany zużycia nawozów mineralnych w sezonach 2002/03-2011/12**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Największe zużycie nawozów mineralnych przypada obecnie na kraje Azji Wschodniej, które mają łącznie ponad 37% udział w światowym zużyciu. Kraje Azji Południowej zużywają 19% nawozów, Ameryka Północna – 14%, Ameryka Łacińska – 11%, a Europa Zachodnia i Środkowa – 9%. Łączny udział pozostałych regionów nie przekracza 10%.

#### 4.4. Zużycie nawozów mineralnych w wybranych krajach

Krajem zużywającym największe ilości nawozów mineralnych są Chiny, z 29% udziałem w globalnym zużyciu. Nieco mniej nawozów jest zużywane w Indiach (16% ogólnego zużycia), w USA (12%) oraz w Brazylii (7%). W pozostałych krajach zużywa się poniżej 3% światowego zużycia. W ciągu 9 lat najwyższy wzrost zużycia nawozów mineralnych odnotowano m.in. w Indiach (o 74%) i Brazylii (o 54%). W Chinach zużycie wzrosło wprawdzie o 25%, ale w ostatnich latach dynamika wzrostu wyraźnie spowolniła. Poziom zużycia w wielu rejonach, zwłaszcza na północy kraju stał się na tyle wysoki, że zaczął przyczyniać się do zanieczyszczenia wód i do degradacji gleb, nie powodując przy tym wzrostu plonów [Vitousek i in. 2009]. Stąd też zaczęto ograniczać nawożenie mineralne. W USA zużycie nawozów wzrosło symbolicznie.

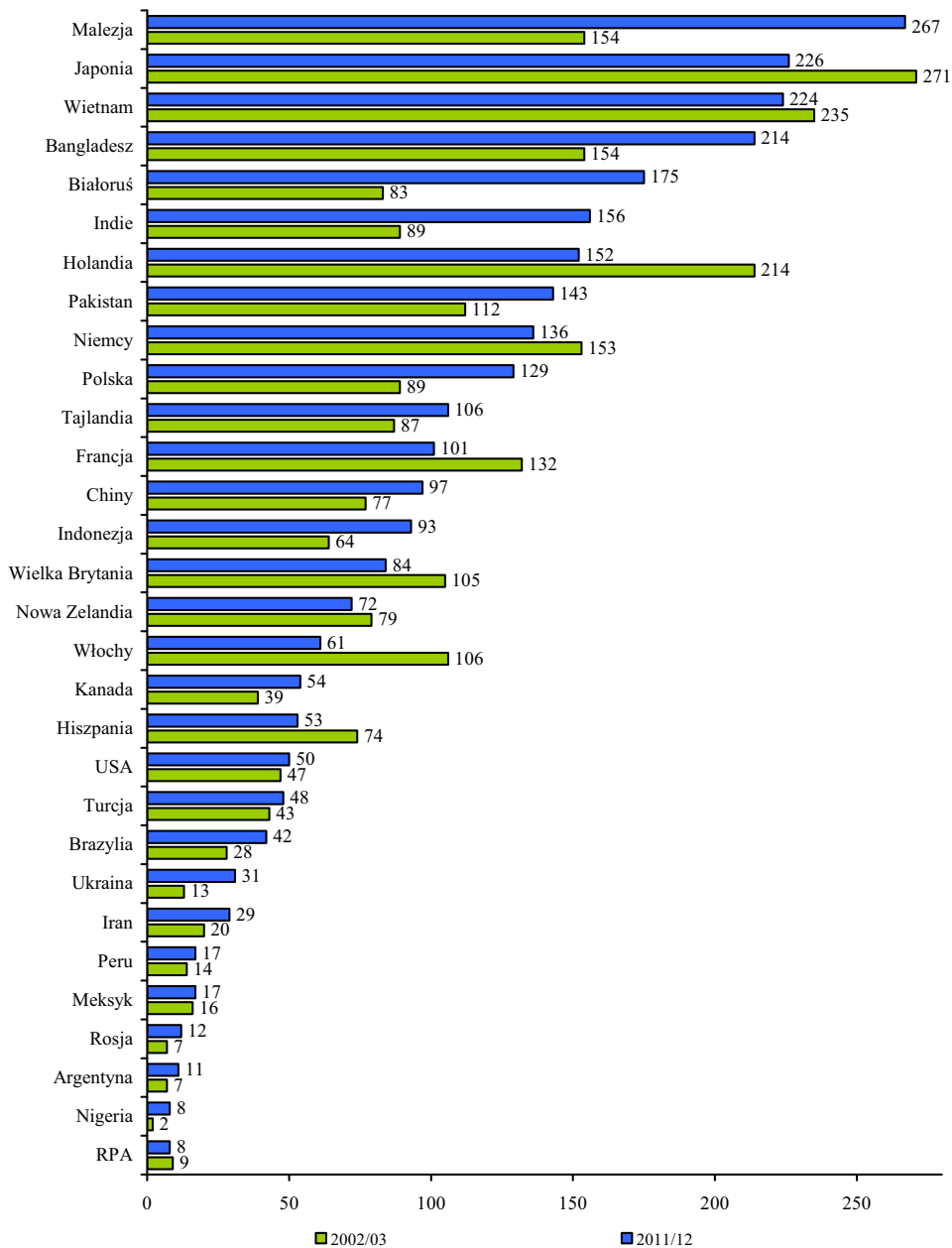
Zużycie nawozów w przeliczeniu na jednostkę powierzchni jest silnie zróżnicowane między poszczególnymi krajami. Poziom nawożenia mineralnego rośnie najszybciej w krajach, gdzie było ono relatywnie niskie i w konsekwencji różnice te powoli zmniejszają się. Poziom nawożenia zależy m.in. od ogólnego poziomu rozwoju rolnictwa, charakteru rolnictwa (intensywny, ekstensywny lub zrównoważony), poziomu wsparcia sektora rolnego, kondycji gospodarstw, warunków przyrodniczych oraz szeroko rozumianego dostępu rolnika do nawozów (wielkość podaży, sieć dystrybucji).

Najwyższy poziom jednostkowego zużycia nawozów mineralnych, przekraczający przeważnie 150 kg NPK/ha UR, występuje w krajach Azji Południowej i Wschodniej, w Egipcie oraz w wybranych krajach Europy Zachodniej, czyli na obszarach o wysokim stopniu intensywności rolnictwa (rys. 23). Przy czym o ile intensywność nawożenia, dzięki której osiąga się wyższe plony w krajach azjatyckich stale rośnie, to w krajach Europy Zachodniej tendencje zmian zużycia są odwrotne. Dąży się do ograniczenia chemizacji rolnictwa oraz promowania rolnictwa ekologicznego i integrowanego, nakierowanego na postęp genetyczny i rolnictwo precyzyjne.

W USA, Brazylii i Kanadzie poziom nawożenia jest stosunkowo niewielki, co wynika z ekstensywnego charakteru rolnictwa. Nadal istnieją rejony jak np. Afryka, gdzie średnie zużycie nawozów mineralnych wynosi zaledwie kilka kilogramów w przeliczeniu na 1 ha UR. Niskie nawożenie na tych obszarach jest związane z niskim poziomem rozwoju rolnictwa i niewystarczającym zaopatrzeniem w środki produkcji dla rolnictwa, a także z niekorzystnymi warunkami przyrodniczymi.



**Rysunek 23.** Zużycie nawozów mineralnych w wybranych krajach  
(kg NPK/ha UR)



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA i FAO.

## 5. Ceny nawozów mineralnych na światowych rynkach<sup>29</sup>

Ceny nawozów mineralnych na światowych rynkach są silnie powiązane z cenami surowców rolnych, a w szczególności z cenami zbóż [Soh 2001, Ott 2012]. Wysokie ceny zbóż poprawiają opłacalność produkcji rolnej, podnoszą dochody rolników, co przekłada się na większą skłonność do inwestowania w środki plonotwórcze. Większy popyt na nawozy powoduje z kolei wzrost ich cen. Wysokie ceny zbóż pozwalają ponadto oczekiwać, że podobny poziom cen może się utrzymać w przyszłości, co również sprzyja zwiększonemu popytowi na nawozy.

Ważnym elementem kształtującym ceny nawozów mineralnych są także ceny surowców do ich wytwarzania, w tym bezpośrednich nośników energii, które dodatkowo wpływają na koszty transportu nawozów [Huang 2009, Blanco 2011]. Ceny gazu ziemnego oraz węgla kamiennego determinują koszty wytwarzania nawozów azotowych, ceny fosforytów wpływają z kolei na koszty produkcji nawozów fosforowych, a surowej soli potasowej – na koszty nawozów potasowych. Ceny ropy naftowej, od których *de facto* w dużym stopniu zależą ceny gazu ziemnego, wpływają na koszty transportu nawozów, a w konsekwencji na ich ostateczne ceny. Ponadto wysokie ceny ropy naftowej sprzyjają produkcji biopaliw, co generuje zwiększony popyt na nawozy i w konsekwencji przyczynia się do wzrostu ich cen.

Najważniejszą rolę w kształtowaniu cen nawozów mineralnych odgrywają jednak relacje popytowo-podażowe. Możliwości szybkiego wzrostu potencjału produkcyjnego w sektorze nawozów mineralnych są ograniczone, stąd też dynamiczny wzrost popytu, w warunkach silnej koncentracji produkcji, powoduje wyraźne podwyżki cen<sup>30</sup>. Ponadto na poziom cen wpływ mogą mieć szeroko rozumiane regulacje rynku i mechanizmy polityki gospodarczej (np. maksymalne ceny nawozów, cła eksportowe, taryfy importowe, zwolnienia podatkowe, subsydiowanie sektora rolnego).

---

<sup>29</sup> Opracowano na podstawie danych Banku Światowego.

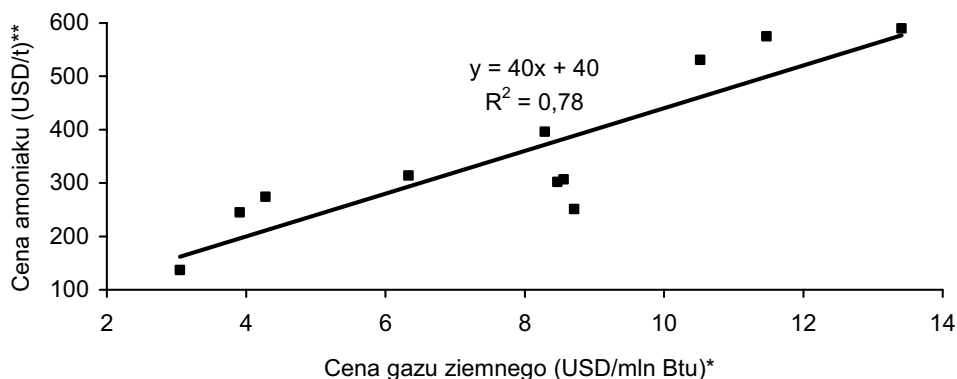
<sup>30</sup> W latach 2007-2008 dynamiczny wzrost popytu na nawozy mineralne przy nieznacznym wzroście produkcji doprowadził do kilkukrotnego wzrostu cen na światowych rynkach.

## 5.1. Ceny surowców do produkcji nawozów i wybranych bezpośrednich nośników energii.

W latach poprzednich (2007-2011) bezpośrednie nośniki energii oraz surowce do wytwarzania nawozów mineralnych cechowały się wyraźną zmiennością cen. W 2012 r. średnioroczne ceny nieznacznie wzrosły w stosunku do roku poprzedniego.

Ceny amoniaku są kształtowane przede wszystkim przez relacje popytu i podaży, jednak ważną rolę pełni również cena gazu ziemnego, który ma 72-85% udział w ogólnych kosztach produkcji amoniaku [Huang 2007]. Średnia cena amoniaku notowanego na giełdzie w USA w 2012 r. wyniosła 575 USD/t i była o 8% wyższa niż rok wcześniej, a w ciągu 10 lat wzrosła 4-krotnie. Wysoki wzrost cen wynikał przede wszystkim z rosnącego popytu na amoniak w okresie wzmożonego zapotrzebowania na nawozy mineralne, w tym azotowe, ale także z rosnących cen gazu ziemnego. Silną dodatnią korelację cen amoniaku i gazu ziemnego potwierdza statystyczna analiza ich zależności [Gruszczyński, Podgórska 2004]. Analiza korelacji i regresji wykazała liniową (proporcjonalną) zależność cen gazu ziemnego i amoniaku. Potwierdzeniem tego jest wysoka wartość współczynnika determinacji  $R^2=0,78$ . Wykorzystując analizę prostej regresji oszacowano, że wzrost ceny gazu ziemnego o 1 USD/mln Btu powodował zwiększenie ceny amoniaku o 40 USD/t (rys. 24).

Rysunek 24. Zależność cen amoniaku i gazu ziemnego

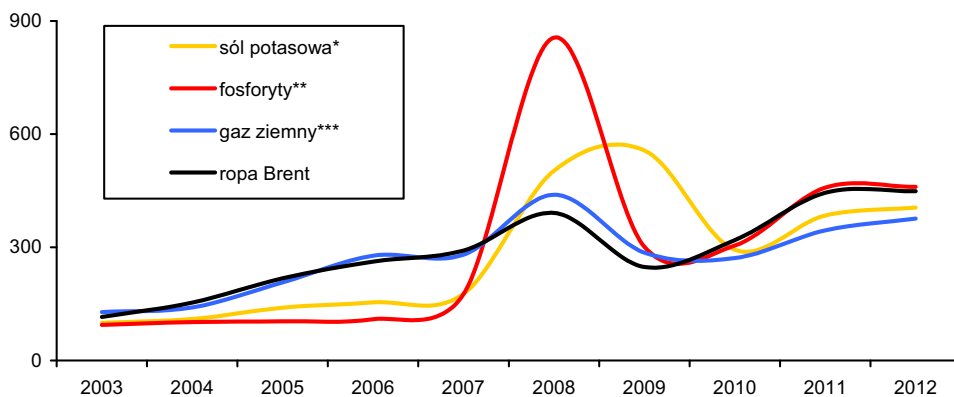


\* cena importowanego z Rosji do Europy gazu ziemnego (USD/mln Btu), \*\*średnia cena fob Gulf (USD/t).

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Banku Światowego i USGS.

