

**Światowy rynek  
nawozów mineralnych  
z uwzględnieniem  
zmian cen bezpośrednich  
nośników energii  
oraz surowców  
(4)**





INSTYTUT EKONOMIKI ROLNICTWA  
I GOSPODARKI ŻYWNOŚCIOWEJ  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

**Światowy rynek  
nawozów mineralnych  
z uwzględnieniem  
zmian cen bezpośrednich  
nośników energii  
oraz surowców  
(4)**

*Redakcja naukowa  
dr inż. Piotr Szajner*

*Autor  
mgr inż. Arkadiusz Zalewski*



KONKURENCYJNOŚĆ POLSKIEJ GOSPODARKI  
ŻYWNOŚCIOWEJ W WARUNKACH GLOBALIZACJI  
I INTEGRACJI EUROPEJSKIEJ

**Warszawa 2014**

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 2003-2013 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. Stanisław Krasowicz, IUNG-PIB w Puławach*

Korekta

*Barbara Pawłowska*

Redakcja techniczna

*Leszek Ślipki*

Projekt okładki

*AKME Projekty Sp. z o.o.*

ISBN 978-83-7658-486-7

*Institut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej*

*– Państwowy Instytut Badawczy*

*ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warszawa*

*tel.: (22) 50 54 444*

*faks: (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. Rozwój nawożenia i przemysłu nawozowego.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Znaczenie nawożenia mineralnego w produkcji żywności .....</b>	<b>12</b>
<b>3. Środowiskowe skutki nawożenia mineralnego .....</b>	<b>20</b>
3.1. Wpływ produkcji nawozów azotowych i nawożenia azotowego na ekosystemy .....	20
3.2. Wpływ produkcji nawozów fosforowych i nawożenia fosforowego na środowisko.....	23
3.3. Przyrodnicze skutki stosowania nawozów potasowych .....	27
<b>4. Charakterystyka produkcji i handlu zagranicznego surowcami wykorzystywanymi do produkcji nawozów mineralnych.....</b>	<b>28</b>
4.1. Amoniak.....	28
4.2. Gaz ziemny .....	33
4.3. Fosforyty .....	39
4.4. Kwas fosforowy .....	45
4.5. Sól potasowa .....	48
<b>5. Produkcja nawozów mineralnych.....</b>	<b>54</b>
5.1. Produkcja nawozów azotowych .....	60
5.2. Produkcja nawozów fosforowych .....	65
5.3. Produkcja nawozów potasowych .....	69
<b>6. Handel międzynarodowy nawozami mineralnymi.....</b>	<b>72</b>
6.1. Handel międzynarodowy nawozami azotowymi .....	75
6.2. Handel międzynarodowy nawozami fosforowymi .....	81
6.3. Handel międzynarodowy nawozami potasowymi .....	82
<b>7. Zużycie nawozów mineralnych .....</b>	<b>85</b>
7.1. Światowe zużycie nawozów mineralnych.....	85
7.2. Regionalne zmiany zużycia nawozów mineralnych .....	86
7.3. Zużycie nawozów mineralnych w wybranych krajach.....	89
7.4. Bilans nawozów mineralnych w wybranych krajach.....	92
<b>8. Ceny nawozów mineralnych i surowców .....</b>	<b>96</b>
8.1. Uwarunkowania cenowe na rynku nawozów mineralnych.....	96
8.2. Ceny surowców do produkcji nawozów mineralnych.....	98
8.3. Ceny surowców energetycznych .....	102
8.4. Światowe ceny nawozów mineralnych i ich powiązania z rynkami zbóż i energii .....	103
8.5. Ceny nawozów mineralnych w Polsce i ich powiązania z rynkiem światowym.....	108
<b>Podsumowanie .....</b>	<b>113</b>
<b>Spis literatury .....</b>	<b>116</b>



## Wprowadzenie

Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej od początku lat 90. analizuje sytuację na rynku nawozów mineralnych<sup>1</sup>. Dynamicznie zmieniające się w ostatnich latach uwarunkowania rynku nawozów mineralnych na świecie w coraz większym stopniu determinują sytuację na rynku krajowym. Polska w skali globalnej należy do grupy krajów o średniej produkcji i zużyciu nawozów mineralnych, ale w ramach Unii Europejskiej jest drugim po Niemczech producentem nawozów, w tym największym producentem nawozów azotowych i fosforowych. W przypadku nawozów azotowych Polska jest również znaczącym ich eksporterem. Produkcja pozwala na niemal pełne zaspokojenie potrzeb polskiego rolnictwa w zakresie stosowania nawozów azotowych i fosforowych, jednak dostawy nawozów potasowych są realizowane głównie przez import. Należy przy tym podkreślić, że praktycznie cała rodzima produkcja jest realizowana w oparciu o surowce importowane – 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.

Zaprezentowane opracowanie jest czwartym z serii raportów monitorujących zmiany dokonujące się na światowym rynku nawozów mineralnych i podstawowych surowców do ich wytwarzania. Przed sektorem nawozowym stoi wiele wyzwań związanych przede wszystkim z koniecznością intensyfikacji produkcji rolnej w warunkach ograniczonej powierzchni użytków rolnych oraz stopniowego wykorzystywania surowców wykorzystywanych do wytwarzania nawozów. Problem jest istotny z uwagi na rosnącą konkurencję o surowce rolne zarówno ze strony sektorów żywnościowych, co wynika ze wzrostu liczby ludności oraz ich dochodów, ale także sektorów pozażywnościowych, w tym głównie sektora paliwowo-energetycznego. Coraz większą uwagę zwraca się również na wpływ nawozów mineralnych na środowisko naturalne. Zarówno wytwarzanie nawozów, jak i ich stosowanie w nadmiernych dawkach wpływają niekorzystnie na ekosystemy. Z uwagi na to coraz większego znaczenia nabiera intensyfikacja zrównoważona, oznaczająca jednoczesne zwiększanie plonów, wzrost skuteczności wykorzystywania nakładów przy jednoczesnym ograniczaniu negatywnych skutków dla środowiska.

W ostatniej dekadzie na wielu rynkach surowcowych, m.in. bezpośrednich nośników energii, metali, minerałów i surowców rolnych obserwowano

---

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

duże wahania cen. Podobne tendencje wystąpiły również na rynku nawozów mineralnych. Dynamicznie rosnące zapotrzebowanie na nawozy mineralne, w warunkach ograniczonych możliwości szybkiego zwiększenia potencjału produkcyjnego, doprowadziło w 2008 r. do kilkukrotnego wzrostu cen nawozów mineralnych, który na tak wysoką skalę nie był dotychczas notowany. Wysoki poziom cen nawozów na światowych rynkach w krótkim okresie spowodował jednak wyraźne pogorszenie ekonomicznej opłacalności ich stosowania. W warunkach pogłębiającego się kryzysu gospodarczego, obejmującego również sektor rolny, drastycznie zmalał popyt na nawozy w większości regionów świata, co doprowadziło do obniżenia ich cen. Od 2010 r. zapotrzebowanie na stosunkowo tanie nawozy znów zaczęło rosnąć, co przełożyło się na wzrosty cen, jednak skala podwyżek była niższa niż w rekordowym 2008 r. W 2013 r. ceny znowu zaczęły maleć, co wynikało ze zmniejszonego popytu w warunkach pogarszającej się koniunktury na światowych rynkach rolnych, ale również z obniżenia kosztów produkcji nawozów w związku ze spadkiem cen surowców energetycznych.

Celem raportu jest przedstawienie uwarunkowań mających istotny wpływ na kształtowanie się sytuacji popytowo-podażowej na światowym rynku nawozów mineralnych, ze szczególnym uwzględnieniem powiązań rynku nawozów z rynkiem rolnym oraz energii.

Zakres czasowy niniejszego raportu obejmuje lata 2003-2013, w tym okresie nastąpiły bowiem istotne zmiany zarówno w sferze globalnej produkcji, zużycia, jak i handlu światowego. W raporcie ukazano najważniejszych uczestników rynku, zarówno gotowych nawozów mineralnych, jak i surowców do ich wytwarzania. W rozdziale pierwszym została opisana historia i geneza nawożenia mineralnego. W dwóch kolejnych rozdziałach scharakteryzowano znaczenie społeczno-gospodarcze sektora nawozowego, zwracając uwagę na niepożądane skutki środowiskowe. W rozdziale czwartym analizowano rynek najważniejszych surowców do produkcji nawozów, zwracając uwagę na silną koncentrację, ale też dynamiczny rozwój wydobywania gazu ziemnego ze złóż niekonwencjonalnych. W rozdziale piątym i szóstym badano produkcję oraz handel międzynarodowy nawozami, uwzględniając specyfikę każdej grupy asortymentowej. W kolejnym rozdziale omówiono zmiany zużycia nawozów mineralnych, wskazując na odmienne tendencje zużycia między krajami rozwijającymi się a rozwiniętymi. W rozdziale ósmym analizowano ceny nawozów mineralnych, ich powiązania z rynkiem zbóż i energii. Badano również sezonowość cen nawozów.



# 1. Rozwój nawożenia i przemysłu nawozowego

Historia nawożenia jest istotną częścią historii rolnictwa. Nawożenie jest podstawowym zabiegiem agrotechnicznym i stosuje się je w rolnictwie już od kilku tysięcy lat. Uprawę gleb na większych obszarach rozpoczęto około 5 tys. lat temu nad Nilem, Eufratem oraz w Chinach, wykorzystując początkowo ich naturalną żyzność, a później także nawozy.

Opisy o nawozach i nawożeniu można spotkać w literaturze starożytnej Grecji i Rzymu. Homer w *Odysei* wymienia obornik jako materiał polepszający wzrost roślin. Oprócz obornika do użyźniania gleb zalecano stosować kompost, słomę, odpadki zwierzęce, szlam z rzek i stawów, nawozy zielone, a niekiedy również popiół, kości, margiel, wapno i gips. Teoretyczne uzasadnienie stosowania materiałów organicznych do użyźniania gleby, aby polepszyć wzrost roślin, sformułował Arystoteles. Nauczał on, że rośliny pobierają pokarm z gleby za pośrednictwem korzeni w stanie gotowym, tj. w postaci substancji organicznych [Gorlach, Mazur 2001].