Ceny najważniejszych bezpośrednich nośników energii są ze sobą silnie skorelowane, a zmiany cen w analizowanych latach przebiegały podobnie (rys. 25). Importowany do Europy gaz rosyjski zdrożał w 2012 r. o 9%, a w ciągu 10 lat (2002-2012) blisko 4-krotnie do ponad 11 USD/mln Btu. Podobny wzrost cen dotyczył również importowanego z Indonezji do Japonii skroplonego gazu LNG. W USA ceny gazu ziemnego w ostatnich latach zmalały z powodu dynamicznego rozwoju pozyskiwania gazu łupkowego. Ropa Brent podrożała w 2012 r. o 1% do 112 USD/baryłkę, a w ciągu 10 lat jej ceny wzrosły o blisko 350%. Węgiel w porcie Richards Bay podrożał w latach 2002-2012 o 260% do 83 USD/t. Szerzej na temat przyczyn zmian cen bezpośrednich nośników energii napisano m.in. w publikacji Zalewskiego i Igrasa [2012].

**Rysunek 25. Dynamika cen surowców do produkcji nawozów i wybranych bezpośrednich nośników energii (rok 2002=100)**



\* f.o.b. Vancouver, \*\* f.a.s. Casablanca, \*\*\* import z Rosji do Europy.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Banku Światowego.

Silna koncentracja wydobycia powoduje, że ceny fosforytów i soli potasowej są pod silnym wpływem kilku krajów, a ceny światowe są ustalane na podstawie cen w dostawach do największych odbiorców. Średnioroczne ceny fosforytów wzrosły w 2012 r. o 1% do 186 USD/t, a soli potasowej o 5% do 460 USD/t. W ciągu 10 lat fosforyty podrożały o 360%, a sól potasowa o ponad 300%.

## 5.2. Ceny podstawowych nawozów mineralnych

W latach 2002-2012 na wielu rynkach, m.in. bezpośrednich nośników energii, metali, minerałów i surowców rolnych obserwowano duże wahania cen. Podobne tendencje wystąpiły również na rynku nawozów mineralnych. W latach 2002-2007 ceny systematycznie rosły, w 2008 r. nastąpił gwałtowny ich wzrost, po

czym ceny zaczęły wyraźnie maleć. Na skutek spadków średnioroczne ceny w 2010 r. powróciły do poziomu sprzed drastycznych podwyżek. Od 2011 r. ceny znów zaczęły rosnąć, jednak ich wzrost był dużo niższy niż w 2008 r., a 2012 r. przyniósł niewielkie obniżki cen. Średnioroczne ceny nawozów w 2012 r. były o 4% niższe niż rok wcześniej. Superfosfat potrójny potaniał o 14%, fosforan amonu o 13%, a mocznik o 4%, natomiast sól potasowa zdrożała o 5% (tab. 14).

Spadek średnich cen nawozów mineralnych w 2012 r. to rezultat wyraźnego spowolnienia szybko rosnącego dotychczas popytu na nawozy mineralne głównie w Indiach i Chinach, przy wyraźnie zwiększonej podaży nawozów, w związku z zakończeniem inwestycji rozpoczętych w latach 2007-2008 w celu zwiększenia potencjału produkcyjnego. Malejącym cenom sprzyjały również niewielkie wahania cen surowców do produkcji nawozów oraz spadki cen zbóż. Indeks zmian cen zbóż notowany przez FAO zmalał z 241 pkt. w 2011 r. do 236 pkt. w 2012 r.

**Tabela 14. Średnioroczne ceny podstawowych nawozów mineralnych na światowych rynkach (USD/tonę)**

Wyszczególnienie	2002	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Fosforan amonu*	158	247	260	433	967	323	501	619	540
Sól potasowa**	113	158	175	200	570	630	332	435	459
Superfosfat potrójny***	133	201	202	339	879	257	382	538	462
Mocznik****	94	219	223	309	493	250	289	421	405
Indeks zmian cen nawozów (2002=100)	100	121	179	255	605	314	299	426	411

\*notowania fob Yuzhnyy, \*\*notowania fob Vancouver, \*\*\*notowania fob Tunis, \*\*\*\*notowania fob US Gulf.

Źródło: Na podstawie danych Banku Światowego.

W trzech pierwszych kwartałach 2013 r. kontynuowane były spadki cen nawozów mineralnych. Szacuje się, że w całym 2013 r. średnioroczne ceny nawozów będą o 10-15% niższe niż w 2012 r.

## **6. Ceny nawozów mineralnych w Polsce i ich powiązania z rynkami zagranicznymi**

Na funkcjonowanie rynku nawozów, jak w przypadku innych rynków, mają wpływ uwarunkowania popytowe oraz podażowe [Huang 2009, Ott 2012]. Od strony popytowej zasadnicze znaczenie mają ceny produktów rolnych. Wpływają one bowiem na ekonomiczną efektywność stosowania nawozów mineralnych. Zgodnie z modelami teoretycznymi należy oczekiwać dodatniego związku pomiędzy cenami produktów rolnych a popytem, a w konsekwencji i cenami nawozów mineralnych. Po stronie podażowej zasadnicze znaczenie powinny mieć ceny surowców do produkcji nawozów. Z uwagi na międzynarodowy charakter rynku nawozów funkcjonowanie poszczególnych rynków krajowych nawozów uwarunkowane jest zarówno czynnikami wewnętrznymi, jak i sytuacją na rynkach zagranicznych [Alemu 2011]. Branże o wysokiej koncentracji narażone są jednak na niekonkurencyjne zachowania cenowe [Borenstein i Shepard 1996, Krugman 1987]. Produkcja nawozów może się również charakteryzować takimi zachowaniami.

W niniejszym rozdziale przeprowadzono analizy dotyczące zachowania się cen nawozów na rynku polskim oraz ich powiązania z zagranicznymi cenami nawozów mineralnych, surowców do ich produkcji oraz produktów rolnych. Przedmiotem szczegółowych analiz były następujące zagadnienia:

- porównanie tendencji zmian cen nawozów na rynku polskim i rynku międzynarodowym;
- sezonowe zmiany cen nawozów mineralnych. Starano się porównać sezonowe składniki cen najważniejszych nawozów mineralnych w Polsce oraz porównać poziom i rozkład wahań sezonowych cen tych samych nawozów na rynku polskim i na rynku międzynarodowym;
- powiązania pomiędzy cenami nawozów na rynku polskim i zagranicznym. Starano się określić wpływ rynków zagranicznych na ceny nawozów mineralnych na rynku polskim. Starano się określić reakcje cen nawozów na rynku polskim na zmiany cen produktów rolnych, nawozów oraz surowców do ich produkcji. Przedmiotem analiz było testowanie związków o charakterze długookresowym i krótkookresowym.

Przeprowadzając powyższe analizy wykorzystano dane o miesięcznych cenach dotyczących następujących rynków i produktów:

- polski rynek nawozów. Uwzględniono ceny następujących nawozów:
  - nawozy azotowe: saletra amonowa, mocznik, saletrzak;
  - nawozy fosforowe: superfosfat potrójny, superfosfat pojedynczy;
  - nawozy potasowe: sól potasowa 60%;
  - nawozy wieloskładnikowe: fosforan amonu, polifoska;
  - nawozy wapniowe: wapno tlenkowe;
- zagraniczne rynki nawozów. Uwzględniono notowania dotyczące następujących nawozów:
  - mocznik (UREA) – ceny spot, f.o.b. Morze Czarne;
  - superfosfat potrójny (TSP) – ceny spot, f.o.b. Tunis;
  - fosforan amonu (DAP) – ceny spot, f.o.b. US Gulf;
  - sól potasowa (POTASH) – ceny spot, f.o.b. Vancouver;
- rynki surowców do produkcji nawozów. Uwzględniono dane dotyczące cen gazu ziemnego (ceny europejskie – średnia cen importu na granicy i ceny spot) oraz fosforytów (ceny w kontraktach, f.a.s. Casablanca);
- rynki produktów rolnych. Jako punkt odniesienia przyjęto ceny pszenicy, będącej najważniejszą uprawą dla polskiego rolnictwa i najważniejszym zbożem w obrotach międzynarodowych. Przyjęto notowania cen pszenicy na rynku międzynarodowym dotyczące pszenicy HRW f.o.b. US Gulf.

Źródłem notowań cenowych były w przypadku rynku polskiego dane GUS, natomiast w przypadku rynków międzynarodowych dane zestawione przez Bank Światowy (World Bank Commodity Price Data). W analizach powiązań w układzie międzynarodowym ceny uwzględnionych produktów wyrażano w USD.

W modelowaniu cen nawozów mineralnych wykorzystano techniki analizy szeregów czasowych, w tym analizy sezonowości, kointegracji oraz model VAR. Szczegółowe uwagi metodyczne przedstawiono w kolejnych punktach opracowania.

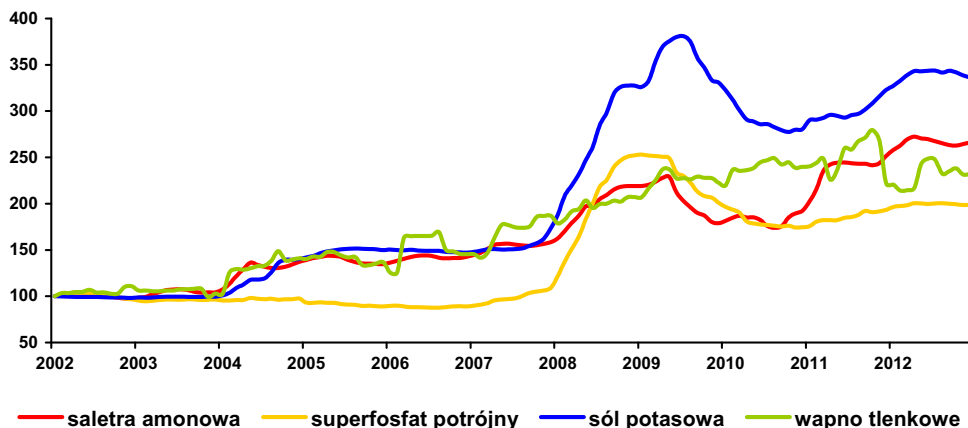
## **6.1. Zmiany cen nawozów na rynku polskim i międzynarodowym – tendencje długookresowe**

W niniejszym punkcie przedstawiono i porównano zmiany cen nawozów mineralnych w Polsce oraz na rynku międzynarodowym. Przedmiotem analizy

porównawczej była dynamika cen nawozów oraz kształtowanie się różnic pomiędzy cenami na rynku polskim i na rynku międzynarodowym.

Zmiany cen nawozów mineralnych w Polsce przedstawiono na rysunku 26. Przedstawione dane wskazują na niejednakowe zmiany cen różnych nawozów, a także zmieniającą się w czasie dynamikę oraz kierunki zmian cen. Generalnie największą dynamiką wzrostu cen w latach 2002-2012 charakteryzowała się sól potasowa, natomiast najmniejszą superfosfat potrójny<sup>31</sup>. W latach 2002-2007 w przypadku większości nawozów odnotowywano umiarkowane tempo wzrostu cen, a przypadku superfosfatu potrójnego nastąpił nawet niewielki spadek cen. Gwałtowny wzrost cen nawozów w Polsce miał miejsce od końca 2007 r. do początku 2009 r. W kolejnym okresie, przy dużych wahaniami krótkookresowych, ceny te utrzymały się na wysokim poziomie. Wyraźnie mniejszymi wahaniami cen w latach 2010-2011 charakteryzowały się ceny wapna tlenkowego. Tempo wzrostu cen poszczególnych nawozów było zróżnicowane. Biorąc pod uwagę cały analizowany okres, wzrost cen nawozów wyniósł od 100% w przypadku superfosfatu potrójnego do 236% w przypadku soli potasowej.

**Rysunek 26. Zmiany cen nawozów w Polsce (styczeń 2002 r. = 100)**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

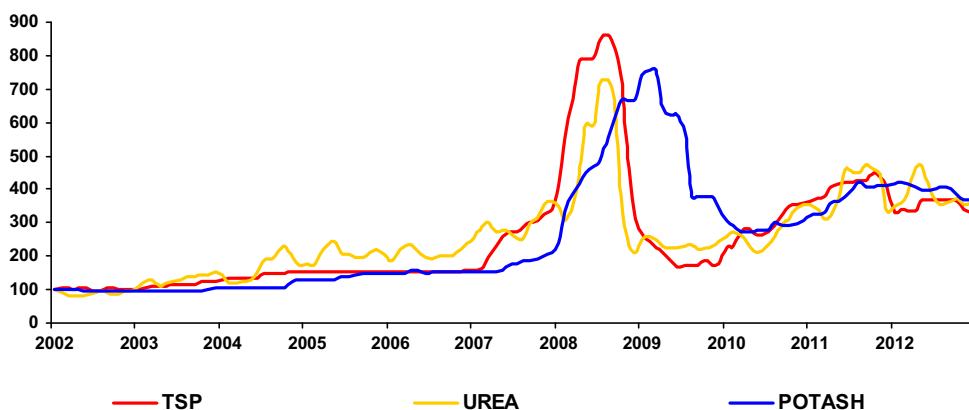
Ogólne tendencje i rozkład w czasie zmian cen nawozów mineralnych na rynku międzynarodowym były zbliżone do obserwowanych na rynku polskim (rys. 27). Można jednak zwrócić uwagę na dwie podstawowe różnice:

<sup>31</sup> Od stycznia 2005 r. zawartość P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> w superfosfacie potrójnym obniżono z 46 do 40%, co spowodowało również obniżenie jego ceny.



- biorąc pod uwagę cały analizowany okres, tempo wzrostu poszczególnych nawozów było bardzo podobne, choć rozkład w czasie wzrostów i spadków cen był odmienny. Silne wzrosty, a następnie spadki cen mocznika oraz superfosfatu potrójnego wystąpiły prawie rok wcześniej niż soli potasowej;
- wzrost cen na rynku międzynarodowym był w pierwszej połowie 2008 r. znacznie większy niż na rynku polskim. W stosunku do początku 2002 r. ceny analizowanych nawozów wzrosły na rynku międzynarodowym 7-8-krotnie, podczas gdy na rynku polskim wzrosły 2-4-krotnie. Znacznie większa była jednak również odnotowana w drugiej połowie 2008 r., a w przypadku soli potasowej w drugiej połowie 2009 r. korekta spadkowa cen.

**Rysunek 27. Zmiany cen nawozów na rynku międzynarodowych  
(styczeń 2002 r. = 100)**

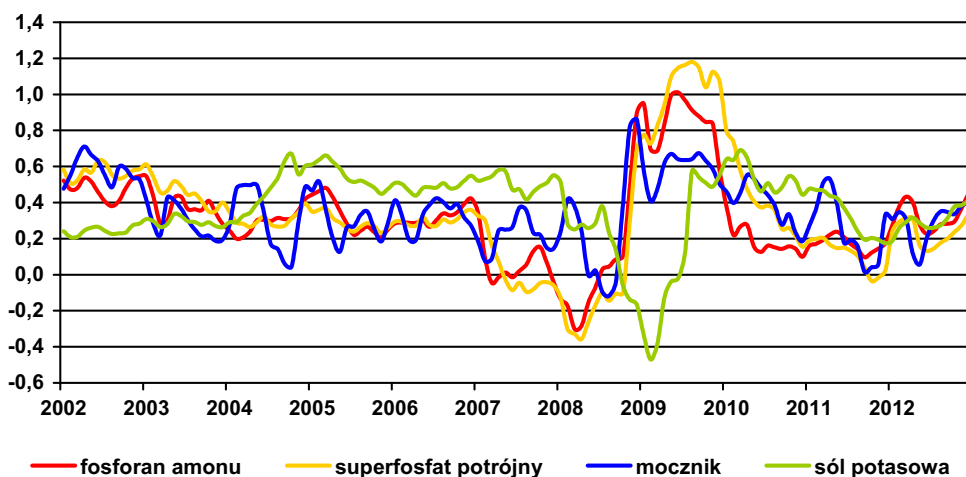


Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Banku Światowego.