W starożytnym Rzymie (200 lat p.n.e.) Kato pisze obszernie o nawozach, w tym również, że na nawozy zielone najlepiej nadają się rośliny motylkowate. Według niego dobre rolnictwo to dobra orka, dobra pielęgnacja i dobre nawożenie. Już od starożytności stosowano jako nawozy: obornik, kompost, odpady zwierzęce, fekalia, pomiot ptasi, szlam z rzek i stawów, ściółkę leśną, wodorosty, nawozy zielone, popiół oraz margiel, a także wapno i gips. Zalecenia nawozowe w czasach starożytnych wynikały z obserwacji przyrody, a wiedza ta była przekazywana przez pokolenia. Wiele z tych informacji zostało w XIX i XX wieku naukowo potwierdzonych i dotrwało do dzisiaj. Niektóre zalecenia nie były poprawne, wynikały z przesądów i te zostały odrzucone [Czuba 1996].

W średniowieczu nie interesowano się żywieniem roślin od strony naukowej. Ograniczano się jedynie do komentowania dzieł autorów starożytnych. W okresie odrodzenia i oświecenia nastąpił rozwój nauk przyrodniczych, głównie na skutek precyzyjniej dokonywanych obserwacji. Wyniki wielu badań z XVIII i początku XIX wieku stworzyły podstawy do poznania fizjologii odżywiania się roślin i ich nawożenia. Ważnym sukcesem były badania P.A. Lavoisiera, który w 1804 r. w pracy pt.: *Badania chemiczne nad roślinami* pisał, że: „atmosfera jest głównym źródłem węgla w roślinie, a gleba jest tylko dostawcą składników popielnych i wody” [Czuba 1996]. Na przełomie XVIII i XIX wieku w Europie obowiązywała teoria próchniczego odżywiania roślin, sformułowana przez A. Thaera. Według tej teorii próchnica i woda stanowią podstawowy po-

karm dla roślin, a składniki nieorganiczne odgrywają tylko podrzędną rolę jako stymulatory wzrostu rośliny. Zatem cała żyźność gleby zależy wyłącznie od zawartej w niej próchnicy [Gorlach, Mazur 2001].

Dalsze badania z początku XIX wieku wykazały, że: „sól jest podstawą życia i wzrostu wszystkich roślin”, co doprowadziło do opracowania teorii przeciwstawnej, czyli teorii mineralnego odżywiania roślin. Twórcą tej teorii był J. von Liebig, które swoje poglądy przedstawił w dziele *Chemia w zastosowaniu do rolnictwa i fizjologii* w 1840 r. Według niego związki próchnicze nie stanowią bezpośredniego źródła pokarmu dla rośliny, a węgiel niezbędny do tworzenia związków organicznych roślina czerpie z dwutlenku węgla znajdującego się w powietrzu. Składniki odżywcze, bez których roślina nie może się obejść, są pobierane ze składników mineralnych gleby oraz z produktów mineralizacji związków próchnicznych. W myśl poglądów Liebiga mineralne składniki gleby decydują o jej żyźności. Stwierdził on, że żyźność gleby i zyskiwane plony można zwiększyć nie tylko za pomocą obornika, ale również za pomocą nawożenia związkami mineralnymi. Działanie obornika nie jest bezpośrednie; obornik rozkłada się w glebie, a wynikiem tego procesu są związki mineralne i dopiero one stanowią bezpośredni pokarm roślin. Liebig sformułował również „prawo minimum”, zgodnie z którym wysokość plonu można zwiększyć jedynie przez zwiększenie czynnika znajdującego się w minimum. Teoria mineralna Liebiga dokonała olbrzymiego przewrotu w dotychczasowych poglądach na możliwość podnoszenia plonów. Pojawiła się możliwość zwiększenia plonów za pomocą związków mineralnych. Osiągnięcia chemii rolnej w niezwykle szybkim tempie spowodowały rozwój stosowania nawozów, a także przemysłu nawozowego wraz z infrastrukturą do pozyskiwania surowców mineralnych. [Woś 1969, Czuba 1996].

Pierwszym wyprodukowanym nawozem mineralnym był superfosfat, a pierwsza fabryka superfosfatu powstała w 1843 r. w Anglii, następna zaś w 1855 r. w Niemczech. Początkowo nawóz ten był produkowany z kości, a w następnych latach z surowca fosforytowego. W 1850 r. uruchomiono regularną eksploatację saletry chilijskiej ( $\text{NaNO}_3$ ). Poszukując surowców do produkcji superfosfatu, odkryto także surowce potasonośne, a pierwszy nawóz potasowy wydobyto z kopalni w Niemczech w 1861 r. Od 1879 r. rozpoczęto w Anglii produkcję nowego nawozu fosforowego pod nazwą tomasyna, stanowiącego produkt uboczny otrzymywania stali metodą Thomasa. Przez wiele lat dużym problemem było poszukiwanie sposobu produkcji nawozów azotowych. W 1890 r. wyprodukowano w Niemczech siarczan amonowy z odpadowej wody amoniakalnej w koksowniach. W 1905 r. rozpoczęto rów-

nież w Niemczech produkcję azotniaku ( $\text{CaCN}_2$ ), a dwa lata później w Norwegii zaczęto wytwarzać saletrę wapniową [ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ], zwaną potocznie saletrą norweską. W rozwoju przemysłu nawozów azotowych przełomowe znaczenie miało opracowanie przez F. Habera i C. Boscha w 1913 r. metody syntezy amoniaku na skalę wielkoprzemysłową z azotu i wodoru. Pierwsza wojna światowa przerwała na kilka lat rozwój przemysłu nawozowego, ale już od 1920 r. systematycznie zaczęła zwiększać się produkcja nawozów mineralnych oraz ich asortyment. W 1921 r. dokonano w Niemczech pierwszej syntezy mocznika z amoniaku, a od 1927 r. zaczęto produkować nitrofoski jako pierwsze kompleksowe nawozy NPK [Gorlach i Mazur 2001, Fotyma 2010].

Jednakże gwałtowny skok w rozwoju przemysłu nawozowego na świecie nastąpił dopiero po drugiej wojnie światowej, co potwierdzają dane dotyczące globalnej produkcji nawozów mineralnych. Na przełomie XIX i XX wieku światowa produkcja nawozów mineralnych wynosiła 2 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik (NPK), w sezonie 1955/56 wzrosła do 22 mln ton, a w sezonie 2010/11 przekroczyła 180 mln ton NPK.

## 2. Znaczenie nawożenia mineralnego w produkcji żywności

Produkty roślinne są niezbędne dla egzystencji człowieka, gdyż stanowią dla niego źródło pożywienia, surowców i energii. Wynika to z faktu, że rośliny zielone posiadają zdolność do przetwarzania energii słonecznej w energię związków chemicznych w procesie asymilacji, zwanym inaczej procesem fotosyntezy. Rośliny, posiadając zdolność do wytwarzania podstawowych związków, takich jak: białka, tłuszcze, cukry, witaminy itd., wymagają do prawidłowego wzrostu i rozwoju różnych składników odżywczych, którymi są przede wszystkim składniki mineralne. Niezbędne składniki mineralne to takie pierwiastki chemiczne, bez których prawidłowy rozwój roślin jest niemożliwy, przy czym brakujących pierwiastków nie można zastąpić innymi pierwiastkami [Czuba 1996].

Rośliny zbiorowisk naturalnych (np. lasy) wykorzystują zapasy glebowe i mają praktycznie zamknięty obieg składników pokarmowych, w związku z tym dobrze rosną bez nawożenia. Na skutek działalności człowieka z plonami roślin uprawnych bezpowrotnie wynoszone są z gleby składniki pokarmowe, dlatego też ich ubytek trzeba uzupełnić nawozami. Tylko częściowo jest to możliwe za pomocą nawozów naturalnych (resztki roślinne, odchody zwierzęce). Ani bowiem ilość, ani skład tych nawozów nie zapewniają prawidłowego odżywiania roślin uprawnych, co jest niezbędne do realizacji ich potencjału genetycznego [Czuba 1996]. Jedynym rozwiązaniem jest uzupełniające nawożenie mineralne.

Nawożenie mineralne jest praktyczną korektą niedoboru składników pokarmowych w glebie dla zapewnienia możliwości poboru przez rośliny składników pokarmowych w odpowiednich dawkach, odpowiednim składzie oraz we właściwym terminie. Celem nawożenia jest utrzymanie, ale także poprawa żyzności gleby dla stworzenia warunków dla korzystnego rozwoju roślin. Nawożenie uzupełnia niedobór składników pokarmowych pobranych z plonami, a także tych ilości, które ubyły z warstwy ornej lub uległy chemicznemu zablokowaniu. Dzięki nawożeniu mineralnemu, ale również zabiegom agrochemicznym, przy przestrzeganiu elementarnych zasad i wykorzystaniu wiedzy o potrzebach pokarmowych roślin uzyskuje się zdecydowanie wyższe plony, a więc wyższą efektywność ekonomiczną. Racjonalne nawożenie poprawia jakość plonów, zarówno pod względem wartości odżywczej, jak i smakowej, zwiększa odporność roślin na szkodniki i choroby, uodparnia na stresy: niedobory wody, niekorzystną temperaturę, zakwaszanie gleby, toksyczność oraz skraca czas wzrostu [Górecki 2002].

Najbardziej kontrolowanym i sterowanym przez rolnika sposobem nawożenia jest stosowanie nawozów mineralnych. Nawozy te to występujące w przyrodzie substancje zawierające składniki pokarmowe, przetworzone na drodze przemian fizycznych i chemicznych w formy przyswajalne dla roślin [Czuba 1996]. Według Finka [1982] „nawozy mineralne to substancje chemiczne przeznaczone bezpośrednio lub pośrednio do dokarmienia roślin dla promowania ich wzrostu, zwiększenia plonów oraz poprawy jakości plonów”.

Nawożenie mineralne jako podstawowy czynnik plonotwórczy odgrywa kluczową rolę w produkcji żywności. Jak podkreśla Tujaka [2006] „zużycie nawozów mineralnych jest niekwestionowanym czynnikiem zwiększania produkcji rolnej”. Zużycie nawozów mineralnych jest ponadto jednym ze wskaźników oceny intensywności gospodarowania [Igras, Kopiński 2007]. Istnieje ścisła zależność pomiędzy zużyciem nawozów a wysokością plonów. Zależności takie występują w czasie oraz w przestrzeni. Zależności w czasie dotyczą przyrostu plonów w kolejnych latach wraz ze wzrostem poziomu nawożenia. Zależności w przestrzeni dotyczą zależności pomiędzy wielkością plonu w rejonie lub w kraju a poziomem nawożenia na tym terenie [Czuba 1996]. Ogólnie przyjmuje się, że około 50% wzrostu plonu wynika ze stosowania nawożenia mineralnego [Czuba 1996, Smil 1999, Górecki 2012].