Następstwem niejednakowego tempa zmian cen na rynku polskim i międzynarodowym były duże wahania różnic cen pomiędzy tymi rynkami (rys. 28). Ponieważ notowania cen na porównywanych rynkach nie dotyczyły dokładnie tych samych poziomów handlu, więc na podstawie przedstawionych różnic nie można bezpośrednio wnioskować o tym, na którym rynku ceny są niższe. Zaprezentowane dane pozwalają natomiast na ocenę tendencji zmian różnic cenowych. Generalnie pomiędzy 2002 r. a 2008 r. ceny na rynku polskim rosły wolniej niż na rynku międzynarodowym, a różnice w poziomie cen pomiędzy tymi rynkami uległy zmniejszeniu. Od połowy 2008 r. tendencja ta uległa gwałtownemu odwróceniu. W wyniku znacznie większego spadku cen na rynku międzynarodowym niż na rynku polskim nastąpił krótkookresowy wzrost różnic cen pomiędzy tymi rynkami. Od połowy 2012 r. różnice cen pomiędzy rynkiem polskim a rynkiem międzynarodowym ponownie zaczęły się zmniejszać. Niezależ-

nie od zmian o charakterze średniookresowym różnice pomiędzy cenami na rynku polskim a międzynarodowym podlegały również wyraźnym wahaniom o charakterze krótkookresowym. Przynajmniej w części mogły one wynikać z niejednakowej sezonowości cen nawozów na analizowanych rynkach.

**Rysunek 28. Różnice logarytmów cen nawozów mineralnych pomiędzy rynkiem polskim a rynkiem międzynarodowym**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Banku Światowego i GUS.

## 6.2. Sezonowość cen nawozów mineralnych

Sezonowość jest zjawiskiem powszechnie obserwowanym na rynku produktów rolnych, zwłaszcza produktów roślinnych. Sezonowy charakter produkcji roślinnej wpływa zarówno na krótkookresowe wahania cen produktów rolnych, jak i na ceny środków produkcji, w tym również nawozów mineralnych [Piwowar 2011]. Uwarunkowany klimatem cykl produkcyjny powoduje, że zużycie nawozów mineralnych skoncentrowane jest w relatywnie krótkich okresach. W przypadku większości upraw w Polsce dotyczy to okresu wiosennego oraz jesienno. Sezonowość zużycia nawozów może z kolei przenosić się na wahania sezonowe popytu, a w konsekwencji na sezonowe wahania cen nawozów mineralnych. W okresach większego popytu należy więc oczekiwać wzrostu cen nawozów, a w okresach słabszego popytu – ich spadku. Siła tych wahań zależy z jednej strony od kumulacji popytu w określonych okresach, z drugiej od strategii cenowych producentów nawozów. W pierwszym przypadku sezonowy wzrost cen wynika z przeliczenia kosztów magazynowania nawozów na firmy zajmujące się produkcją i obrotem nawozów. Wyższe ceny są w tym

przypadku rekompensatą za koszty magazynowania. Im koszty te są wyższe, tym wyższych sezonowych wahań cen nawozów należy oczekiwać. Ponadto producenci nawozów w swych strategiach cenowych mogą starać się wykorzystać okresy wzmożonego popytu do dodatkowego wzrostu cen. Możliwości te są tym większe, im mniej konkurencyjny charakter ma rynek nawozów.

Analizy dotyczące sezonowych wahań cen nawozów mineralnych obejmowały następujące zagadnienia:

- porównanie wielkości i rozkładu sezonowych wahań cen różnych nawozów na rynku polskim;
- zmiany w sezonowości cen nawozów na rynku polskim w latach 2002-2012;
- porównanie poziomu i rozkładu sezonowych wahań cen nawozów na rynku polskim i na rynku międzynarodowym.

Analizy sezonowości obejmowały dwa etapy. W pierwszym etapie wyodrębniono dla poszczególnych miesięcznych notowań składniki sezonowe cen i po ich usunięciu uzyskano odsezonowane szeregi cen. W tym celu posłużono się algorytmem Census X-12. Na tej podstawie obliczono sezonowe składniki cen poszczególnych nawozów. Obliczono je w formie względnej zgodnie z formułą:

$$Sf_{tn} = (P_{u,tn} - P_{a,tn})/P_{a,tn}$$

gdzie:

$Sf_{tn}$  – to składnik sezonowy w roku  $t$  i miesiącu  $n$ ,

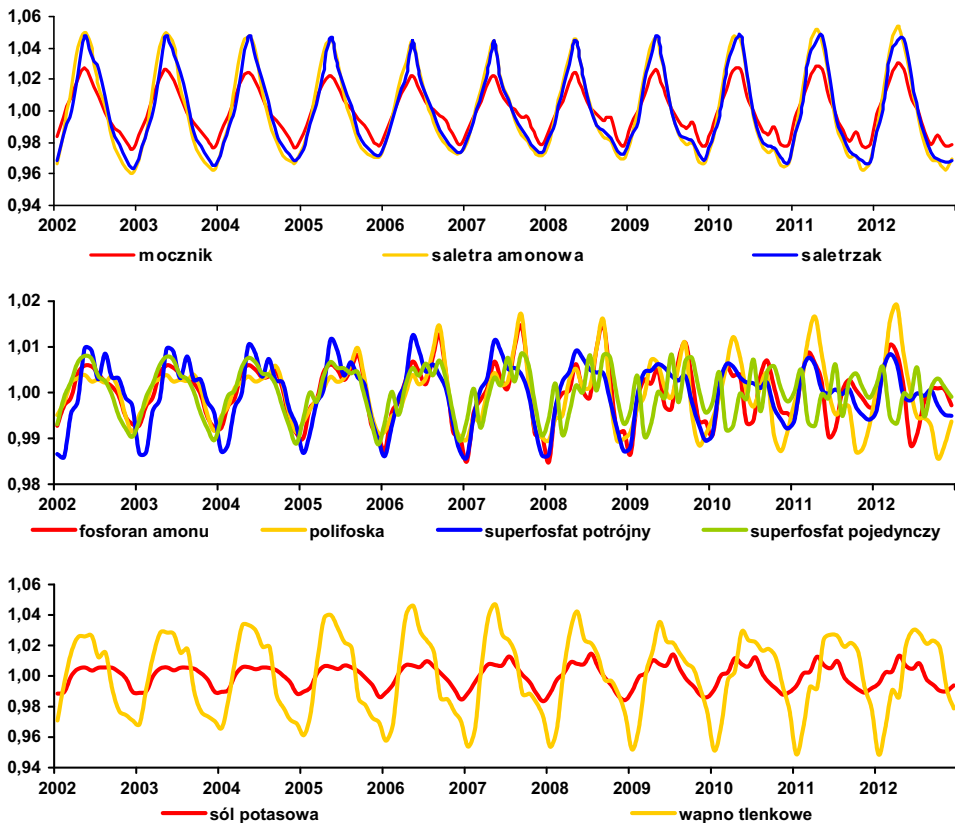
$P_{u,tn}$  – cena nieodsezonowana w roku  $t$  i miesiącu  $n$ ,

$P_{a,tn}$  – cena odsezonowana w roku  $t$  i miesiącu  $n$ .

Zgodnie z powyższym dodatnie wielkości składników sezonowych wskazują, że mamy w danym miesiącu sezonowy wzrost cen, natomiast ujemne wielkości składników sezonowych informują o sezonowym spadku cen.

Kształtowanie się składników sezonowych cen poszczególnych grup nawozów na rynku polskim przedstawiono na rysunku 29. Przedstawione na nich wyniki wskazują na występowanie wyraźnej sezonowości cen. W przypadku nawozów azotowych obserwowano wyraźną zgodność wahań sezonowych. Po 2008 r. podobieństwo w układzie wahań sezonowych takich nawozów jak superfosfat pojedynczy i potrójny oraz polifoska uległo wyraźnemu zmniejszeniu.

**Rysunek 29. Składniki sezonowe cen nawozów mineralnych w Polsce**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Jeżeli chodzi o sezonowy rozkład cen, to można stwierdzić następujące prawidłowości:

- sezonowe wzrosty cen większości nawozów obserwowane są w okresie wiosennym, w miesiącach marzec-maj, natomiast największe sezonowe spadki w okresie jesienno-zimowym (listopad-styczeń);
- miesiące sezonowych szczytów oraz dołków cenowych są w przypadku poszczególnych nawozów niejednakowe. W przypadku nawozów azotowych największe sezonowe wzrosty cen przypadają na miesiące kwiecień-maj, a najgłębsze sezonowe spadki na listopad-grudzień. W grupie nawozów fosforowych sezonowy rozkład jest podobny. Z kolei sezonowe wzrosty cen soli potasowej przypadają na miesiące kwiecień-lipiec, ale wzrosty te nie są tak duże jak w przypadku poprzednich dwóch grup nawozów. Na te same miesiące (listopad-grudzień) przypada natomiast największy sezonowy spadek

cen soli potasowej. Sezonowe wzrosty cen fosforanu amonu przypadają na dwa okresy. Pierwszy to okres wiosenny (marzec-kwiecień), drugi natomiast przypada na wrzesień. Sezonowe spadki fosforanu amonu przypadają na okres letni (lipiec-sierpień) oraz zimowy (grudzień-styczeń). Zbliżony rozkład sezonowych wahań cen dotyczy również drugiego z analizowanych nawozów wieloskładnikowych, polifoski. Wahania sezonowe cen wapna tlenkowego nie tylko różnią się od cen innych nawozów amplitudą wahań, ale także ich rozkładem w trakcie roku. W przypadku tego nawozu sezonowe szczyty przypadają na okres wiosenno-letni (maj-lipiec), a sezonowe spadki na okres zimowy (styczeń-luty).

W kolejnym etapie obliczono średnie roczne wahania sezonowe cen nawozów mineralnych. Posłużono się w tym celu wskaźnikami MSV, obliczanymi dla poszczególnych nawozów wg następującej formuły:

$$MSV = \sum_{n=1}^{12} \left( \frac{P_{u,n} - P_{a,n}}{P_{a,n}} \right) \times 100$$

Zgodnie z powyższym wskaźnik MSV opisuje dla danego roku średnią względną różnicę pomiędzy cenami nieodsezonowanymi a odsezonowanymi. Wskaźniki MSV pozwalają w prosty sposób porównać średnią zmienność cen poszczególnych nawozów oraz jej zmiany w trakcie analizowanego okresu. Wyniki analizy zestawiono w tabeli 15.

**Tabela 15. Średnioroczne wahania sezonowe cen nawozów w Polsce (MSV w %)**

Lata	Fosforan amonu	Mocznik	Polifoska	Saletra amonowa	Saletrzak	Sól potasowa	Superfosfat potrójny	Superfosfat pojedynczy	Wapno tlenkowe
2002	0,40	1,45	0,35	2,82	2,41	0,56	0,62	0,51	2,00
2003	0,41	1,39	0,35	2,73	2,36	0,55	0,61	0,50	2,16
2004	0,46	1,30	0,38	2,58	2,24	0,55	0,61	0,49	2,40
2005	0,55	1,18	0,45	2,32	2,02	0,61	0,64	0,46	2,62
2006	0,64	1,10	0,59	2,08	1,82	0,70	0,67	0,48	2,68
2007	0,66	1,04	0,65	2,01	1,80	0,76	0,66	0,48	2,56
2008	0,60	1,10	0,65	2,09	1,90	0,81	0,63	0,46	2,17
2009	0,54	1,20	0,58	2,29	2,14	0,77	0,52	0,46	2,00
2010	0,47	1,38	0,59	2,58	2,35	0,72	0,42	0,40	1,98
2011	0,43	1,51	0,71	2,75	2,48	0,67	0,33	0,34	2,19
2012	0,46	1,58	0,82	2,79	2,52	0,64	0,33	0,31	2,33

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS.

Uzyskane wyniki potwierdzają istnienie wyraźnej, ale zróżnicowanej dla poszczególnych grup nawozów sezonowości cen nawozów mineralnych w Polsce. Generalnie największą sezonową zmiennością cen charakteryzują się nawozy azotowe oraz wapno tlenkowe, a najmniejszą nawozy fosforowe. W ramach poszczególnych grup nawozów widoczne jest jednak również pewne zróżnicowanie. Wśród nawozów azotowych najmniejszą sezonowością charakteryzują się ceny mocznika, a największą saletry amonowej. Porównując wyniki dla poszczególnych lat, można zwrócić uwagę na wyraźny spadek sezonowych wahań cen nawozów fosforowych oraz wyraźny wzrost tych wahań w przypadku polifoski.