Zwiększenie zużycia nawozów mineralnych jest uznawane za istotny czynnik wzrostu plonów w okresie tzw. zielonej rewolucji<sup>2</sup>. Norman Borlaug, którego uważa się za jej twórcę, tak podsumował znaczenie nawozów mineralnych w swoim przemówieniu podczas odbierania Nagrody Nobla w 1970 r.: „Jeżeli wysokowydajne odmiany pszenicy karłowatej i ryżu to katalizatory, które rozpały zieloną rewolucję, to nawozy chemiczne stanowią paliwo, które ją napędza” [www.nobelprize.org].

---

<sup>2</sup> Zielona rewolucja to zespół programów rozwoju rolnictwa wdrożonych przez FAO w latach 60. XX wieku, które miały na celu zwiększenie produkcji roślin uprawnych i zlikwidowanie zjawiska głodu na świecie, dzięki nowym, bardziej wydajnym odmianom. W Azji Południowej i Południowo-Wschodniej zastosowano wysokopienne odmiany pszenicy i ryżu, wyhodowane przez Normana Borlauga. W efekcie zielonej rewolucji podwojono plony zbóż, a np. Indie z importera stały się eksporterem żywności. Program jako całość w znacznej mierze zawiódł jednak pokładane w nim nadzieje. Przyczyną tego było m.in. niekontrolowane zwiększenie zużycia nawozów sztucznych i pestycydów oraz intensywna agrotechnika (w tym nawadnianie), prowadzące do pogorszenia warunków środowiskowych, a także niekorzystne zjawiska społeczne i ekonomiczne, m.in. walka o ziemię czy wzrost różnicowania dochodów. Niezamierzoną konsekwencją zielonej rewolucji był również wzrost niedożywienia pod względem mikroelementów, w krajach, które przyjęły systemy zapobiegające dużej skali głodu.

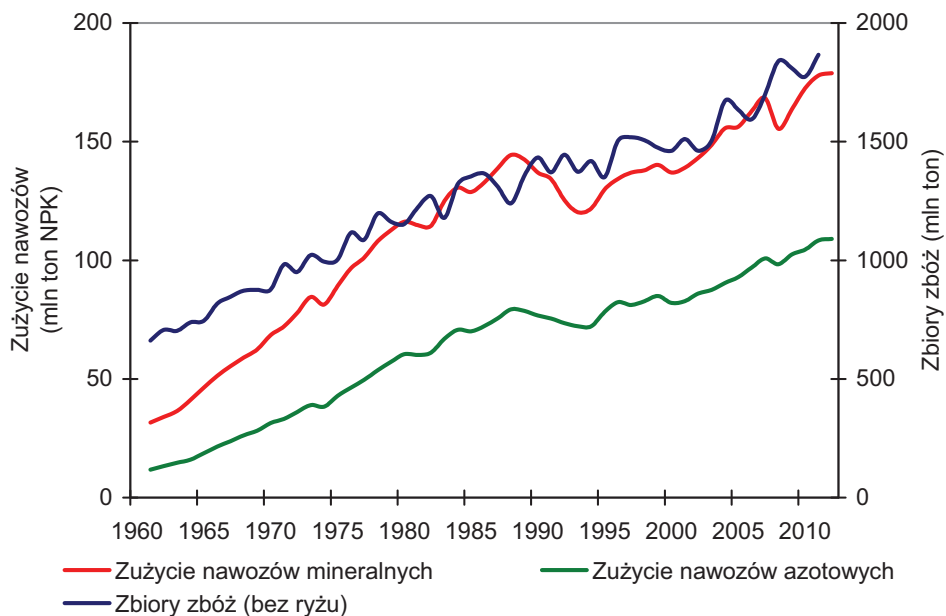
Intensywność nawożenia mineralnego uzależniona jest od wielu czynników, jednak najważniejszym z nich jest opłacalność stosowania nawozów mineralnych, wyrażająca się w relacjach cen nawozów do cen produktów rolnych sprzedawanych przez rolników. Poziom nawożenia determinowany jest ponadto m.in. zasobnością gleb w przyswajalne składniki pokarmowe, warunkami glebowo-klimatycznymi, wymaganiami pokarmowymi poszczególnych roślin uprawnych, rodzajem przedplonu, a także stosowanym systemem gospodarowania (np.: intensywny, ekstensywny, zrównoważony, ekologiczny).

Obecnie w warunkach rolnictwa zrównoważonego wskazuje się na konieczność utrzymania takiego poziomu nawożenia, które pozwoli na uzyskanie opłacalnych plonów, ale nie będzie równocześnie stwarzać zagrożeń dla środowiska naturalnego, co byłoby społecznie nieakceptowalne [Fotyma i in. 2009]. Ponadto, jak podaje Krasowicz [2006], do głównych zadań rolnictwa zrównoważonego należy zapewnienie trwałej żyzności gleby, zrównoważony bilans substancji organicznej oraz składników pokarmowych.

Od początku stosowania nawozów mineralnych, czyli od około 170 lat, ich zużycie w skali globalnej wykazuje wyraźną tendencję rosnącą. Stale rosnące zapotrzebowanie na produkty rolnicze, w warunkach ograniczonej powierzchni przeznaczonej do upraw, stworzyło silną presję na zwiększanie wydajności i wielkości produkcji rolniczej, co było możliwe w znacznym stopniu dzięki intensyfikacji nawożenia mineralnego. Wzrost produkcji rolnej przestał być wiązany ze zwiększaniem powierzchni uprawnej, ale przesunął się w kierunku intensyfikacji rolnictwa.

W ciągu ostatnich 50 lat zużycie nawozów w skali światowej wzrosło blisko 6-krotnie, w tym nawozów azotowych prawie 9-krotnie, co w znacznym stopniu przyczyniło się do blisko 3-krotnego zwiększenia zbiorów i plonów zbóż. Bez nawozów mineralnych światowa produkcja zbóż byłaby prawdopodobnie połowę mniejsza [Erisman i in. 2008]. Nastąpił również wielokrotny wzrost zużycia środków ochrony roślin oraz wody. Szybszy wzrost zużycia nawozów mineralnych niż produkcji zbóż oznacza jednak pogorszenie efektywności, a także niekorzystne skutki środowiskowe. Dominujące podejście było bowiem dotychczas wyłącznie nakierowane na maksymalizację plonów oraz dochodów rolników, bez względu na długoterminowe skutki dla środowiska i zasobów gleby [Tilman i in. 2002, Mulvaney i in. 2009].

**Rysunek 1. Zużycie nawozów mineralnych na świecie i zbiory zbóż**



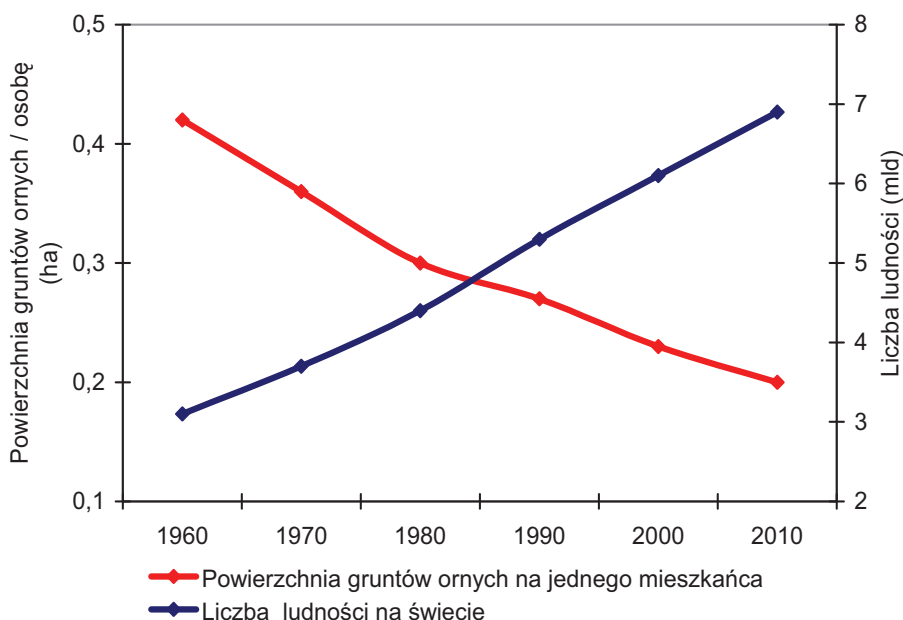
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych FAO i IFA.

Po kilku dekadach sukcesów w pozyskiwaniu coraz to większej ilości żywności z praktycznie niezwiększonej powierzchni gruntów ornych, produkcja rolna, szczególnie w krajach rozwiniętych, powoli osiąga swój limit. Z czasem przyrost plonów pozyskiwanych z nawozów sztucznych znacząco zmalał (Buttel 2003, Tilman i in. 2002). Wielu autorów, m.in. Sobczyński [2014], uważa, że wzrost produkcji żywności w ciągu kilku ostatnich dziesięcioleci osiągnięto dzięki scenariuszom, których nie da się zastosować w przyszłości. Niemniej jednak potencjał do dalszej intensyfikacji rolnictwa, w tym wzrostu zużycia podstawowych środków produkcji, tkwi nadal w wielu krajach rozwijających się. Równocześnie coraz większego znaczenia w ostatnim czasie nabiera intensyfikacja zrównoważona, oznaczająca jednocześnie zwiększanie plonów, wzrost skuteczności wykorzystywania nakładów oraz ograniczanie negatywnych skutków dla środowiska i jakości produkowanej żywności [Beddington 2011].

Popyt na produkty rolnicze jest kreowany przede wszystkim przez dwa czynniki: potrzeby żywnościowe oraz zapotrzebowanie sektorów pozażywnościowych na surowce rolnicze [Zegar 2007, 2012].

Rosnące potrzeby żywnościowe są następstwem przede wszystkim dynamicznego wzrostu liczby ludności w skali globalnej, ale także ze wzrostu dochodów. W ciągu ostatnich 50 lat populacja ludności zwiększyła się z 3 do 7 mld, podczas gdy powierzchnia gruntów ornych wzrosła nieznacznie. W rezultacie powierzchnia gruntów ornych przypadająca na jednego mieszkańca zmalała ponad 2-krotnie.