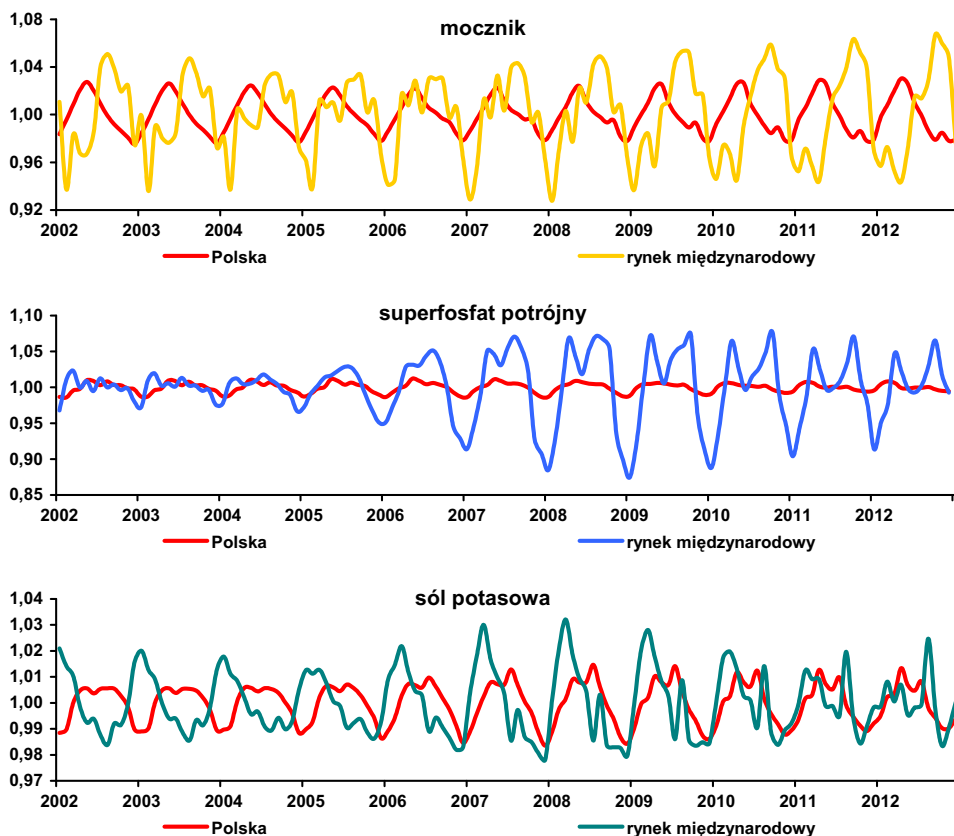
Zjawisko sezonowych wahań cen obserwowane jest również na rynku międzynarodowym. Na rysunku 30 porównano sezonowe składniki cen wybranych nawozów na rynku międzynarodowym oraz na rynku polskim. Na podstawie przedstawionych danych można stwierdzić, że:

- na rynku międzynarodowym najwyższą sezonowością charakteryzowały się ceny superfosfatu potrójnego, następnie mocznika, a najniższą ceny soli potasowej. Pod tym względem rynek międzynarodowy wykazywał różnicę w stosunku do rynku polskiego, na którym spośród wszystkich nawozów najniższą sezonowością charakteryzowały się ceny nawozów fosforowych;
- amplituda sezonowych wahań cen mocznika oraz soli potasowej na rynku międzynarodowym była zbliżona w trakcie całego okresu, natomiast w przypadku superfosfatu potrójnego wyraźnie wzrosła od 2006 r.;
- sezonowe wahania cen na rynku międzynarodowym są większe niż na rynku polskim. Różnica ta jest największa w przypadku cen superfosfatu potrójnego, a najmniejsza w przypadku soli potasowej;
- rozkład wahań sezonowych cen na rynku międzynarodowym odbiega od obserwowanego na rynku polskim. Najbardziej widoczne różnice dotyczą cen mocznika. Na rynku międzynarodowym ceny najwyższe odnotowywane są w okresie lipiec-wrzesień, a najniższe w okresie styczeń-luty, a więc w stosunku do rynku polskiego są opóźnione o około dwa miesiące.

Wyniki wskazujące na większą sezonową zmienność cen na rynku międzynarodowym mogą wydawać się zaskakujące. Generalnie bowiem w analizach ekonomicznych stwierdza się, że mniejsze rynki są bardziej podatne na wahania cen. Przyczyny odbiegających od oczekiwań wyników mogą tkwić w niejednakowym poziomie konkurencyjności rynku. Na rynku polskim jest on niższy ze względu na niewielką liczbę podmiotów po stronie podażowej. Może to prowadzić do większego wpływu producentów na poziom cen i sto-

sowanie własnych strategii cenowych, prowadzących do ograniczenia krótkookresowych wahań cen.

**Rysunek 30. Składniki sezonowe cen nawozów mineralnych na rynku polskim i międzynarodowym**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Banku Światowego i GUS.

### **6.3. Długookresowe powiązania pomiędzy cenami poszczególnych nawozów mineralnych – wyniki testów kointegracji**

W niniejszym punkcie przeprowadzono analizę długookresowych powiązań pomiędzy cenami poszczególnych grup nawozów. Testowanie związków długookresowych oparto na koncepcji kointegracji. Zakłada ona, że pomiędzy poszczególnymi cenami może dochodzić do zaburzeń krótkookresowych, jednak w długim okresie utrzymywana jest równowaga pomiędzy nimi. Jeżeli taki charakter mają związki pomiędzy cenami na poszczególnych rynkach, to takie rynki można określić jako zintegrowane [Barrett i Li 2002, Faminow i Benson 1990].

Testowanie skointegrowania zmiennych oparte jest na testach ekonometrycznych. W niniejszym opracowaniu wykorzystano procedurę testowania kointegracji Johansena [Enders 2003]. Przedmiotem analiz były długookresowe powiązania cen wybranych nawozów na rynku krajowym oraz powiązania pomiędzy rynkiem krajowym a rynkiem zagranicznym. W pierwszym przypadku odrębnie testowano istnienie związków długookresowych dla cen nawozów azotowych (mocznik, saletra amonowa i saletrzak) oraz cen nawozów fosforowych (superfosfat potrójny i pojedynczy). W drugim testowano kointegrację pomiędzy parami poszczególnych nawozów na rynku krajowym i zagranicznym. Przeprowadzono również analizę kointegracji dla cen mocznika, superfosfatu potrójnego oraz soli potasowej na rynku krajowym oraz zagranicznym. Uzyskane wyniki zestawiono w tabelach 16-18. Na ich podstawie można generalnie stwierdzić, że:

- ceny różnych nawozów azotowych na rynku polskim wykazują długookresowy związek. Przy poziomie istotności 0,05 odrzucona została natomiast hipoteza o kointegracji pomiędzy cenami superfosfatu potrójnego a cenami superfosfatu pojedynczego. Różnice cen pomiędzy tymi nawozami fosforowymi podlegały wyraźnym zmianom w analizowanym okresie. Do 2007 r. uległy wyraźnemu zmniejszeniu. O ile na początku 2002 r. różnice wynosiły około 65%, to w połowie 2007 r. zmalały do około 35%. W kolejnych miesiącach szybko wzrosły, osiągając w połowie 2008 r. około 75%, po czym ponownie zaczęły maleć do około 60% w drugiej połowie 2012 r. Przeprowadzone analizy nie pozwalają na określenie przyczyn braku kointegracji pomiędzy cenami superfosfatu potrójnego oraz pojedynczego. Ponieważ problem dotyczy tej samej grupy nawozów, to przyczyny mogą leżeć w zmianach popytu na poszczególne rodzaje nawozów, a nie np. w zmieniających się relacjach kosztów produkcji tych nawozów;
- ceny nawozów z różnych grup (mocznik, superfosfat potrójny, sól potasowa) nie wykazywały długookresowego związku. Choć podlegały zbliżonym trendom, to jednak dynamika zmian zarówno w długim, jak i krótkim okresie była niejednakowa. W przypadku cen nawozów z różnych grup na rynku międzynarodowym uwidocznił się bardzo wyraźny związek długookresowy. Różnice w długookresowych powiązaniach cen nawozów pomiędzy rynkiem polskim a rynkiem międzynarodowym mogą wynikać ze zróżnicowanego wpływu na ceny nawozów uwarunkowań podażowych i popytowych. Uwarunkowania podażowe są w dużej części specyficzne dla poszczególnych nawozów i wynikają m.in. z wpływu cen surowców do produkcji nawozów. Uwarunkowania popytowe są natomiast w dużej części wspólne i wynikają m.in. z cen produk-



tów rolnych. Uzyskane wyniki wskazują, że w przypadku rynku polskiego mamy do czynienia z większym wpływem czynników specyficznych dla cen poszczególnych nawozów. W przypadku rynku międzynarodowego większy jest natomiast udział czynników o wspólnym oddziaływaniu;

- ceny tych samych nawozów na rynku polskim oraz międzynarodowym wykazują długookresowy związek, choć różnice pomiędzy cenami na tych rynkach podlegały krótkookresowym wahaniom (rys. 28). Wyniki przeprowadzonych testów statystycznych wskazują na istnienie długookresowych powiązań pomiędzy cenami nawozów na rynku polskim a cenami analogicznych nawozów na rynku międzynarodowym. Relacje cenowe po zaburzeniach w krótkim okresie wracały do relacji długookresowej, co wskazuje na cenową integrację polskiego rynku nawozów mineralnych z rynkiem międzynarodowym.

**Tabela 16. Kointegracja cen w grupach nawozów w Polsce – wyniki testów Johansena**

Nawozy, hipoteza	Test śladu		Test maksymalnej wartości własnej	
	test	poziom p	test	poziom p
Nawozy azotowe <sup>1</sup>				
r = 0	27,7727	0,0841	22,3149	0,0339
r ≥ 1	5,4578	0,7584	4,3317	0,8223
r ≥ 2	1,1261	0,2886	1,1261	0,2886
Nawozy fosforowe <sup>2</sup>				
r = 0	13,9164	0,0853	8,4123	0,3383
r ≥ 1	5,5042	0,0190	5,5042	0,0190

<sup>1</sup> mocznik, saletra amonowa, saletrzak; <sup>2</sup> superfosfat potrójny, superfosfat pojedynczy

Źródło: Obliczenia własne.

**Tabela 17. Kointegracja cen mocznika, superfosfatu potrójnego i soli potasowej na rynku polskim i międzynarodowym – wyniki testów Johansena**

Nawozy, hipoteza	Test śladu		Test maksymalnej wartości własnej	
	test	poziom p	test	poziom p
Rynek polski				
r = 0	28,4068	0,0717	18,3389	0,1177
r ≥ 1	10,0680	0,2755	5,8694	0,6300
r ≥ 2	4,1986	0,0404	4,1986	0,0404
Rynek międzynarodowy				
r = 0	50,6455	0,0001	36,5374	0,0002
r ≥ 1	14,1080	0,0800	10,9992	0,1543
r ≥ 2	3,1088	0,0779	3,1088	0,0799

Źródło: Obliczenia własne.

**Tabela 18. Kointegracja pomiędzy cenami nawozów mineralnych w Polsce i na rynku międzynarodowym – wyniki testów Johansena**

Nawozy, hipoteza	Test śladu		Test maksymalnej wartości własnej	
	test	poziom p	test	poziom p
Mocznik				
r = 0	18,4647	0,0173	16,4874	0,0219
r ≥ 1	1,9773	0,1597	1,9773	0,1597
Superfosfat potrójny				
r = 0	15,5025	0,0499	12,5636	0,0912
r ≥ 1	2,9390	0,0865	2,9390	0,0865
Sól potasowa				
r = 0	16,4400	0,0359	14,2000	0,0512
r ≥ 1	2,2399	0,1345	2,2399	0,1345
Fosforan amonu				
r = 0	24,9725	0,0014	22,5120	0,0020
r ≥ 1	2,4605	0,1167	2,4605	0,1167

Źródło: Obliczenia własne.

#### **6.4. Krótkookresowe powiązania pomiędzy cenami nawozów w Polsce a cenami surowców i nawozów na rynku międzynarodowym**

Przedmiotem analiz przedstawionych w poprzednim punkcie były długookresowe związki pomiędzy cenami nawozów. Wyniki pozwalały określić, czy pomiędzy poszczególnymi cenami istnieje równowaga długookresowa. Z punktu widzenia bieżącego funkcjonowania rynku zazwyczaj bardziej istotna jest identyfikacja krótkookresowych reakcji cenowych pomiędzy rynkami. Pozwala ona na opisanie kierunku i szybkości rozprzestrzeniania się impulsów cenowych w ramach określonego systemu, na przykład cen surowców oraz produktów finalnych, a także cen tego samego produktu na różnych rynkach.

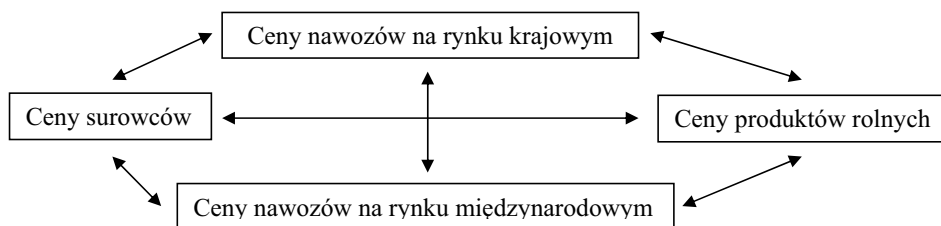
Punktem wyjścia w analizie powiązań cenowych jest model teoretycznych uwarunkowań cen. Jego ideę w odniesieniu do cen nawozów przedstawiono na rysunku 31. Zgodnie z analizą teoretyczną ceny nawozów mineralnych w Polsce powinny być uwarunkowane czynnikami popytowymi oraz podażowymi. Do czynników popytowych można zaliczyć:

- ceny produktów roślinnych do wytworzenia których stosowane są nawozy mineralne. Popyt na nawozy mineralne jest popytem pochodnym. Wynika z popytu na produkty rolne. Zgodnie z rachunkiem marginalnym wzrost cen produktów rolnych powinien zwiększać ekonomiczną efektywność stosowania nawozów i zwiększać optymalne ekonomicznie poziomy nawożenia. W konsekwencji powinno to prowadzić do wzrostu popytu na nawozy, a co

za tym idzie wzrostu ich cen. Zastrzeżenie co do poprawności tego rozumowania wynika z faktu, że decyzje co do zakupu nawozów mineralnych są podejmowane w momencie, gdy producentom nie są znane przyszłe ceny rynkowe produktów rolnych, a właśnie te ceny, nie ceny bieżące, są istotne z punktu widzenia efektywności ekonomicznej nawożenia oraz decyzji podejmowanych odnośnie poziomu nawożenia. Przyjmując wpływ bieżących zmian cen produktów rolnych na zmiany cen nawozów mineralnych zakłada się więc, że ceny bieżące są predykatorem cen przyszłych. Im siła predykcji bieżących cen produktów rolnych jest niższa, tym mniejszej reakcji cen nawozów mineralnych na bieżące zmiany cen produktów rolnych należy oczekiwać. Alternatywnie związek cen nawozów mineralnych z cenami produktów rolnych może wynikać z efektu dochodowego. Wzrost cen produktów rolnych zwiększa bowiem dochody producentów, co może zwiększać ich popyt na środki produkcji, w tym nawozy mineralne. Zależność taka jest stwierdzana na wielu rynkach, zwłaszcza w warunkach ograniczeń w dostępie do kredytów;

- ceny nawozów na rynku międzynarodowym. W tym przypadku ujawnia się efekt substytucyjny. Zmiana cen nawozów na rynkach zagranicznych wpływa na popyt na nawozy zarówno ze strony rynku krajowego, jak i zagranicznego. Mechanizm arbitrażu przestrzennego powinien prowadzić do wyrównania się cen na rynku krajowym i rynku międzynarodowym. Osłabienie powiązań pomiędzy rynkiem krajowym a rynkiem międzynarodowym może wynikać z barier w przepływie produktu (koszty transportu, cła i inne ograniczenia importowe) oraz w niekonkurencyjnych strukturach rynku.

**Rysunek 31. Uwarunkowania cenowe na rynku nawozów mineralnych – model teoretyczny**



Źródło: Opracowanie własne.

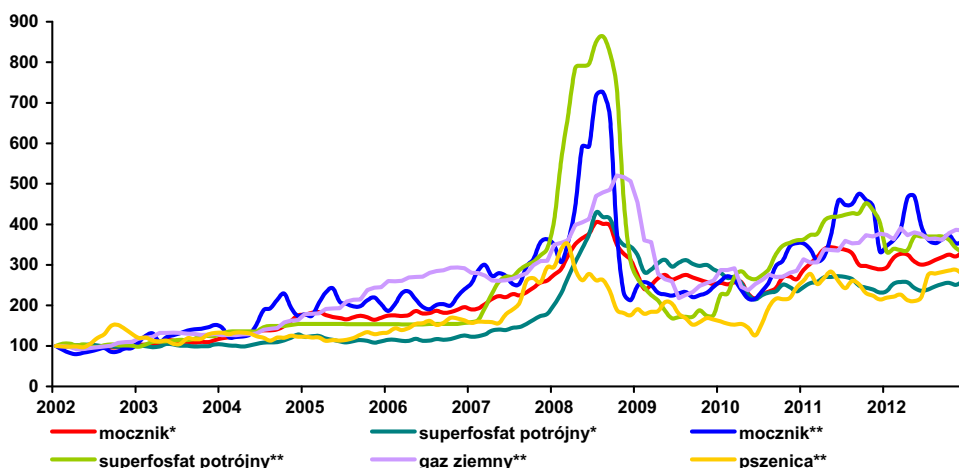
Zasadniczym czynnikiem o charakterze podażowym, mającym wpływ na krótkookresowe wahania cen nawozów mineralnych są ceny surowców wykorzystywanych w produkcji. W przypadku nawozów azotowych udział gazu ziemnego w kosztach produkcji przekracza 50%, a więc jest on najważniejszym

składnikiem kosztów. Możliwości przenoszenia zmian cen surowców na zmiany cen nawozów mogą być jednak w krótkim okresie ograniczone przez konkurencję na rynku. Działać może również mechanizm inercyjny, wynikający z faktu, że wzrost cen surowców powoduje wzrost kosztów produkcji w przyszłości, a nie natychmiast.

Analiza teoretyczna, co uwzględniono na rysunku 31, nie przesądza również o kierunku przepływu impulsów cenowych. W każdym przypadku możliwe są zależności o charakterze dwustronnym. Wzrost cen produktów rolnych może np. wpływać, poprzez efekt popytowy, na wzrost cen nawozów mineralnych, a wzrost cen nawozów mineralnych, poprzez efekt podaży, na wzrost cen produktów rolnych.

Zmiany cen wybranych, uwzględnionych w analizie krótkookresowych reakcji cenowych nawozów przedstawiono na rysunku 32. Przedstawione dane wskazują, że ceny analizowanych produktów podlegały zbliżonym tendencjom długookresowym, jednak tempo wzrostu cen było w poszczególnych przypadkach zróżnicowane. Najwyższym wzrostem charakteryzowały się ceny gazu ziemnego oraz mocznika na rynku międzynarodowym (Urea), natomiast najniższym wzrostem ceny superfosfatu potrójnego na rynku polskim oraz międzynarodowe ceny pszenicy. Ceny większości produktów skokowo wzrosły w okresie pomiędzy drugą połową 2007 r. a końcem 2008 r., chociaż rozkład w czasie i skala tego wzrostu były zróżnicowane.

**Rysunek 32. Zmiany cen nawozów i wybranych produktów  
(styczeń 2002 r. = 100)**



\* rynek polski, \*\* rynek międzynarodowy.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Banku Światowego i GUS.

Analizy krótkookresowych reakcji cenowych przeprowadzono dla czterech nawozów: mocznika, superfosfatu potrójnego, soli potasowej oraz fosforanu amonu. Dla każdego zbudowano odrębny model, zawierający niejednakowy zestaw zmiennych. Zgodnie z przedstawionymi wcześniej uwagami poszczególne modele zawierały następujące zmienne:

- ceny mocznika: ceny mocznika w Polsce (MOCZNIK) oraz na rynku międzynarodowym (UREA), ceny pszenicy HRW (PSZENICA), ceny gazu ziemnego (NGAS);
- ceny superfosfatu potrójnego: ceny superfosfatu w Polsce (SUPERF.POTR) i na rynku międzynarodowym (TSP), ceny pszenicy HRW (PSZENICA), ceny fosforytów (PHOSROCK);
- ceny soli potasowej: ceny soli w Polsce (SOLPOTAS) i na rynku międzynarodowym (POTASH), ceny pszenicy HRW (PSZENICA), ceny gazu ziemnego (NGAS);
- fosforan amonu: ceny nawozu na rynku polskim (PHOSAMONU) i na rynku międzynarodowym (DAP), ceny gazu ziemnego (NGAS), ceny pszenicy HRW (PSZENICA)<sup>32</sup>.

Dodatkowo wykonano analizy dotyczące modeli zawierających tylko dwie zmienne: ceny danego nawozu na rynku polskim oraz na rynku międzynarodowym. Przeprowadzono je dla określenia czy pomiędzy tymi parami zmiennych zachodzą związki o charakterze przyczynowym. W analizach tych wszystkie ceny wyrażano w USD za jednostkę (1 t, a w przypadku gazu ziemnego 1000 m<sup>3</sup>) i przekształcono do postaci logarytmów. W analizie reakcji krótkookresowych pomiędzy zmiennymi posłużono się modelami VAR.

Budowę modeli VAR poprzedzono, zgodnie ze standardową procedurą, testami integracji i kointegracji zmiennych [Enders 2003, Lütkepohl 2005]. Z uwagi na dużą liczbę szczegółowych wyników nie zamieszczono ich w opracowaniu. Podsumowując wyniki można stwierdzić, że wszystkie zmienne były zintegrowane w stopniu jeden, a zmienne w poszczególnych modelach były skointegrowane, co wskazywało na istnienie długookresowych związków pomiędzy nimi. Wyniki testów wskazują więc na możliwość użycia modelu VAR, ale nie w wersji ze zmiennymi na ich poziomie (z uwagi na ich niestacjonarność). Zalecaną procedurą jest w tej sytuacji posłużenie się modelem VECM lub modelem

---

<sup>32</sup> Rozszerzanie modelu o zmienne dotyczące cen surowców (gaz ziemny, fosforyty) nie wprowadzało istotnej dodatkowej informacji z punktu widzenia kształtowania cen fosforanu amonu, dlatego w opracowaniu przedstawiono jedynie model zawężony do trzech zmiennych.

VAR, w którym zmienne zostały sprowadzone do zmiennych stacjonarnych. W opracowaniu zdecydowano się skorzystać z modelu VAR, który nie wymaga wprowadzania i testowania założeń o istnieniu procesu dochodzenia do równowagi długookresowej opisanej przez mechanizm korekty błędem. Zamiast najprostszej procedury sprowadzania zmiennych do poziomo zmiennych stacjonarnych, polegającego na użyciu pierwszych różnic zmiennych, do modelu wprowadzono zmienne oczyszczone z wahań sezonowych oraz po usunięciu trendu. Usuwając składniki sezonowe, kierowano się stwierdzoną we wcześniejszych analizach silną i niejednakową sezonowością cen nawozów na poszczególnych rynkach. Wysoką sezonowością charakteryzują się także ceny pszenicy. Istnienie sezonowości mogłoby zaś prowadzić do błędów w wynikach analiz krótkookresowych powiązań cen, w skrajnym przypadku nawet do błędnego określenia kierunku przepływu impulsów cenowych. Usuwając składniki sezonowe, posłużono się, podobnie jak w poprzednich analizach, algorytmem Census X-12. W kolejnym kroku z szeregów czasowych usunięto trendy. W tym celu posłużono się filtrem Hodricka-Prescotta. W rezultacie przedstawionych przekształceń otrzymano zmienne stacjonarne, które wprowadzono do modeli VAR<sup>33</sup>. Z opisanej procedury wynika, że przedmiotem analizy były reakcje o charakterze krótkookresowym i tylko w kontekście dostosowań krótkookresowych należy oceniać uzyskane wyniki.

Zgodnie z przedstawionymi powyżej uwagami analizę związków pomiędzy zmiennymi rozpoczęto od testów przyczynowości dla najprostszych modeli zawierających ceny określonego nawozu na rynku polskim i zagranicznym. Wyniki testów Walda dla przyczynowości Grangera przedstawiono w tabeli 19. Wskazują one generalnie na występowanie dwustronnych związków przyczynowych pomiędzy cenami na rynku polskim a cenami na rynku międzynarodowym. Wątpliwości można mieć jedynie do istnienia związków przyczynowych pomiędzy cenami soli potasowej. W tym przypadku dopiero przy poziomie  $p = 0,1$  potwierdzono istnienie jednostronnych związków pomiędzy cenami na rynku polskim a cenami na rynku międzynarodowym.

Wartości współczynników oraz poszczególnych statystyk modeli VAR uzyskane dla poszczególnych nawozów przedstawiono w załączniku 1. Wyniki analiz przeprowadzonych przy użyciu modeli VAR zilustrowano w oparciu o funkcje odpowiedzi na impuls oraz dekompozycję wariancji błędu prognozy. Wartości funkcji odpowiedzi na impuls oraz dekompozycji wariancji są, w odróżnieniu od współczynników modelu VAR, wrażliwe na kolejność wprowadzenia

---

<sup>33</sup> Testy ADF wskazywały, że otrzymane w ten sposób zmienne były stacjonarne.

dzania zmiennych. Ustalając tę kolejność, posłużono się wynikami testów przyczynowości. Zgodnie z powszechną praktyką jako pierwsze wprowadzono zmienne najsilniej egzogeniczne względem pozostałych. Na podstawie wcześniej określonych powiązań pomiędzy zmiennymi przyjęto następującą kolejność w poszczególnych modelach:

- model dla cen mocznika: pszenica, gaz ziemny, mocznik na rynku międzynarodowym (Urea), mocznik na rynku polskim;
- model dla cen superfosfatu potrójnego: pszenica, superfosfat potrójny na rynku polskim, fosforyty, superfosfat potrójny na rynku międzynarodowym (TSP);
- model dla cen soli potasowej: pszenica, sól potasowa na rynku międzynarodowym (Potash), sól potasowa na rynku polskim;
- fosforan amonu: pszenica, gaz ziemny, fosforan amonu na rynku międzynarodowym (DAP), fosforan amonu na rynku polskim.

**Tabela 19. Testy przyczynowości dla cen nawozów mineralnych w Polsce i na rynku międzynarodowym – model VAR dla cen nawozów**

Nawóz	Zmienna objaśniana <sup>1</sup>	Zmienna wykluczona <sup>1</sup>	Test Walda	
			wartości testu $\chi^2$	poziom p
Mocznik	Pl	Int.	6,7059	0,0350
	Int.	Pl	25,3100	0,0000
Superfosfat potrójny	Pl	Int.	7,7448	0,0208
	Int.	Pl	23,2956	0,0000
Sól potasowa	Pl	Int.	5,2788	0,0714
	Int.	Pl	3,7675	0,1520
Fosforan amonu	Pl	Int.	18,2688	0,0001
	Int.	Pl	9,8160	0,0074

<sup>1</sup> Pl – cena na rynku polskim, Int. – cena na rynku międzynarodowym.

Źródło: Obliczenia własne.

Wykresy przedstawiające kształtowanie się funkcji odpowiedzi na impuls oraz dekompozycji wariacji uzyskane dla poszczególnych modeli zestawiono w załączniku 2. Prezentując wyniki modelowania VAR, warto zwrócić uwagę na trzy elementy analizy krótkookresowych powiązań cenowych:

- czy i w jakim stopniu zmiany cen nawozów mineralnych wpływają na zmiany cen pszenicy oraz surowców do produkcji nawozów;
- czy i w jakim stopniu zmiany cen pszenicy oraz surowców do produkcji nawozów wpływają na zmiany cen nawozów mineralnych na rynku międzynarodowym i polskim;

- czy i w jakim stopniu ceny nawozów na rynku polskim reagują na zmiany cen analogicznych nawozów na rynku międzynarodowym.

#### *Model dla cen mocznika*

Ceny pszenicy reagowały głównie na impulsy płynące ze strony rynku własnego. Reakcja na ceny mocznika była bardzo słaba w całym zakresie 12-miesięcznego okresu. Wyniki dekompozycji wariancji wskazują, że udział analizowanych zmiennych, w tym mocznika w kształtowaniu zmienności cen pszenicy był bliski zeru. Ceny gazu ziemnego reagowały w początkowych miesiącach głównie na impulsy ze strony rynku własnego, ale wraz z wydłużaniem terminu wzrastała reakcja na ceny pszenicy. W tym przypadku ceny pszenicy mogą reprezentować ogólne uwarunkowania popytowe na rynku surowców (metale, produkty energetyczne, produkty rolne). Wyniki dla dekompozycji wariancji wskazują jednak, że największy udział w kształtowaniu cen gazu ziemnego miały impulsy płynące ze strony rynku własnego, choć przy 12-miesięcznym okresie udział cen pszenicy był niewiele mniejszy. Ceny mocznika na rynku międzynarodowym w pierwszych miesiącach reagowały głównie na impulsy płynące ze strony rynku własnego. Od trzeciego miesiąca reakcja na te impulsy ulegała wygaśnięciu, natomiast rosła reakcja na impulsy ze strony cen pszenicy oraz cen na rynku polskim. Reakcja na ceny pszenicy utrzymywała się jednak dłużej. Dekompozycja wariancji wskazuje, że w całym 12-miesięcznym okresie największy udział w kształtowaniu zmienności cen mocznika na rynku międzynarodowym miały impulsy ze strony rynku własnego. Przy 12-miesięcznym okresie udział cen pszenicy osiągał jednak około 40%. Niewielki był natomiast udział cen mocznika na rynku polskim oraz cen gazu ziemnego. Wreszcie ceny mocznika na rynku polskim reagowały głównie na impulsy płynące ze strony rynku własnego. Od 4. miesiąca najsilniej reagowały jednak na ceny pszenicy. Do 6. miesiąca rosła także reakcja na ceny mocznika na rynku międzynarodowym. W całym 12-miesięcznym okresie niemal w ogóle nie rejestrowano reakcji na ceny gazu ziemnego. Do 6. miesiąca największy udział w kształtowaniu zmienności cen mocznika na rynku polskim miały impulsy ze strony rynku własnego, jednak od 6. miesiąca największy udział miały impulsy ze strony cen pszenicy.