**Rysunek 2. Powierzchnia gruntów ornych przypadających na jednego mieszkańca na świecie**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych FAO.

W miarę wzrostu zamożności społeczeństwa obserwuje się narastanie popytu na produkty mięsne i mleczne, co zwiększa wielokrotnie zapotrzebowanie na zboża paszowe. Wytworzenie 1 kg mięsa wymaga bowiem zastosowania od 3 do 10 kg zbóż [Tilman i in. 2002]. Dotyczy to w szczególności ludnych krajów rozwijających się, o wysokiej elastyczności dochodowej popytu na żywność, przede wszystkim Chin, Indii, Brazylii i innych krajów z Azji, Afryki i Ameryki Południowej. Wzrost zamożności społeczeństw tych krajów spowodował zwiększenie w ich codziennej diecie udziału produktów zwierzęcych przy jednoczesnym ograniczeniu konsumpcji produktów roślinnych. Efektem strukturalnego przesunięcia na rzecz produktów zwierzęcych było dynamiczne zwiększenie pogłowia zwierząt hodowlanych, co z kolei spotęgowało zapotrzebowanie na zboża paszowe. Konsumpcja mięsa na świecie wzrosła w latach 1961-2011



z średnio 23 do 42 kg/mieszkańca rocznie, w tym największy wzrost spożycia odnotowano w rozwijających się krajach Azji i Ameryki Południowej [Wilk 2008, www.faostat.fao.org]. Nierenberg [2005] zauważa, że w 2005 r. w Chinach zjedzono więcej mięsa niż w 1961 r. na całym świecie.

**Tabela 1. Spożycie mięsa w wybranych krajach rozwijających się**

Kraj	Spożycie mięsa (w kg/mieszkańca/rok)		
	1996 r.	2011 r.	2011 r. (1961 r. =100)
Chiny	3,8	57,5	1513,2
Wietnam	11,1	57,6	518,9
Malezja	13,2	53,3	403,8
Indonezja	3,7	12,9	348,6
Brazylia	27,5	93,0	338,2
Filipiny	12,7	34,4	270,9
Egipt	10,7	28,0	261,7
Meksyk	24,3	61,0	251,0
Iran	14,2	35,4	249,3
Pakistan	7,8	15,5	198,7
Tajlandia	14,8	27,8	187,8
RPA	32,2	59,3	184,2
Nigeria	6,6	9,5	143,9
Indie	3,7	4,2	113,5

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych FAO.*

Rosnące zapotrzebowanie sektorów pozażywnościowych na surowce rolnicze wynika przede wszystkim ze zwiększonego popytu sektora paliwowo-energetycznego, ale także wielu przemysłów niespożywczych [De Janvry 2010, Zegar 2012]. Rośliny stają się ważnym źródłem odnawialnych surowców o wielostronnych zastosowaniach. Rośliny uprawne mogą być wykorzystane np. jako: materiały budowlane, izolacyjne i opakowania, smary i woski, kosmetyki, tekstylia, agrochemikalia, energia i paliwa, barwniki, żywice i spoiwa, farby i pokosty, mydła, detergenty, emulgatory i rozpuszczalniki, plastyki i polimery, produkty farmaceutyczne i dodatki do żywności, w przemyśle papierniczym [Gradziuk, Wojtaszek 2001].

Pozyskiwanie alternatywnych źródeł energii w postaci produkcji biopaliw (pierwszej generacji<sup>3</sup>) nabierało w ostatniej dekadzie coraz większego znacze-

<sup>3</sup> Biopaliwa pierwszej generacji wytwarzane są z produktów rolnych przeznaczonych do tej pory głównie na cele żywnościowe i paszowe (m.in. zboża, trzcina cukrowa i oleje roślinne).

nia, co jest szczególnie istotne w obliczu zmniejszających się zasobów kopalnych oraz rosnących wymogów środowiskowych w zakresie emisji gazów cieplarnianych. Rozwojowi produkcji biopaliw sprzyjały również wysokie ceny tradycyjnych surowców energetycznych. Przykładowo produkcja etanolu z trzciny cukrowej w Brazylii zaczyna być opłacalna przy cenie ropy naftowej na poziomie 35 USD/baryłkę. Z kolei produkcja etanolu z kukurydzy w USA jest opłacalna przy cenie 45-50 USD/ baryłkę, a w UE przy cenie 80 USD/baryłkę [Zegar 2012].

Światowa produkcja biopaliw płynnych dynamicznie wzrasta. W latach 2000-2012 łączna produkcja bioetanolu i biodiesla zwiększyła się blisko 6-krotnie z 18 do 106 mld l. Pomimo silnych tendencji wzrostowych światowa produkcja biopaliw stanowi niewielki odsetek globalnego zużycia paliw płynnych w transporcie. W UE i USA wskaźnik ten wynosi tylko 3-5%. Wysoki jest jedynie w Brazylii, gdzie udział bioetanolu produkowanego z trzciny cukrowej stanowi 40% rynku paliw płynnych. Obecnie około 90% światowej produkcji biopaliw koncentruje się w USA, Brazylii i UE-27. Udział tych krajów w będzie jednak stopniowo malał, ponieważ następuje dynamiczny rozwój produkcji biopaliw w innych krajach, takich jak Chiny, Malesja czy Indonezja [Rosiak i in. 2011, Grochowska i in. 2013].

Dynamiczny wzrost produkcji biopaliw, jaki nastąpił w ostatniej dekadzie, wywołał obawy odnośnie zagrożenia zrównoważonego rozwoju i bezpieczeństwa żywnościowego. Produkcja biopaliw stanowi coraz większą konkurencję dla produkcji żywności. Przyczynia się do ograniczenia powierzchni upraw<sup>4</sup> przeznaczonych do produkcji żywności i pasz dla zwierząt gospodarskich. Ponadto produkcja biopaliw może prowadzić do zwiększonego zużycia środków chemicznych stosowanych w rolnictwie, a także energii, co z kolei zwiększa presję na środowisko naturalne. Rosnąca w ostatniej dekadzie produkcja biopaliw, wykorzystująca głównie zboża i rośliny oleiste, wpłynęła jednak przede wszystkim na istotne zmniejszenie światowej podaży żywności, co skutkowało wzrostem jej cen. Wykreował się nowy rynek zbożowy zorientowany nie na konsumpcję, lecz na przemysł paliwowo-energetyczny. W konsekwencji pogłębił się problem głodu i niedożywienia. Najdotkliwiej dotyka on kraje najbiedniejsze, w których na zaspokojenie podstawowych potrzeb żywnościowych przeznacza się dominujący odsetek dochodów [Wilk 2008]. Amartya Sen, znany indyjski ekonomista, laureat Nagrody Nobla w 1998 r., stwierdził, że rozwój

---

<sup>4</sup> Zwiększenie nieżywnościowego wykorzystania produktów rolniczych, w tym przede wszystkim do produkcji biopaliw, prowadzi do nasilenia konkurencji o ziemię [Kerckow 2007].

produkcji biopaliw doprowadził do tego, że żółdki biednych muszą konkurować z bakami na paliwo [Sen 2008].

Po początkowych nadmiernych oczekiwaniach wobec biopaliw obecnie ujawnia się większy sceptycyzm wobec nich, głównie ze względu na niejednoznaczne efekty środowiskowe (bilans emisji gazów cieplarnianych). Ponadto biopaliwa pierwszej generacji, kreując dodatkowy popyt na surowce rolne, mają niezaprzeczalny wpływ na wzrost ich cen. Szukając równowagi między energetycznymi wyzwaniami przyszłości a zachowaniem bezpieczeństwa żywnościowego, należy dążyć do jak najszybszego przejścia do zaawansowanych biopaliw wyższych generacji, produkowanych z surowców niespożywczych [Chen i Khanna 2013, Grochowska i in. 2013 ].

### **3. Środowiskowe skutki nawożenia mineralnego**

Intensyfikacja rolnictwa poprzez wzrost nakładów na plonotwórcze środki produkcji z jednej strony zwiększa wydajność gleby, z drugiej jednak prowadzi do niepożądanych skutków ubocznych. Nawozy mineralne wykazują najbardziej plonotwórcze działanie i odgrywają kluczową rolę w zapewnieniu bezpieczeństwa żywnościowego. Zarówno wytwarzanie nawozów mineralnych, jak i ich stosowanie w nadmiernych dawkach wpływają jednak niekorzystnie na środowisko. Nawozy mineralne stosowane niewłaściwie negatywnie oddziałują na stan gleby, wody, a także wywołują niekontrolowaną emisję do atmosfery związków azotu. Przy obecnym poziomie upraw roślinnych wymaga się od przemysłu nawozowego dostaw nawozów w ilości około 190 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik rocznie. Całą tę ilość związków chemicznych wytwarzanych w dużych kombinatach, zużywających zarówno dużo surowców, jak i energii, wprowadza się do gleby, co niewątpliwie jest ingerencją w funkcjonowanie ekosystemów.

#### **3.1. Wpływ produkcji nawozów azotowych i nawożenia azotowego na ekosystemy**

Dynamiczny wzrost produkcji nawozów azotowych, jaki obserwowano na przestrzeni ostatnich 100 lat, powoduje, że obecnie do biosfery w formie nawozów azotowych dostają się olbrzymie ilości azotu. Szacuje się, że rocznie do biosfery, głównie poprzez ekosystemy rolnicze, w wyniku przemysłowej syntezy chemicznej dostaje się około 110 mln ton azotu, co przewyższa ilości azotu, jakie są w przyrodzie wiązane na drodze biologicznej. Na przestrzeni tego okresu w technologii wytwarzania nawozów azotowych nastąpił ogromny postęp, istotnie ograniczający szkodliwy wpływ na środowisko naturalne. Dobrym miernikiem obrazującym ten postęp są jednostkowe nakłady energetyczne na produkcję amoniaku, który jest podstawowym półproduktem do dalszego przetwarzania na nawozy azotowe. W początkowej metodzie Birkelanda i Eydego do syntezy 1 tony amoniaku potrzebne było około 400 GJ. W pierwotnej metodzie stosowanej na skalę przemysłową (Habera i Boscha) jednostkowe zużycie wynosiło około 100 GJ, a we współczesnych technologiach, między innymi dzięki zastosowaniu reformingu parowego, uzyskuje się zużycie energii na poziomie około 30 GJ na 1 tonę amoniaku. Dzięki postępowi technologicznemu w produkcji nawozów azotowych, jaki dokonał się na przestrzeni 100 lat, nastąpiło ponad 10-krotne zmniejszenie jednostkowego zużycia energii. Pomimo te-

go, ze względu na olbrzymi wzrost produkcji nawozów azotowych w skali globalnej jako głównego czynnika plonotwórczego, wytwarzanie nawozów azotowych oraz ich stosowanie w rolnictwie stały się dominujące w oddziaływaniu na środowisko naturalne [Czarnomski i in. 2012].