#### *Model dla cen superfosfatu potrójnego*

Ceny pszenicy reagowały przede wszystkim na impulsy płynące ze strony rynku własnego. Reakcja ta wraz z wydłużaniem terminu ulegała stłumieniu, natomiast wzrastała reakcja na impulsy ze strony cen superfosfatu potrójnego na rynku międzynarodowym (TSP). Wyniki dekompozycji wariancji wskazują jednak, że nawet przy wydłużonym do 12 miesięcy terminie reakcji cenowych



udział cen TSP w zmienności cen pszenicy na rynku międzynarodowym nie był duży. Ceny fosforytów w terminie do dwóch miesięcy reagowały na impulsy płynące ze strony rynku własnego. Jednak wraz z wydłużaniem terminu silnie rosła reakcja na impulsy ze strony cen TSP, a w mniejszym stopniu także pszenicy oraz cen superfosfatu na rynku polskim. Analiza dekompozycji wariacji wskazuje, że przy ponad 4-miesięcznym terminie największy udział w zmienności cen fosforytów mają ceny TSP. Ceny TSP reagowały przede wszystkim na impulsy płynące ze strony rynku własnego i taki charakter reakcji dotyczył całego 12-miesięcznego okresu. Wraz z wydłużeniem terminu rosła jednak reakcja na ceny superfosfatu potrójnego oraz pszenicy na rynku polskim. Reakcja na impulsy płynące ze strony cen fosforytów była natomiast bardzo słaba. W kształtowaniu zmienności cen TSP zdecydowanie największy udział w całym 12-miesięcznym terminie miały ceny ze strony rynku własnego, udział cen pszenicy oraz superfosfatu na rynku polskim był niewielki, natomiast udział cen fosforytów był bliski zeru. Ceny superfosfatu potrójnego na rynku polskim w terminie do 3 miesięcy reagowały przede wszystkim na impulsy płynące ze strony rynku własnego. Reakcja to w kolejnych miesiącach szybko malała, natomiast do 6. miesiąca rosła reakcja na impulsy ze strony cen pszenicy, a siła reakcji na impulsy ze strony cen DAP rosła w trakcie całego 12-miesięcznego terminu. Wyniki dekompozycji wariacji wskazują, że największy udział w zmienności cen nawozu miały impulsy cenowe ze strony rynku własnego, jednak wraz z wydłużaniem terminu udział ten malał, a znacząco wzrastał udział cen pszenicy.

#### *Model dla cen soli potasowej*

Powiązania pomiędzy cenami uwzględnionymi w modelu dla cen soli potasowej były zbliżone do powiązań stwierdzonych w modelach wcześniej omawianych. Ceny pszenicy reagowały przede wszystkim na impulsy płynące ze strony rynku własnego, a reakcja na te impulsy wygasła w ciągu 8 miesięcy. Udział cen nawozów potasowych w zmienności cen pszenicy był niewielki i nawet przy wydłużonym do 12 miesięcy terminie reakcji cenowych nie przekraczał 20%. Reakcje cenowe soli potasowej na rynku polskim oraz międzynarodowym na impulsy cenowe płynące ze strony cen pszenicy były podobne. W obu przypadkach wraz z wydłużaniem terminu do 6-7 miesięcy reakcja cen soli potasowej na ceny pszenicy wzrastała. Wzrastał również udział cen pszenicy w zmienności cen soli potasowej na rynku polskim i międzynarodowym, osiągając przy 12-miesięcznym terminie około 40%. Wyniki analizy wskazują na słabą reakcję cen soli potasowej na rynku polskim na impulsy cenowe płynące ze strony cen soli potasowej na rynku międzynarodowym.

### *Model dla cen fosforanu amonu*

Reakcje cenowe dotyczące pszenicy w modelu dla cen fosforanu amonu były zbliżone do reakcji w modelach dla cen pozostałych nawozów. W pierwszych 3 miesiącach ceny pszenicy reagowały na impulsy ze strony rynku własnego, po czym reakcja ta ulegała wygaszeniu. W zmienności cen pszenicy udział cen fosforanu amonu był niewielki, nawet przy wydłużonym do 12 miesięcy terminie. Ceny fosforanu amonu na rynku międzynarodowym (DAP) w pierwszych 3 miesiącach reagowały głównie na impulsy płynące ze strony rynku własnego. Wraz z wydłużaniem terminu do 6 miesięcy rosła reakcja na impulsy ze strony cen pszenicy. Reakcja na impulsy ze strony cen gazu ziemnego oraz cen na rynku polskim była natomiast bardzo słaba. W kształtowaniu zmienności cen DAP największy udział miały impulsy ze strony rynku własnego. Nieco inne reakcje cenowe stwierdzano natomiast w przypadku cen fosforanu amonu na rynku polskim. Wraz z wydłużeniem terminu do 7-8 miesięcy rosła reakcja cen fosforanu na rynku polskim na impulsy ze strony cen pszenicy oraz DAP. Wraz z wydłużeniem terminu szybko malał udział cen rynku własnego w kształtowaniu zmienności cen fosforanu amonu, wzrastał natomiast udział cen pszenicy. Przy 12-miesięcznym terminie udziały rynku własnego oraz cen pszenicy w kształtowaniu zmienności cen fosforanu amonu na rynku polskim utrzymywały się na zbliżonym poziomie.

W krótkim okresie ceny nawozów w Polsce reagowały głównie na impulsy płynące ze strony cen pszenicy. Znacznie słabiej reagowały natomiast na impulsy płynące ze strony cen nawozów na rynku międzynarodowym oraz na ceny surowców do produkcji nawozów. Słaba reakcja na zmiany ceny surowców na rynku spot może wynikać z faktu, że producenci nawozów kupują surowce w średniookresowych kontraktach, w których ceny nie zmieniają się wraz ze zmianami cen na rynku spot. Trudniejsza do bezpośredniej interpretacji jest niska wrażliwość cen nawozów na rynku polskim na zmiany cen na rynku międzynarodowym. Polski rynek nawozów charakteryzuje się dużym wolumenem handlu zagranicznego, a więc należałoby oczekiwać silnej jego integracji z rynkiem międzynarodowym także na poziomie dostosowań cenowych. Słaba wrażliwość na międzynarodowe ceny nawozów może wskazywać na silną pozycję rynkową krajowych producentów w ramach krajowych kanałów podaży nawozów. W konsekwencji w krótkim okresie krajowi producenci mogą stosować politykę cenową, która zwłaszcza w krótkim okresie może w niewielkim stopniu uwzględniać zmiany cen nawozów na rynku międzynarodowym. Ponadto ceny nawozów na rynku międzynarodowym są kształtowane w krótkim okresie przez podobne czynniki. W przeprowadzonej analizie stwierdzono, że największy udział w kształtowaniu zmienności

cen nawozów na rynku międzynarodowym miały, podobnie jak na rynku polskim, ceny pszenicy. Ceny nawozów na obu rynkach mogły więc wykazywać zbliżone zmiany także w krótkim okresie, ale podobieństwo to wynikało z podobnej reakcji na ceny pszenicy. Ponieważ do modeli VAR wprowadzono ceny pszenicy, spowodowało to osłabienie wykazanego w modelu związku pomiędzy cenami nawozów na rynku polskim i międzynarodowym.

Podsumowując stwierdzić można, że:

- długookresowe wzrosty cen poszczególnych nawozów mineralnych na rynku polskim charakteryzowały się wyraźnym zróżnicowaniem. Najwyższe wzrosty charakteryzowały ceny soli potasowej, a najniższe ceny wapna tlenkowego. Pod tym względem rynek polski różnił się od rynku międzynarodowego, na którym stopy wzrostu cen różnych nawozów były zbliżone. Testy kointegracji również wskazały na brak długookresowych związków pomiędzy cenami nawozów z różnych grup (azotowych, fosforowych, potasowych) na rynku polskim. Pod tym względem rynek polski różnił od rynku międzynarodowego;
- ceny nawozów na rynku polskim podlegają mniejszym wahaniom sezonowym aniżeli na rynku międzynarodowym. Wahania sezonowe cen poszczególnych nawozów wykazują przy tym duże różnice. Najwyższymi wahaniami sezonowymi charakteryzowały się ceny saletry amonowej, saletrzaku oraz wapna tlenkowego, a najniższymi wahaniami ceny nawozów fosforowych;
- testy kointegracji wskazują na występowanie długookresowych związków pomiędzy cenami tych samych nawozów w Polsce i na rynku międzynarodowym oraz z cenami pszenicy i surowców do produkcji nawozów. W tym sensie polski rynek nawozów można uznać za zintegrowany z rynkami międzynarodowymi;
- w terminie do 2-3 miesięcy ceny nawozów w Polsce reagowały głównie na impulsy cenowe płynące ze strony rynku własnego. Wraz z wydłużaniem terminu reakcja ta uległa wy tłumieniu, a rosła reakcja na impulsy płynące ze strony pozostałych rynków, zwłaszcza pszenicy;
- impulsy płynące ze strony cen pszenicy wywierały większy wpływ na ceny nawozów na rynku polskim niż na rynku międzynarodowym. W przypadku rynku polskiego największą wrażliwością na zmiany ceny pszenicy charakteryzowały się ceny mocznika, a następnie fosforanu amonu. Przy ponad 6-miesięcznym terminie zmiany cen pszenicy miały największy udział w zmienności cen mocznika na rynku polskim;

- w krótkim okresie ceny nawozów mineralnych w Polsce reagowały niezbyt silnie na impulsy ze strony cen nawozów na rynku międzynarodowym. Reakcja ta, podobnie jak reakcja na ceny pszenicy, nasilała się wraz z wydłużeniem terminu;
- ceny nawozów w Polsce, podobnie jak ceny nawozów na rynku międzynarodowym, wykazywały bardzo słabą reakcję na impulsy płynące ze strony cen surowców do produkcji nawozów (gaz ziemny, fosforyty);
- analiza krótkookresowych reakcji cenowych wskazuje, że o krótkookresowej zmienności cen nawozów mineralnych w Polsce decydują głównie uwarunkowania popytowe.

## Podsumowanie

W latach 2002-2012 na światowym rynku nawozów mineralnych wyraźnie zmieniały się uwarunkowania popytowo-podażowe, które w dużym stopniu były kształtowane przez rynek produktów rolnych oraz bezpośrednich nośników energii i innych surowców wykorzystywanych do produkcji nawozów. Zmiany popytu na nawozy mineralne wynikały ze wzrostu zapotrzebowania na surowce rolne zarówno ze strony sektora żywnościowego, jak i pozażywnościowego, w tym głównie paliwowo-energetycznego. Dynamicznie rosnący popyt na żywność dotyczył przede wszystkim krajów rozwijających się, gdzie z jednej strony rosła liczba ludności, z drugiej zaś następował proces stopniowego przechodzenia na dietę wysokobiałkową, opartą na mięsie, do której wytworzenia potrzeba więcej kalorii pierwotnych. Dodatkowo wyraźnie zwiększono wykorzystanie surowców rolnych w sektorze paliwowo-energetycznym. Rozwój produkcji biopaliw nie tylko przyczynił się do zredukowania światowej podaży żywności, ale również spowodował wyraźne zmniejszenie zasobów ziemi wykorzystywanej do produkcji surowców rolnych z przeznaczeniem na żywność.

Rynek surowców energetycznych oddziaływał w kilku aspektach na sektor nawozów mineralnych. Wzrost cen gazu ziemnego oraz węgla powodował zwiększenie kosztów wytwarzania nawozów. Rosnąca cena ropy naftowej zwiększała koszty transportu, które są ważnym elementem końcowych cen nawozów, przyczyniając się jednocześnie do wzrostu zainteresowania biopaliwami, co skutkowało większym zapotrzebowaniem na nawozy.

W analizowanym okresie uwidoczniły się różnice w trendach zużycia nawozów mineralnych między krajami rozwijającymi się a rozwiniętymi. W krajach rozwijających się, głównie w Azji Południowej i Wschodniej oraz w Ameryce Łacińskiej, gdzie presja na zwiększanie plonowania roślin uprawnych jest ogromna, a wysokie plony osiągane są dzięki intensyfikacji nawożenia, zużycie nawozów wyraźnie wzrosło. W krajach rozwiniętych, w tym głównie w Europie Zachodniej, zużycie zmalało, gdyż większą wagę zaczęto przywiązywać do postępu genetycznego i optymalizacji nawożenia. Ponadto popyt na żywność ma ograniczone możliwości wzrostu, a coraz większe znaczenie przypisuje się rolnictwu ekologicznemu, co sprzyja ograniczaniu zużycia nawozów mineralnych.

Zmiany w zużyciu nawozów pociągnęły za sobą podobne trendy w zakresie produkcji. Produkcję zaczęto przenosić w pobliże najbardziej rozwojowych rynków, gdzie dodatkowo dostęp do surowców wykorzystywanych do wytwarzania nawozów był łatwiejszy. Uwidocznił się także proces koncentracji pro-

dukcji oraz niewielkiego wzrostu obrotów międzynarodowych. Najwyższy stopień koncentracji produkcji oraz największy udział obrotów handlowych w produkcji cechuje segment nawozów potasowych.

Zmianie uległy kierunki geograficzne handlu zagranicznego, które były przede wszystkim następstwem dynamicznie rosnącego zużycia w krajach rozwijających się. Chiny w odpowiedzi na dynamicznie rosnący popyt wewnętrzny rozwinęły mocno własny potencjał produkcyjny, co umożliwiło niemal całkowicie uniezależnienie od importu. Ponadto nadwyżkę produkcji Chiny zaczęły kierować na rynki zagraniczne i w efekcie z jednego z największych importerów stały się czołowym eksporterem nawozów mineralnych. Silna ekspansja Chin była możliwa głównie dzięki dogodnemu dostępowi do zaplecza surowcowego. W Indiach i Brazylii zapotrzebowanie na nawozy rosło dużo szybciej niż rodzima produkcja, dlatego wyraźnie zwiększono import. W rezultacie kraje te stały się największymi importerami nawozów mineralnych na świecie.

Wyraźnie wzrosła rola krajów Bliskiego Wschodu w produkcji i eksporcie nawozów mineralnych, głównie azotowych. Wysoka konkurencyjność nawozów z Bliskiego Wschodu wynika z niższych kosztów produkcji, co jest osiągane dzięki dostępowi do relatywnie taniego gazu ziemnego. Dodatkowym atutem jest dogodne położenie między chłonnym rynkiem azjatyckim a europejskim.