Analizując skutki środowiskowe związane z nawozami azotowymi, można wyodrębnić oddziaływania na poziomie przemysłowych technologii wytwarzania nawozów i na poziomie ich stosowania w rolnictwie. Technologie produkcji nawozów azotowych przyczyniają się do emisji znacznych ilości dwóch gazów cieplarnianych, a mianowicie dwutlenku węgla ( $\text{CO}_2$ ) oraz podtlenku azotu ( $\text{N}_2\text{O}$ ). W procesie produkcji 1 tony amoniaku na drodze syntezy chemicznej do atmosfery emitowane jest około 1,6 tony  $\text{CO}_2$ , natomiast dalszemu przetwarzaniu amoniaku na kwas azotowy towarzyszy emisja około 2-2,5 kg  $\text{N}_2\text{O}$  (na 1 tonę kwasu azotowego). Emisja podtlenku azotu wydaje się mało znacząca, ale należy podkreślić, że równoważnik efektu cieplarnianego tego gazu w stosunku do dwutlenku węgla wynosi aż 300 [Czarnomski i in. 2012]. Ponadto przemysł nawozów azotowych niekorzystnie wpływa na środowisko poprzez inne negatywne efekty, m.in.: zużywanie nieodnawialnych zasobów energetycznych<sup>5</sup>, emisję pyłów, odpady technologiczne i eksploatacyjne (zużyte katalizatory, oleje, opakowania), zrzuty ściekowe jonów ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^+$ ), wodę technologiczną i chłodniczą [Tabak 2011, Górecki 2003].

Nawozy azotowe stosowane w rolnictwie nawet najlepiej aplikowane nie są wykorzystywane przez rośliny w 100%. Najczęściej szacuje się, że średnie wykorzystanie azotu z nawozów azotowych wynosi około 60-70%. Oznacza to, że średnio aż 30-40% azotu wytworzonego przez przemysł i zastosowanego na pola uprawne w formie nawozów ulega nieproduktywnemu rozproszeniu w środowisku przyrodniczym. Ten niewykorzystany przez rośliny uprawne azot może ulatniać się do atmosfery w formie gazowej jako amoniak ( $\text{NH}_3$ ), tlenki azotu ( $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ), azot cząsteczkowy ( $\text{N}_2$ ) lub może ulec wymywaniu w formie jonów  $\text{NO}_3^-$  lub  $\text{NH}_4^+$  do wód podziemnych i powierzchniowych. Efektem rozpraszania azotu z nawozów są niekorzystne następstwa środowiskowe, takie jak: efekt cieplarniany, kwaśne deszcze, niszczenie warstwy ozonowej, eutrofizacja wód powierzchniowych [Czarnomski i in. 2012].

Jak podkreśla Piwowar [2013], w przypadku zbyt wysokiego nawożenia azotowego może dochodzić do nagromadzenia się nadmiernych ilości azota-

---

<sup>5</sup> Szacuje się, że przemysł azotowy zużywa około 1,2% światowych nośników energetycznych i wnosi do globalnego ocieplenia podobny udział [Górecki 2003].

nów w roślinie i w glebie. Forma azotanowa<sup>6</sup> azotu, jeśli nie zostanie pobrana przez roślinę, szybko ulega wymyciu w głąb profilu glebowego i przenika do wód gruntowych. Nadmierne ilości azotanów w wodach pitnych oraz w żywności lub w paszach mogą działać bardzo szkodliwie na zwierzęta i ludzi. Kumulacja azotanów i wytworzonych z nich azotynów w roślinie może prowadzić do powstawania związków rakotwórczych dla człowieka zwanych nitrozoami. Zawartość azotynów we krwi powoduje ponadto redukcję hemoglobiny, co z kolei wpływa na zaburzenia w rozprowadzaniu tlenu w organizmie [Przeździecki 1980].

Nawozy azotowe są istotnym czynnikiem przyczyniającym się do zakwaszenia gleb i tym samym do pogorszenia środowiska wzrostu i rozwoju roślin. Do zakwaszenia gleb przyczyniają się również kwaśne deszcze<sup>7</sup>, powstające w wyniku emisji m.in. tlenków azotu. Zakwaszające działanie nawozów azotowych związane jest z formą występowania azotu w nawozie – silniej zakwaszająco działają nawozy amonowe niż saletrzone (zawierające azot w formie azotanowej). Zakwaszające działanie mocznika wynika z uwalniania jonu amonowego w wyniku hydrolizy. Nawozem najbardziej fizjologicznie zakwaszającym jest siarczan amonu, natomiast nawozem fizjologicznie zasadowym – saletra

---

<sup>6</sup> W nawozach mineralnych azot występuje w formie amonowej, azotanowej i amidowej. Nawozy zawierające azot amonowy (np. siarczan amonu, amoniak bezwodny) cechują się spowolnionym działaniem. Przeznaczone są przede wszystkim do stosowania przedsięwzięgo – wynika to z wiązania azotu amonowego w glebowym kompleksie sorpcyjnym. Stosowanie formy amonowej ogranicza akumulację azotanów w roślinach. Nawozy zawierające azot azotanowy (nawozy saletrzone np. saletra wapniowa) cechują się działaniem szybkim i krótkotrwałym. Przeznaczone są zwłaszcza do nawożenia pogłównego – wprowadzone do gleby jony  $\text{NO}_3^-$  obecne są w roztworze glebowym (nie są wiązane przez fazę stałą gleby), a więc są łatwo dostępne dla roślin, istnieje jednak duże ryzyko wymywania azotu w głąb profilu glebowego. Nawozy amidowe (np. mocznik) charakteryzują się spowolnionym działaniem – wiąże się to z przekształceniem w glebie azotu amidowego w formę amonową, a następnie w formę azotanową. Nawozy amidowe powodują mniejsze zasolenie gleby niż inne formy azotu oraz wpływają na mniejszą akumulację azotanów w roślinach. Nawozy zawierające azot azotanowy i amonowy (np. saletra amonowa, saletrzaki) cechują się szybkim i długotrwałym działaniem, mogą być stosowane przedsięwzię i pogłównie, a więc są nawozami uniwersalnymi. Wiąże się to z obecnością w nawozie zarówno azotu w formie jonów azotanowych bezpośrednio dostępnych dla roślin, jak i azotu amonowego dostępnego w późniejszym okresie czasu [Gorlach i Mazur 2001, Tabak 2011].

<sup>7</sup> Kwaśne deszcze przyczyniają się zakwaszenia gleby i wypłukiwania z niej podstawowych składników pokarmowych, z wapniem i magnezem włącznie. Kwas siarkowy może wejść w reakcję z niektórymi minerałami znajdującymi się w glebie, uwalniając potencjalnie toksyczne stężenia metali, takich jak ołów, arsen i kadm [Hillel 2012].

wapniowa. Szacuje się, że aby zobojętnić 100 kg siarczanu amonu potrzeba 110 kg węglanu wapnia, 100 kg mocznika – 82 kg węglanu wapnia, a 100 kg saletry amonowej – 61 kg węglanu wapnia. Większość roślin uprawnych nie toleruje kwaśnego odczynu gleby i najlepiej rozwija się w glebach o odczynie obojętnym lub lekko kwaśnym. Ponadto kwaśny odczyn gleb zwiększa występowanie w glebie przyswajalnych form metali ciężkich, takich jak m.in. ołów i kadm [Filipek-Mazur 2011a].

Dla większości roślin uprawnych odczyn gleby pokrywa się z wrażliwością na obecność związków glinu, których toksyczność gwałtownie wzrasta przy spadku odczynu gleby poniżej 5,5 pH. Objawy toksyczności glinu najszybciej ujawniają się na korzeniach, których wzrost zostaje zahamowany, a same stają się zgrubiałe, krótkie i często gniją. W glebie o niskim odczynie i dużej aktywności związków glinu rośliny uprawne wytwarzają słaby, płytko rozmieszczony system korzeniowy. Tym samym takie rośliny nie są w stanie pobierać z gleby dostatecznej ilości składników mineralnych i wody. Występowanie objawów toksyczności glinu jest jednocześnie wskazówką natychmiastowej konieczności zastosowania środka zaradczego, jakim jest wapnowanie [Czuba 1996].

### **3.2. Wpływ produkcji nawozów fosforowych i nawożenia fosforowego na środowisko**

Istotnym problemem związanym z produkcją nawozów fosforowych jest powstający z fosforytów w procesie produkcji kwasu fosforowego uciążliwy odpad w postaci uwodnionego siarczanu wapnia, zwany fosfogipsem. Skala produkcji tego odpadu jest znacząca, bowiem na 1 tonę wyprodukowanego z fosforytów kwasu fosforowego powstaje 4-5 ton fosfogipsu [Biskupski i in. 2005]. Odpad fosfogipsowy, oprócz uwodnionego siarczanu wapnia zawiera również szereg zanieczyszczeń, takich jak: związki fluoru, krzemu, magnezu, glinu, chloru, siarki oraz metale ciężkie i radionuklidy, co utrudnia dalsze jego wykorzystanie. Poziom zanieczyszczeń towarzyszących siarczanowi wapnia zawartemu w fosfogipsie zależy głównie od rodzaju surowca fosforowego. Apatyty charakteryzują się dużo niższym poziomem tego rodzaju zanieczyszczeń w porównaniu z fosforytami<sup>8</sup>. Mimo wielu prac badawczych nie opracowano jak dotąd skutecznych metod utylizacji tego odpadu, który zalega na składowiskach

---

<sup>8</sup> Fosfogipsy pochodzące z fosforytów wykazują radioaktywność; uran zawarty w surowcach fosforytowych w wyniku rozpadu promieniotwórczego tworzy pośrednio izotopy radu przechodząc ostatecznie w gazowy radon. Związki radu przechodzą do odpadu fosfogipsowego.

fabrycznych<sup>9</sup>. Składowiska fosfogipsu wymagają ochrony przed uwalnianiem zanieczyszczeń do środowiska naturalnego<sup>10</sup>. Uciążliwe jest także zajmowanie powierzchni ziemi na składowiska odpadów, które również po zamknięciu mogą być wykorzystywane w sposób ograniczony.