W latach 2002-2012 na wielu rynkach, w tym na rynku nawozów mineralnych, bezpośrednich nośników energii, surowców do produkcji nawozów oraz produktów rolnych obserwowano duże wahania cen. Różnice w tendencjach zmian cen między tymi rynkami były niewielkie, co wynika z wzajemnych zależności. W latach 2002-2007 ceny nawozów mineralnych systematycznie rosły, w 2008 r. nastąpił skokowy ich wzrost, po czym ceny zaczęły wyraźnie maleć. Od 2011 r. ceny znów zaczęły rosnąć, jednak ich wzrost był znacznie słabszy niż w 2008 r. W 2012 r. obserwowano niewielkie obniżki cen, co wynikało z wyraźnego spowolnienia szybko rosnącego dotychczas popytu na nawozy mineralne głównie w Indiach i Chinach, przy wyraźnie zwiększonej podaży. Malejącym cenom sprzyjały również niewielkie wahania cen surowców do produkcji nawozów. Ponadto spadły światowe ceny zbóż, które są silnie dodatnio skorelowane z cenami nawozów. W 2013 r. kontynuowane były spadki cen nawozów mineralnych, przy czym były one głębsze niż w roku poprzednim.

Szczegółowa analiza wykazała, że ceny nawozów na rynku polskim wykazują długookresowe powiązania z cenami nawozów na rynku międzynarodowym. W krótkim okresie ceny na rynku polskim reagują przede wszystkim na impulsy płynące ze strony cen pszenicy, a w drugiej kolejności na impulsy płynące ze stro-

ny cen nawozów na rynkach zagranicznych. Reakcja krótkookresowa cen nawozów na zmiany cen surowców do ich produkcji była natomiast bardzo słaba.

W kolejnych latach należy oczekiwać dalszego wzrostu światowego zużycia nawozów mineralnych, przy czym tempo wzrostu będzie uzależnione od sytuacji popytowej w Chinach, Indiach i Brazylii. Dynamiczna rozbudowa potencjału produkcyjnego w ostatnich latach będzie sprzyjać stabilizacji cen.

## Spis literatury

1. Abram A., Forster D., *A primer on ammonia, nitrogen fertilizers and natural gas markets*, The Ohio State University, 2005.
2. Alemu Z., *Price transmission between international and local fertilizer prices: the case of South Africa*. NAMC, 2011.
3. Barrett C., Li J., *Distinguishing between equilibrium and integration in spatial price analysis*. *American Journal of Agricultural Economics*, 84, 292-307, 2002.
4. Blanco M., *Supply of and access to key nutrients NPK for fertilizers for feeding the world in 2050*, UPM, Madrid 2011.
5. Borenstein S., Shepard A., *Dynamic pricing in retail gasoline markets*. *RAND Journal of Economics*, 27, 429-451, 1996.
6. *BP Statistical Review of World Energy*, British Petroleum, London, 2013.
7. Bruulsema T., Heffer P., Welch R., Cakmak I., Moran K., *Fertilizing crops to improve human health: a scientific review*, *Better Crops*, 2 (96), 2012.
8. Bump B., Baanante C., *World trends in fertilizer use and projections to 2020*, IFPRI, Washington 1996.
9. Czuba R., *Nawożenie mineralne roślin uprawnych*, Police 1996.
10. Dembowska H., *Coraz wyższy popyt na nawozy generuje zapotrzebowanie na amoniak*, *Chemia i biznes*, nr 6/2011.
11. Enders W., *Applied econometric time series*. Hoboken, NJ: Wiley 2003.
12. Faminow M.E., Benson B.L., *Integration of spatial markets*. *American Journal of Agricultural Economics*, 72, 49-62, 1990.
13. Fixen P.: *World fertilizer nutrient reserves – a view to the future*, *Better crops*, 3/2009.
14. *Golden rules for a golden age of Gas*, *World Energy Outlook*, Special report on unconventional gas, IEA, 2012.
15. Gruszczyński M., Podgórska M., *Ekonometria*, SGH, Warszawa 2004.
16. Grzebisz W., *Potas w produkcji roślinnej*, Akademia Rolnicza, Poznań 2004.
17. Hernandez M., Torero M., *Fertilizer market situation: market structure, consumption and trade patterns and pricing behavior*. IFPRI Discussion Paper 1058, IFPRI, Washington 2011.
18. Huang W., *Factors contributing to the recent increase in U.S. fertilizer prices 2002-08*, USDA, Washington 2009.
19. Huang W., *Impact of rising natural gas prices on U.S. ammonia supply*. USDA 2007.
20. Igras J., *Potencjał polskiego przemysłu nawozowego na tle Unii Europejskiej* [w:] *Zasady wprowadzania nawozów do obrotu*, IUNG, Puławy 2006.
21. Kerckow B., *Competition between agricultural and renewable energy production*, *Quarterly Journal of International Agricultural*, 46 (4), 2007.
22. Korzeniowska J., Robaczyk Z.: *Czy światu grozi brak fosforu do produkcji nawozów?* *Nasza rola* nr 2, Gdańsk 2011.
23. Krugman P.R., *Pricing to Market When the Exchange Rate Changes* [w:] *Real-Financial Linkages Among Open Economies*, MIT Press, Cambridge 1987.
24. Lütkepohl H., *New introduction to multiple time series analysis*, Berlin: Springer-Verlag 2005.
25. Malingreau J., Eva H., Maggio A., *NPK: Will there be enough plant nutrients to feed a world of 9 billion in 2050?* Report for the European Commission Joint Research Centre, Brussels 2012.



26. Mrówczyński K., *Światowa branża nawozowa – dobre perspektywy, ale też i liczne wyzwania*. Chemia i biznes nr 6/2011.
27. Osikowicz R., *Przegląd rynku gazu ziemnego*, Paliwa i Energetyka, nr 3/2013.
28. Ott H., *Fertilizer markets and their interplay with commodity and food prices*, Report for the European Commission Joint Research Centre, Brussels 2012.
29. Piwowar A., *Analiza cen nawozów mineralnych w latach 2000-2010*, Journal of Agribusiness and Rural Development, 3 (21), 71-79, 2011.
30. Rosiak E., Łopaciuk W., Krzemiński M.: *Produkcja biopaliw i jej wpływ na światowy rynek zbóż oraz roślin oleistych i tłuszczów roślinnych*, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2011.
31. Rychlicki S., Siemek J., *Gaz ziemny w polityce energetycznej Polski i Unii Europejskiej*. Polityka energetyczna, nr 1/2008.
32. Sen A., *Dwie opowieści o głodzie*, Gazeta Wyborcza 9-10 sierpnia 2008.
33. Sikora A., *Skroplony gaz ziemny a inne źródła importu gazu do Unii Europejskiej*, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków 2010.
34. Soh K., *Global agricultural commodity price trends: possible impact on the fertilizer industry*, IFA, Paris 2001.
35. *Technically recoverable shale oil and shale gas resources: an assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the United States*, U. S. Energy Information Administration, Washington 2013.
36. *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO<sub>2</sub> Emissions 2007. Energy indicators*, International Energy Agency, Paris 2007.
37. Van Kauwenbergh S., *World phosphate rock reserves and resources*, IFDC, Alabama 2010.
38. Vitousek P., Naylor R., Crews T., David M., Drinkwater L., Holland E., Johnes P., Katzenberger J., Martinelli L., Matson P., Nziuguheba G., Ojima D., Palm C., Robertson G., Sanchez P., Townsend A., Zhang F., *Nutrient imbalances in agricultural development*, Science, 324 (5934), 2009.
39. Wilk W.: *Globalne ocieplenie i kryzys żywnościowy*. Warszawa 2008.
40. Zegar J., *Globalny problem żywnościowy a polskie rolnictwo*, Wieś i Rolnictwo nr 3/2007.
41. Zegar J., *Współczesne wyzwania rolnictwa*, PWN, Warszawa 2012.
42. Zalewski A., Igras J., *Światowy rynek nawozów mineralnych z uwzględnieniem zmian cen bezpośrednich nośników energii oraz surowców*. IERiGŻ-PIB, Warszawa 2012.

Strony internetowe:

- [[www.fertilizer.org](http://www.fertilizer.org)]
- [[www.minerals.usgs.gov](http://www.minerals.usgs.gov)]
- [[www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl)]
- [[www.intracen.org](http://www.intracen.org)]
- [[www.icis.com](http://www.icis.com)]
- [[www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org)]
- [[www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)]

## Załącznik 1

### Parametry modeli VAR dla cen nawozów mineralnych

#### 1. Model cen mocznika<sup>1</sup>

Zmienne	UREA	NGAS	WHEAT	MOCZNIK
UREA-1	1,1830 (0,0749)	-0,016 (0,0419)	-0,0591 (0,0608)	-0,0069 (0,0262)
UREA-2	-0,5623 (0,0769)	0,0612 (0,0430)	0,0873 (0,0624)	0,05785 (0,0269)
NGAS-1	0,1752 (0,1610)	0,8976 (0,0901)	0,2418 (0,1306)	0,0228 (0,0563)
NGAS-2	-0,1219 (0,1511)	-0,0981 (0,0845)	-0,2349 (0,1226)	-0,0754 (0,0528)
PSZENICA-1	0,1152 (0,1101)	0,0178 (0,0616)	1,1305 (0,0893)	0,0738 (0,0385)
PSZENICA-2	-0,0305 (0,2535)	0,0384 (0,0638)	-0,2430 (0,0926)	0,0096 (0,0399)
MOCZNIK-1	0,7342 (0,2535)	0,0957 (0,1418)	0,0143 (0,2057)	1,1527 (0,0887)
MOCZNIK-2	-0,4290 (0,2497)	0,0095 (0,1397)	-0,1846 (0,2026)	-0,3303 (0,0874)
C	-3,47E-6 (0,0074)	-0,0006 (0,0041)	0,0007 (0,0060)	-3,33E-5 (0,0026)
Skor. R <sup>2</sup>	0,8530	0,8915	0,8347	0,9317
Suma kwad.reszt	0,8550	0,2675	0,5630	0,1046
Statystyka F	87,7786	124,3239	76,3952	206,1676
Determ. resid. covariance	4,17E-11			
Log likelihood	815,7091			

<sup>1</sup> w nawiasach błędy standardowe

#### 2. Model cen superfosfatu potrójnego<sup>1</sup>

Zmienne	TSP	PHOSROCK	WHEAT	SUPERF.POTR
TSP-1	1,1532 (0,0833)	0,3792 (0,1036)	0,1097 (0,0921)	0,0165 (0,0472)
TSP-2	-0,1689 (0,1031)	0,1102 (0,1281)	-0,0703 (0,1138)	-0,0325 (0,0584)
PHOSROCK-1	0,1298 (0,0747)	0,6529 (0,0929)	-0,0565 (0,0825)	0,0476 (0,0423)
PHOSROCK-2	-0,2119 (0,0612)	-0,1643 (0,0761)	0,1155 (0,0676)	-0,0092 (0,0347)
PSZENICA-1	0,0477 (0,0805)	0,0063 (0,1001)	1,0442 (0,0889)	0,0533 (0,0456)
PSZENICA-2	0,0309 (0,0798)	0,0956 (0,0992)	-0,2465 (0,0881)	0,0091 (0,0452)
SUPERF.POTR.-1	0,4573 (0,1656)	0,1622 (0,2059)	0,0931 (0,1828)	1,2373 (0,0937)
SUPERF.POTR.-2	-0,4820 (0,1648)	0,0218 (0,2049)	-0,3382 (0,1820)	-0,3595 (0,0933)
C	-0,0015 (0,0052)	-0,0008 (0,0065)	0,0006 (0,0058)	0,0007 (0,0030)
Skor. R <sup>2</sup>	0,9612	0,9557	0,8458	0,9459
Suma kwad.reszt	0,4309	0,6656	0,5252	0,1380
Statystyka F	374,44	326,17	82,99	264,60
Determ. resid. covariance	6,05E-11			
Log likelihood	791,51			

<sup>1</sup> w nawiasach błędy standardowe

#### 3. Model cen soli potasowej<sup>1</sup>

Zmienne	POTASH	WHEAT	SÓL POT.
POTASH-1	1,1446 (0,0907)	0,2166 (0,1099)	0,0176 (0,0545)
POTASH-2	-0,2426 (0,0188)	-0,2135 (0,1068)	0,0069 (0,0529)
PSZENICA-1	0,1094 (0,0763)	1,0065 (0,0925)	0,0419 (0,0458)
PSZENICA-2	-0,08081 (0,0715)	-0,1857 (0,0866)	0,0109 (0,0429)
SÓL POT.-1	0,0084 (0,1429)	0,1627 (0,1731)	1,3407 (0,0858)
SÓL POT.-2	0,1041 (0,1475)	-0,3262 (0,1787)	-0,4452 (0,0886)
C	-0,0005 (0,0048)	0,0010 (0,0058)	0,0002 (0,0029)
Skor. R <sup>2</sup>	0,9400	0,8421	0,9363
Suma kwad.reszt	0,3665	0,5379	0,1321
Statystyka F	321,39	109,32	301,14
Determ. resid. covariance	1,24E-8		
Log likelihood	640,54		

<sup>1</sup> w nawiasach błędy standardowe

#### 4. Model cen fosforanu amonu<sup>1</sup>

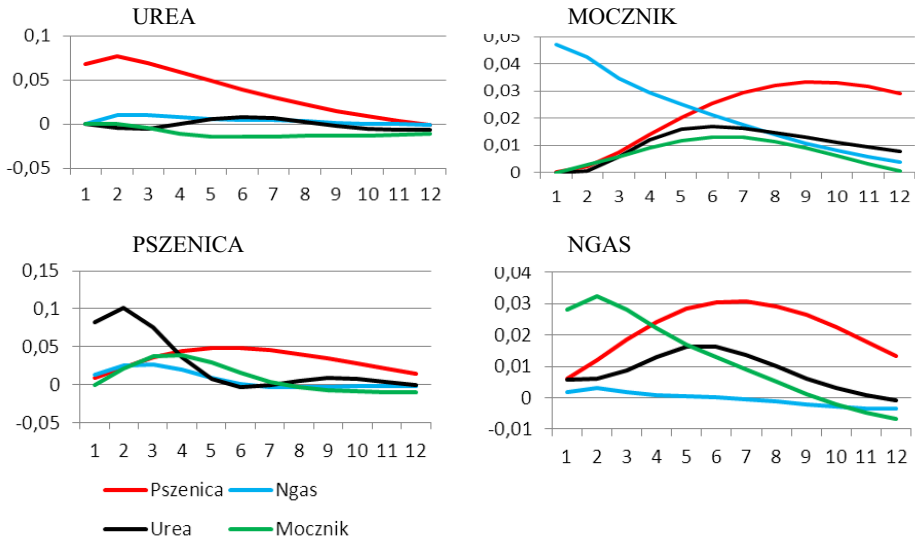
Zmienne	PSZENICA	NGAS	DAP	FOSF.A
PSZENICA-1	1,0829 (0,0889)	-0,0008 (0,0600)	0,1699 (0,0662)	0,0472 (0,0439)
PSZENICA-2	-0,2468 (0,0926)	0,03129 (0,0623)	-0,0808 (0,0690)	0,0239 (0,0458)
NGAS-1	0,1213 (0,1343)	0,8475 (0,0903)	-0,0483 (0,1001)	-0,0083 (0,0664)
NGAS-2	-0,1329 (0,1270)	-0,0533 (0,0854)	0,02953 (0,0947)	-0,0325 (0,0628)
DAP-1	-0,0242 (0,0947)	0,1406 (0,0637)	1,5572 (0,0706)	0,0489 (0,0468)
DAP-2	0,08987(0,1017)	-0,0359 (0,0684)	-0,6654 (0,0758)	0,0036 (0,0503)
FOSF.A-1	0,0656 (0,1799)	-0,1384 (0,1210)	0,2216 (0,1341)	1,1926 (0,0889)
FOSF.A-2	-0,2072 (0,1739)	0,1642 (0,1169)	-0,2172 (0,1296)	-0,3111 (0,0859)
C	0,0007 (0,0059)	-0,0007 (0,0040)	-0,0005 (0,0044)	0,0004 (0,0029)
Skor. R <sup>2</sup>	0,8383	0,8990	0,9650	0,9532
Suma kwad.reszt	0,5507	0,2491	0,3059	0,1345
Statystyka F	78,44	134,62	417,16	308,39
Determ. resid. covariance	2,51E-11			
Log likelihood	867,43			

<sup>1</sup> w nawiasach błędy standardowe

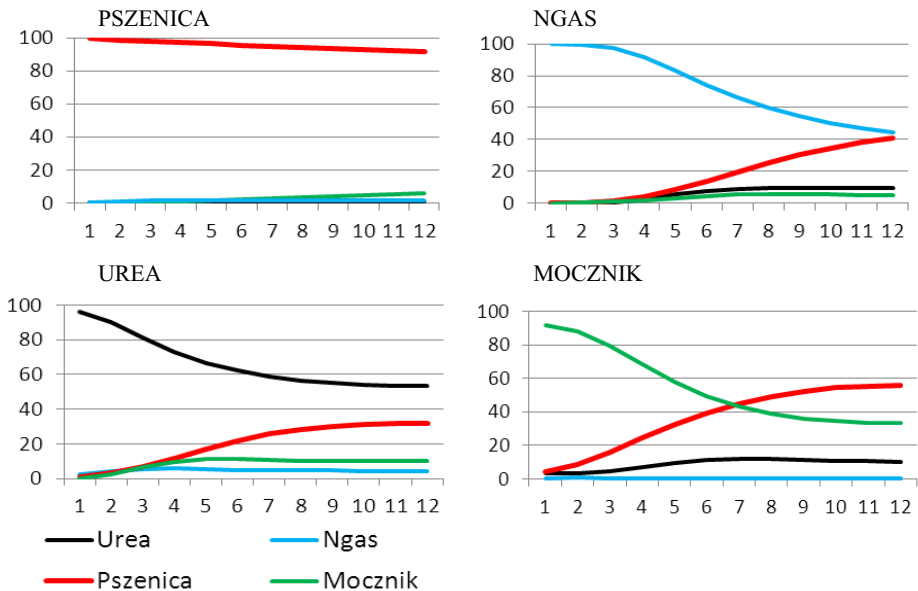
## Załącznik 2

### Funkcje odpowiedzi na impuls oraz dekompozycja wariancji dla analizowanych modeli VAR

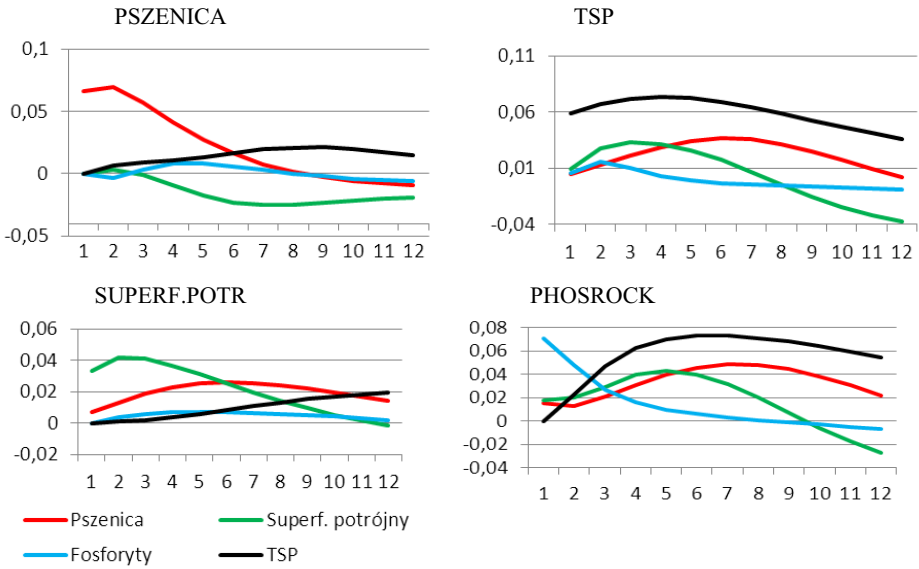
#### 1. Funkcje odpowiedzi na impuls – model VAR dla cen mocznika



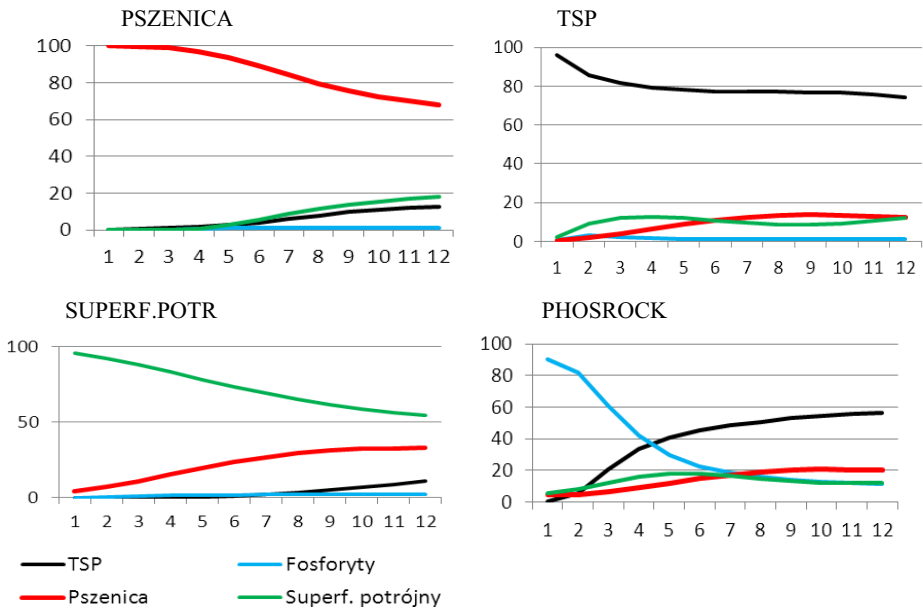
#### 2. Dekompozycja wariancji – model VAR dla cen mocznika



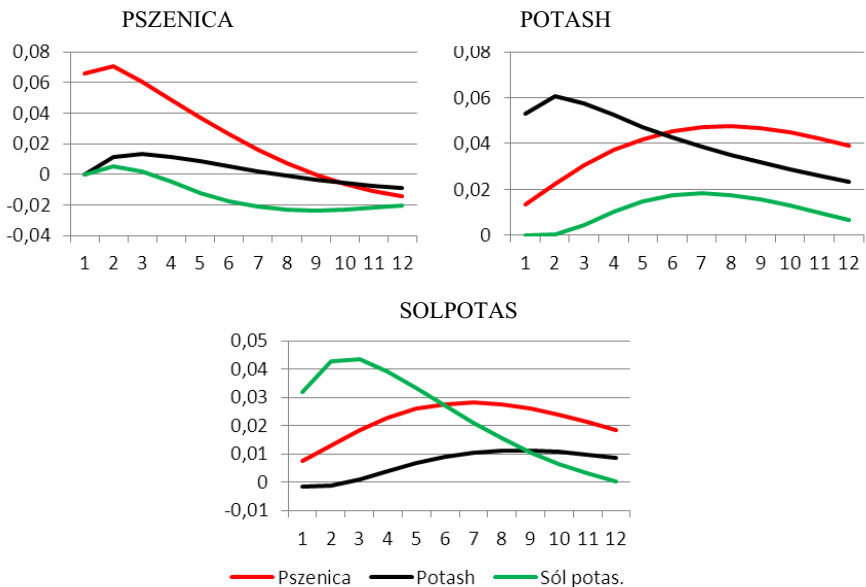
### 3. Funkcje odpowiedzi na impuls – model VAR dla cen superfosfatu potrójnego



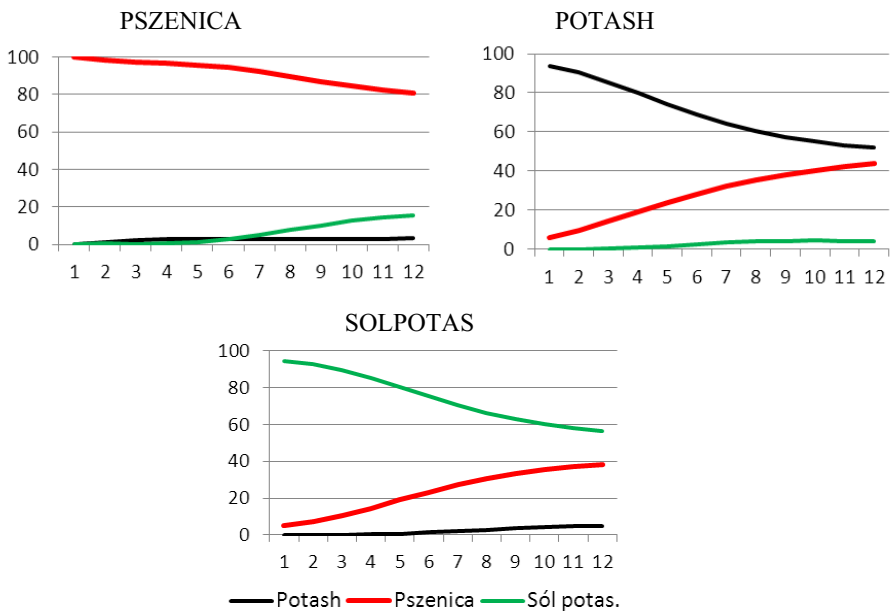
### 4. Dekompozycja wariancji – model VAR dla cen superfosfatu potrójnego



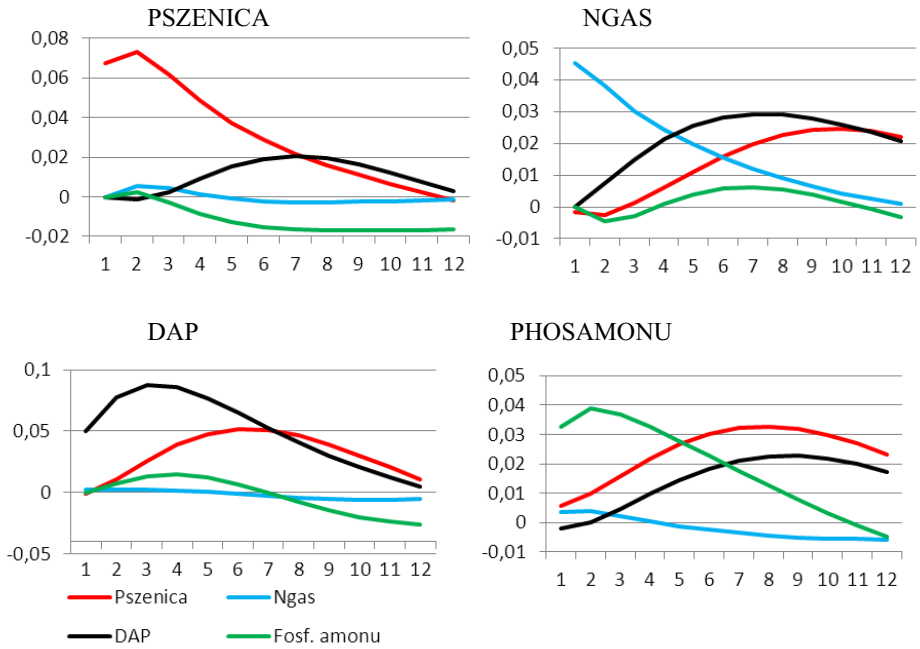
5. Funkcje odpowiedzi na impuls – model VAR dla cen soli potasowej



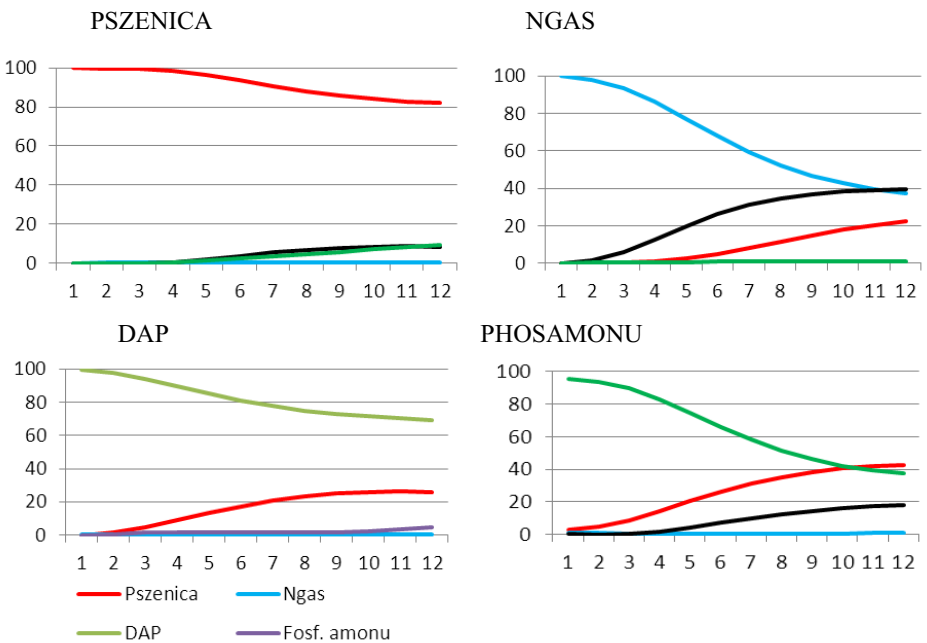
6. Dekompozycja wariancji – model VAR dla cen soli potasowej



### 7. Funkcje odpowiedzi na impuls – model VAR dla ceny fosforanu amonu



### 8. Dekompozycja wariancji – model VAR dla fosforanu amonu







**EGZEMPLARZ BEZPŁATNY**

*Nakład 500 egz., ark. wyd. 6,04  
Druk i oprawa: EXPOL Włocławek*