Główne zagrożenia środowiskowe wynikające ze stosowania nawozów fosforowych w rolnictwie związane są z rozpraszaniem z nich fosforanów do zbiorników wodnych poprzez spływy powierzchniowe związane z erozją wodną. Fosfor jest pierwiastkiem mało mobilnym w glebie [Sapek 2009], ale jest równocześnie istotnym składnikiem odpowiedzialnym za eutrofizację wód powierzchniowych [Smoroń 2012, Sapek 2002]. Chociaż ładunki fosforu w spływie powierzchniowym nie są ilościowo duże w porównaniu np. z wymywanym azotem, to ze względu na funkcję, jaką ten pierwiastek odgrywa w środowisku w procesie eutrofizacji wód powierzchniowych, jego znaczenie jest kluczowe [Jadczyzyn i in. 2014]. Przykładowo optymalny wzrost alg następuje przy stosunku azotu do fosforu około 7:1. W naturalnych akwenach stosunek stężenia azotu do fosforu wynosi około 10:1, stąd wprowadzenie do wody związków fosforu znacznie ten proces przyspiesza [Górecki 2002]. Rozpraszanie fosforu do wód powierzchniowych jest związane z niskim jego wykorzystaniem z nawozów mineralnych, które w pierwszym roku po zastosowaniu wynosi w granicach 20-30%. Przyjmuje się, że w ciągu kilku lat po zastosowaniu wykorzystanie fosforu przez rośliny dochodzi natomiast do około 60% [Czarnomski i in. 2012].

W wyniku zwiększonego stężenia fosforu oraz azotu w wodach powierzchniowych następuje przyspieszony rozwój fitoplanktonu i roślin nadbrzeżnych. Wiele gatunków fitoplanktonu jest szkodliwych dla ludzi, wywołują one bowiem choroby żołądka, katar, a nawet paraliż. U zwierząt w przypadku silnego zatrucia może nastąpić śmierć na skutek porażenia układu nerwowego.

---

<sup>9</sup> Do 2005 r. instalacje produkujące kwas fosforowy wytworzyły na całym świecie około 5 bln ton odpadu, z czego 70-90% zostało zdeponowane na składowiskach [Hilton 2006]. Wykorzystanie przemysłowe w skali światowej jest niewielkie, pomimo zaproponowania ponad 50 możliwości wykorzystania. Główne kierunki proponowanych zastosowań to: rolnictwo, budownictwo kubaturowe, budownictwo inżynieryjne i budownictwo drogowe, niwelacja wyrobisk górniczych oraz rekultywacja terenów zdegradowanych. W rolnictwie fosfogips jest stosowany w większych ilościach w Hiszpanii, Brazylii oraz w USA. Wykorzystanie to ma charakter lokalny z przeznaczeniem pod specyficzne uprawy np. w USA orzeszki arachidowe, w Brazylii i Hiszpanii ze względu na specyficzne własności gleby [Folek i in. 2012].

<sup>10</sup> Składowiska fosfogipsu negatywnie oddziałują na środowisko m.in. poprzez pylenie, emisję fluoru oraz zanieczyszczenie wód [Nowak i in. 1999].



Objawy choroby obserwuje się już w kilka godzin po wypiciu zakażonej wody. Nadmierny rozwój glonów zuboża wodę w tlen, a roślinność przybrzeżna powoduje zarastanie brzegów i zmniejszanie lustra zbiorników wodnych. Wytwarzana duża masa organiczna ulega rozkładowi, w warunkach beztlenowych pozostaje siarkowodór, amoniak, metan, itp., czyli związki szkodliwe dla ryb i roślin. Wskutek tego dochodzi do wymarcia szlachetnych gatunków ryb, pożytecznego fitoplanktonu i roślinności. Woda staje się mało przydatna do hodowli ryb, celów gospodarczych i rekreacyjnych [Czuba 1996]. Negatywny wpływ rolnictwa na środowisko wodne widać najwyraźniej w „martwej strefie” Zatoki Meksykańskiej, gdzie wysoki poziom azotu i fosforu pochodzących ze źródeł rolniczych spływających do dorzecza Missisipi w istotny sposób przyczynił się do zakwitów wody. W wyniku zwiększonego stężenia składników pokarmowych nastąpiło namnażanie się glonów, które zabierają tlen na powierzchni ponad 1 tys. km<sup>2</sup> wód przybrzeżnych i uniemożliwiają życie organizmom wodnym [Buttel 2003].

Nawozy mineralne są istotnym źródłem metali ciężkich w glebie, m.in.: kadmu, miedzi, ołowiu, niklu, cynku, chromu i rtęci. Metale ciężkie w nawozach występują w postaci zanieczyszczeń lub są celowo wprowadzane jako mikroelementy, np. miedź czy cynk. Nawozy azotowe i potasowe zawierają niewielkie ilości metali ciężkich, nie mają więc istotnego znaczenia jako źródło skażenia gleby [Filipek-Mazur 2011b]. Najwięcej metali ciężkich, w tym głównie kadmu, znajduje się w nawozach zawierających w swoim składzie fosfor. Wynika to z podwyższonej zawartości kadmu w surowcu wykorzystywanym do produkcji tych nawozów. Zawartość kadmu w fosforytach waha się od 5 do ponad 80 mg/kg. Apatyty charakteryzują się z kolei niską zawartością kadmu – poniżej 1 mg [Bednarek i Lipiński 1997, Gorlach i Gambuś 1997]. Źródłem zanieczyszczeń nawozów mineralnych metalami ciężkimi jest również kwas siarkowy, stosowany do rozkładu surowca fosforowego w celu otrzymania kwasu fosforowego, a także kationy metali (niklu i chromu) uwalniane z aparatury w trakcie przebiegu procesu produkcyjnego [Czuba 1996]. Wraz ze wzrostem procentowej zawartości składnika pokarmowego w nawozie fosforowym zmniejsza się ilość metali ciężkich wprowadzanych do gleby. W wyniku tego z superfosfatem pojedynczym wprowadza się ich więcej niż z superfosfatem potrójnym [Gorlach i Gambuś 1997, Domagała-Świątkiewicz 2005].

Rośliny mają możliwość poboru metali poprzez system korzeniowy, a także poprzez części naziemne. Pobierane z plonami metale mogą przemieścić się do układu pokarmowego zwierząt i ludzi, stanowiąc zagrożenie dla zdrowia. Cechą wspólną metali ciężkich jest to, że nawet w stosunkowo niewielkiej ilości

działają toksycznie na rośliny, ludzi i zwierzęta. Mogą być przyczyną zatruc ostrych i przewlekłych. Toksyczne działanie metali ciężkich na organizmy żywe polega przede wszystkim na wywoływaniu zaburzeń w układzie enzymatycznym (blokowanie enzymów), co powoduje zmiany w przebiegu procesów fizjologicznych i biochemicznych, w skrajnych przypadkach prowadzące do obumierania komórek i tkanek. Wpływają także na zmianę przepuszczalności błon komórkowych i ograniczają tempo fotosyntezy [Filipek-Mazur 2011b].

**Tabela 2. Zawartość metali ciężkich w nawozach mineralnych [mg/kg]**

Metal	Nawozy mineralne			
	Azotowe	Fosforowe	Potasowe	Wielokładnikowe
Kadm	0,05-8,5	0,1-170	2,6	2,6-41,6
Chrom	3,2-19	66-600	13	-
Miedź	<1-15	1-300	2,4	4,8-42,7
Rtęć	0,3-2,9	0,01-1,2	-	-
Nikiel	7-34	7-38	16,2	8,9-156,5
Ołów	2-27	7-225	9,7	7,6-107,5
Cynk	1-42	50-1450	31-236	10-450

Źródło: [Kabata-Pendias i Pendias 1999, Gorlach i Mazur 2002].

**Tabela 3. Wrażliwość roślin, zwierząt i ludzi na podwyższony poziom metali ciężkich**

Metal	Roślina	Zwierzę	Człowiek
Kadm	mała	średnia	duża
Miedź	duża	średnia*	mała
Rtęć	mała	średnia	duża
Nikiel	duża	średnia	mała
Ołów	mała	średnia	duża
Cynk	duża	średnia	mała

\* oprócz owiec, u których duża

Źródło: [Gorlach 2001].

Wrażliwość organizmów żywych na podwyższony poziom metali ciężkich jest różna. Jak podaje Gorlach [2001] miedź, nikiel i cynk charakteryzują się dużą toksycznością dla roślin. Dla człowieka szczególnie niebezpieczne są ołów, kadm oraz rtęć. Zwierzęta są bardziej tolerancyjne w odniesieniu do metali ciężkich.

### 3.3. Przyrodnicze skutki stosowania nawozów potasowych

Nawozy mineralne stosowane w dużych ilościach mogą przyczynić się do zagrożenia środowiska w postaci nadmiernej koncentracji soli w roztworze glebowym. Zasolenie polega na gromadzeniu się w glebie rozpuszczalnych w wodzie soli potasu, magnezu, wapnia i sodu w formie chlorków, siarczanów i węglanów. Sole te rozpuszczają się i przemieszczają wraz z wodą. Podczas parowania wody sole pozostają w glebie. Obszarami szczególnie zagrożonymi zasoleniem są gleby sztucznie nawadniane, co wynika ze zwiększonego parowania. Zasolenie jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych procesów degradacji gleb.

Poszczególne nawozy mineralne znacznie różnią się oddziaływaniem na okresowy wzrost stężenia soli w roztworze glebowym. Największy wpływ na zasolenie gleb mają nawozy potasowe oraz niektóre nawozy azotowe, np. saletra amonowa i sodowa [Gorlach, Mazur 2001].

Zasolenie gleby niekorzystnie wpływa na rozwój roślin szczególnie w fazie kiełkowania i wschodów, ponieważ prowadzi do zachwiania pobierania składników pokarmowych, a przez to do niewłaściwego odżywienia roślin. Poza tym nadmierne stężenie soli w podłożu powoduje wystąpienie tzw. suszy fizjologicznej – stanu, w którym rośliny, pomimo obecności wilgoci w glebie, nie są w stanie pobrać wody z podłoża. W skrajnych przypadkach prowadzi to do wędnięcia i zamierania całych upraw.

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

### 4.1. Amoniak

Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) to bezbarwny, dobrze rozpuszczalny w wodzie gaz o specyficznym, ostrym zapachu. W środowisku naturalnym powstaje jako produkt gnicia substancji białkowych. W skali przemysłowej uzyskuje się go bezpośrednio z pierwiastków metodą Habera i Boscha. Amoniak jest podstawowym produktem do wytwarzania nawozów azotowych. Z jego przetworzenia pozyskuje się ponad 97% nawozów azotowych. Pozostałe 3% nawozów azotowych stanowią saletry: chilijska, norweska i indyjska, które występują naturalnie jako minerały, oraz siarczan amonu, który jest produktem ubocznym w procesie wytwarzania kaprolaktamu [Dembowska 2011].

Amoniak na skalę przemysłową jest otrzymywany w wyniku bezpośredniej syntezy azotu i wodoru. Azot pozyskuje się z powietrza atmosferycznego, natomiast wodór może być otrzymywany kilkoma metodami. Najbardziej popularne, najprostsze, a jednocześnie najtańsze jest uzyskanie wodoru z gazu ziemnego w procesie chemicznym. Szacuje się, że ponad 72% amoniaku uzyskuje się w procesie parowego reformingu<sup>11</sup> gazu ziemnego. Około 22% amoniaku produkuje się w procesie zgazowania węgla<sup>12</sup>. Metoda ta jest szczególnie popularna w Chinach, gdzie aż 70-75% amoniaku uzyskuje się przy jej wykorzystaniu. W Państwie Środka aż 90% zakładów produkujących amoniak stanowią małe i średnie instalacje, które do produkcji amoniaku zużywają głównie węgiel, a tylko 10% to duże zakłady bazujące przede wszystkim na gazie ziemnym. Pozostałe 6% światowej produkcji amoniaku wytwarza się ze spalania produktów ropopochodnych. Ta ostatnia metoda otrzymywania amoniaku jest szczególnie rozpowszechniona w Indiach [Tracking...2007].

Wytwarzanie amoniaku w procesie spalania produktów ropopochodnych pochłania o 30% więcej energii niż przy użyciu gazu ziemnego. Produkcja amo-

---

<sup>11</sup> Parowy reforming gazu ziemnego to proces chemiczny polegający na uzyskaniu wodoru z gazu ziemnego przy wykorzystaniu pary wodnej.

<sup>12</sup> Zgazowanie węgla to proces polegający na częściowym spalaniu węgla, w wyniku którego uzyskuje się gaz syntezowy lub opałowy.

niaku wykorzystująca węgiel jest jeszcze bardziej energochłonna, o 70% wyższa niż w oparciu o reforming gazu ziemnego [Best... 2000].

**Tabela 4. Porównanie relatywne kosztów wytwarzania amoniaku**

Proces	Reforming	Półspalanie	
	gaz ziemny	oleje ciężkie (ropopochodne)	węgiel
Zużycie energii	1	1,3	1,7
Nakłady inwestycyjne	1	1,4	2,4
Koszty wytwarzania	1	1,2	1,7

Źródło: [Best... 2000]

**Tabela 5. Szacunkowe zużycie energii w produkcji amoniaku w 2012 r.**

Region	Produkcja		Produkcja z gazu ziemnego	Średnie zużycie energii	Całkowite zużycie energii
	mln t NH <sub>3</sub>	2002 r. =100	%	GJ/t NH <sub>3</sub>	PJ/rok
Europa Zachodnia	11,2	94,2	90*	35,8	401
Europa Środkowa	6,0	136,8	95**	43,5	261
WNP	23,0	130,4	100	39,9	918
Ameryka Północna	15,2	88,8	100	37,9	576
Ameryka Łacińska	9,5	121,2	100	36,0	342
Chiny	53,5	156,4	24***	49,1	2627
Indie	13,0	108,4	80****	37,7	490
Pozostałe kraje Azji	12,5	101,6	100	37,0	463
Bliski Wschód	14,6	194,4	100	36,0	526
Afryka	6,3	134,2	100	36,0	227
Oceania	1,8	184,0	100	36,0	65
Świat	166,0	127,8	72,4	41,3	6856

\* pozostałe 10% amoniaku wytwarzane jest z produktów ropopochodnych;

\*\* pozostałe 5% amoniaku wytwarzane jest z produktów ropopochodnych;

\*\*\* 75% amoniaku produkowane jest z węgla – jednostkowe zużycie energii wynosi 54 GJ/t NH<sub>3</sub>, 24% z gazu ziemnego – jednostkowe zużycie energii wynosi 34 GJ/t NH<sub>3</sub>;

\*\*\*\* 80% amoniaku produkowane jest z gazu ziemnego – jednostkowe zużycie energii wynosi 37 GJ/t NH<sub>3</sub>, pozostałe 20% wytwarzane jest z produktów ropopochodnych – jednostkowe zużycie energii wynosi 45 GJ/t NH<sub>3</sub>.

Źródło: [Energy... 2012, Tracking... 2007].

Według szacunków 81% światowej produkcji amoniaku wykorzystuje się do wytwarzania nawozów mineralnych, 3% stosuje się bezpośrednio jako nawóz (głównie w USA, w Europie na niewielką skalę m.in. w Danii) [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.

### *Produkcja*<sup>13</sup>

Światowa produkcja amoniaku w 2013 r. wyniosła 170 mln ton, tj. o 2% więcej w porównaniu z rokiem poprzednim oraz o 30% więcej niż 10 lat wcześniej. Produkcja amoniaku w 2013 r. wykorzystywała 81% zainstalowanych mocy produkcyjnych, które wynosiły 211 mln ton. Według szacunków światowe zdolności wytwórcze wzrosną do 2018 r. do ponad 245 mln ton.

Amoniak jest produkowany w blisko 70 krajach, jednak tylko w niespełna 30 z nich poziom rocznej produkcji przekracza 1 mln ton. Przeważająca część produkcji jest zlokalizowana w krajach dysponujących największymi na świecie zasobami gazu ziemnego oraz węgla. Największym producentem amoniaku są Chiny, które wytworzyły w 2013 r. blisko 34% światowej produkcji. Udział pozostałych liczących się producentów jest wyraźnie mniejszy i wynosi od 7-9% (Rosja, Indie i USA) do 4% (Indonezja, Kanada, Trynidad i Tobago, Ukraina). Udział Unii Europejskiej w światowej produkcji amoniaku wyniósł w 2013 r. blisko 10%. Największymi producentami w UE są kolejno Niemcy, Holandia i Polska.

Zwiększyła się koncentracja produkcji amoniaku. W ciągu 10 lat udział pięciu największych producentów wzrósł z 56 do 59%. Wśród tej grupy krajów największy wzrost produkcji wystąpił w Chinach, gdzie produkcję zwiększono o 68% oraz w Rosji (o 31%). W Indiach, USA oraz w Indonezji wzrost produkcji był w omawianym okresie stosunkowo niewielki (4-8%).

W ostatnim dziesięcioleciu wyraźnie wzrosło znaczenie krajów Bliskiego Wschodu w światowej produkcji amoniaku. W tym okresie w Omanie produkcję zwiększono blisko 6-krotnie, w Katarze o 155%, w Iranie o 116%, w Arabii Saudyjskiej o 83%, a w Zjednoczonych Emiratach Arabskich o 68%. Dynamicznie rosnąca produkcja w tym regionie wynika z jednej strony z relatywnie

---

<sup>13</sup> Opracowano na podstawie danych statystycznych International Fertilizer Industry Association (IFA) – [www.fertilizer.org/statistics](http://www.fertilizer.org/statistics).

niskich kosztów wytwarzania (dostęp do taniego gazu ziemnego, tania siła robocza), z drugiej natomiast z silnie rosnącego popytu na amoniak wykorzystywany do produkcji nawozów azotowych.

**Tabela 6. Kraje z najwyższą produkcją amoniaku w 2013 r.**

Kraj	Produkcja w 2013 r. (mln ton NH <sub>3</sub> )	Udział w światowej produkcji (%)	Zmiany produkcji 2003 r.=100 (%)
Świat	170,3	100,0	129,8
Chiny	57,2	33,6	160,7
Rosja	14,5	8,5	121,8
Indie	13,1	7,7	107,4
USA	11,1	6,5	107,7
Indonezja	5,4	3,2	103,8
Trynidad i Tobago	5,1	3,0	118,6
Kanada	4,9	2,9	108,9
Ukraina	4,3	2,5	89,6
Arabia Saudyjska	3,9	2,3	183,0
Katar	3,6	2,1	255,1
Niemcy	3,4	2,0	98,4
Egipt	3,3	1,9	148,4
Pakistan	3,3	1,9	113,8
Iran	2,9	1,7	215,9
Holandia	2,8	1,6	127,6
Polska	2,6	1,5	107,7

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

W krajach Unii Europejskiej jest natomiast obserwowana stagnacja produkcji, a w rezultacie malejące znaczenie w światowej produkcji. Udział UE w światowej produkcji amoniaku zmalał w ciągu 10 lat o 3 p.p. do 10%. W tym okresie w Niemczech, Francji, Wielkiej Brytanii i Belgii, czyli w krajach wytwarzających stosunkowo duże ilości amoniaku, nastąpił spadek produkcji, natomiast w Polsce oraz w Rumunii produkcję nieznacznie zwiększono. Stagnacja produkcji amoniaku w UE wynika z zahamowania wzrostu popytu na rynku wspólnotowym, ale także z malejącej konkurencyjności spowodowanej rosnącymi kosztami zużywanego do jego produkcji gazu ziemnego oraz zaostrzenia przepisów związanych z redukcją emisji gazów cieplarnianych.

## *Handel międzynarodowy*<sup>14</sup>

Międzynarodowe obroty handlowe amoniakiem są stosunkowo niewielkie. Amoniak jest transportowany głównie drogą morską. W 2013 r. około 18 mln ton amoniaku było przedmiotem wymiany handlowej. Udział handlu w światowej produkcji wyniósł niespełna 11% i był porównywalny z latami poprzednimi. Niewielki udział obrotów handlowych wynika przede wszystkim z faktu, że najwięksi producenci amoniaku (Chiny, USA i Indie) przeznaczają całość wytworzonego amoniaku na rynek wewnętrzny do dalszego przetwarzania na nawozy azotowe. Ponadto niewielki obrót amoniakiem jest następstwem wysokich kosztów transportu wynikających ze specyfikacji tej substancji, która jest trudna do transportu<sup>15</sup>.

W 2013 r. najwięcej amoniaku wyeksportował Trynidad i Tobago, a jego udział w całkowitych obrotach wyniósł 23%. Kraj ten jest jednym z czołowych producentów, przy czym zapotrzebowanie rynku wewnętrznego, z powodu niedostatecznie rozwiniętego przemysłu nawozowego, jest tam stosunkowo niewielkie. W konsekwencji zdecydowana większość produkcji (ponad 80%) jest przeznaczana na rynki zagraniczne, w tym głównie na chłonny rynek USA. Ważnymi eksporterami są również Rosja oraz Arabia Saudyjska, przy czym Rosja przeznaczą na eksport niespełna 24% wyprodukowanych nawozów, a Arabia Saudyjska – ponad 40%. W latach 2003-2013 wywóz amoniaku z Trynidadu i Tobago oraz z Rosji wzrósł o kilkanaście procent, natomiast z Arabii Saudyjskiej ponad 3-krotnie. Ponadto wyraźny, kilkukrotny wzrost eksportu odnotowano m.in. w Katarze, Iranie oraz Egipcie. Dynamicznie rosnący eksport z krajów Bliskiego Wschodu jest spowodowany wysoką konkurencyjnością, wynikającą zarówno z dostępu do tańszego gazu ziemnego, ale także z nowoczesnej i bardziej efektywnej<sup>16</sup> infrastruktury instalacji wytwórczych.

W imporcie amoniaku największe znaczenie mają USA z 33% udziałem w obrotach ogółem w 2013 r. Ponadto dużymi importerami są również: Indie,

---

<sup>14</sup> Opracowano na podstawie danych IFA.

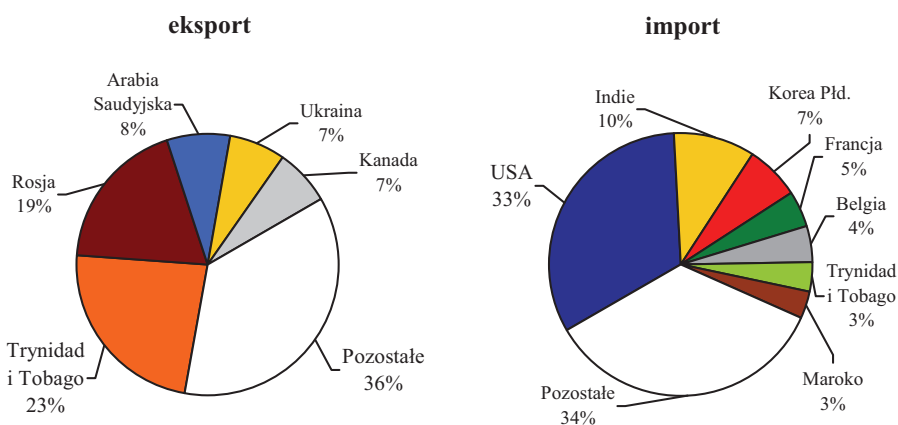
<sup>15</sup> Transport amoniaku podlega przepisom o przewozie materiałów niebezpiecznych. Precyzują je przepisy ADR (Międzynarodowa konwencja dotycząca drogowego przewozu towarów i ładunków niebezpiecznych) i RID (Regulamin dla międzynarodowego przewozu kolejami towarów niebezpiecznych).

<sup>16</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 Północnej jest to 37,9 GJ/t NH<sub>3</sub>, a w krajach WNP 39,9 GJ/t NH<sub>3</sub>, w Europie Środkowej 43,5 GJ/t NH<sub>3</sub>, a w Chinach 49,1 GJ/t NH<sub>3</sub> [Tracking... 2007].



Korea Południowa, Francja, Belgia, Turcja oraz Maroko. Wysoki import amoniaku w tych krajach jest następstwem silnego popytu na nawozy azotowe w warunkach niedostatecznie rozbudowanych instalacji do syntezy amoniaku (co wynika w niektórych przypadkach również z wysokich cen importowanego gazu ziemnego). Ponadto Maroko, posiadające największe na świecie złoża fosforytowe, importuje amoniak w celu wykorzystania go do produkcji nawozów wieloskładnikowych, w tym głównie fosforanu amonu z przeznaczeniem na eksport.

**Rysunek 3. Struktura geograficzna międzynarodowego handlu amoniakiem w 2013 r.**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

## 4.2. Gaz ziemny

Gaz ziemny, czasem nazywany również błękitnym paliwem, jest surowcem kopalnym, które tworzy się przez miliony lat w wyniku beztlenowego rozkładu substancji organicznych w wolnych pokładach wypełniających przestrzeń skorupy ziemskiej. Pokłady gazu ziemnego występują samodzielnie lub towarzyszą złożom ropy naftowej lub węgla kamiennego. Jest wydobywany w taki sam sposób jak ropa naftowa – w złożach występuje pod wysokim ciśnieniem, dlatego też podczas wiercenia sam wydobywa się na powierzchnię ziemi. Transport gazu odbywa się głównie poprzez gazociągi, jednak może on również być transportowany w postaci skroplonej lub sprężonej. Zawartość składników jest zmienna i zależy przede wszystkim od

miejsca wydobycia, jednak głównym składnikiem stanowiącym ponad 90%<sup>17</sup> gazu ziemnego jest zawsze metan (CH<sub>4</sub>).

Gaz ziemny jest używany powszechnie jako paliwo do wytwarzania ciepła i energii, ale jest również niezbędnym surowcem dla przemysłu chemicznego. Gaz ziemny jest jednym z najważniejszych, ale też jednym z najbardziej perspektywicznych surowców energetycznych. W energetyce światowej zauważa się stopniowy, ale wyraźny trend wzrostowy w zakresie udziału gazu ziemnego w rynku energetycznym. W 2013 r. gaz ziemny miał 23,7% udziału w globalnym zużyciu energii po ropie naftowej (32,9%) i węglu (30,1%) [BP... 2014].

Ważnym kryterium użytkowania paliw kopalnych jest emisja dwutlenku węgla, aktywnego gazu cieplarnianego, odpowiedzialnego za efekt globalnego ocieplenia klimatu. W tej kwestii bezwzględna przewagę nad węglem i ropą naftową ma gaz ziemny, przy spalaniu którego powstaje o blisko połowę mniej dwutlenku węgla niż przy spalaniu ropy naftowej, jej produktów oraz węgla. W przemyśle energetycznym, stanowiącym jeden z głównych sektorów konsumujących nośniki energii, przy wygenerowaniu mocy 1 kWh powstaje przy użyciu: węgla kamiennego – 0,33 kg CO<sub>2</sub>, węgla brunatnego – 0,40 kg CO<sub>2</sub>, oleju opałowego – 0,28 kg CO<sub>2</sub>, gazu ziemnego – 0,20 kg CO<sub>2</sub>. Gaz ziemny stał się najbardziej pożądanym nośnikiem energii na świecie, o wysokim stopniu akceptacji społecznej ze względu na najwyższy stopień czystości, łatwość transportu i użytkowania [Rychlicki, Siemek 2008].

Gaz ziemny jest najbardziej wydajnym, najpopularniejszym, a zarazem najtańszym surowcem energetycznym wykorzystywanym w procesie syntezy amoniaku. Koszty gazu ziemnego stanowią od 72 do 85% ogólnych kosztów produkcji amoniaku, a różnice wynikają m.in. z technologii produkcji i związanej z nią efektywności instalacji wytwórczych. Szacuje się, że produkcja amoniaku wykorzystuje 5% całkowitego wydobycia gazu ziemnego na świecie [Huang 2007, Fixen 2009].

Rodzaj i właściwości skał, w których znajduje się gaz ziemny, warunkują możliwości jego wydobycia, przez co złoża dzielimy na konwencjonalne i niekonwencjonalne<sup>18</sup>. Rezerwy<sup>19</sup> gazu ziemnego ze złóż konwencjonalnych w 2012 r.

---

<sup>17</sup> Pozostałe 10% stanowią: butan, etan, propan i inne związki organiczne.

<sup>18</sup> Gaz ziemny ze złóż konwencjonalnych 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

wyniosły 186 bln m<sup>3</sup>. Pomimo ciągłej eksploatacji rezerwy gazu ziemnego systematycznie rosną. W ciągu 10 lat złoża gazu ziemnego możliwe do wydobycia wzrosły o prawie 20%, a w ciągu 30 lat ponad 2-krotnie. Wzrost rezerw to wynik zarówno odkryć nowych złóż, jak i rozwoju technologii umożliwiającej komercyjną eksploatację złóż, które do tej pory nie były brane pod uwagę [BP... 2014].

Największe udokumentowane rezerwy konwencjonalnego gazu ziemnego znajdują się na Bliskim Wschodzie, na który przypada ponad 43% rezerw światowych. Dużymi zasobami gazu ziemnego dysponuje również Rosja (17% światowych rezerw), Turkmenistan (ponad 9%) oraz USA (5%). Usytuowane na terytorium Polski złoża gazu ziemnego stanowią zaledwie 0,1% światowych rezerw. Udokumentowane światowe zasoby gazu ziemnego charakteryzuje stosunkowo duża koncentracja występowania. W 2013 r. udział pięciu krajów posiadających największe rezerwy gazu ziemnego wyniósł blisko 63%. Szacuje się, że przy obecnym poziomie wydobycia udokumentowane rezerwy gazu ziemnego wystarczą na eksploatację przez około 55 lat [BP... 2014].

Od kilkunastu lat dynamicznie rozwija się rynek gazu niekonwencjonalnego. Termin „gaz ziemny ze złóż niekonwencjonalnych” oznacza gaz ziemny znajdujący się w różnych formacjach skalnych, niemożliwy do wydobycia w tradycyjny sposób<sup>20</sup>. W ramach gazu niekonwencjonalnego wyróżnia się kilka rodzajów złóż niekonwencjonalnych. Wśród nich największe znaczenie przypisuje się gazowi łupkowemu<sup>21</sup> (tzw. *shale gas*), pozyskiwanemu z gazonośnych

---

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>19</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.

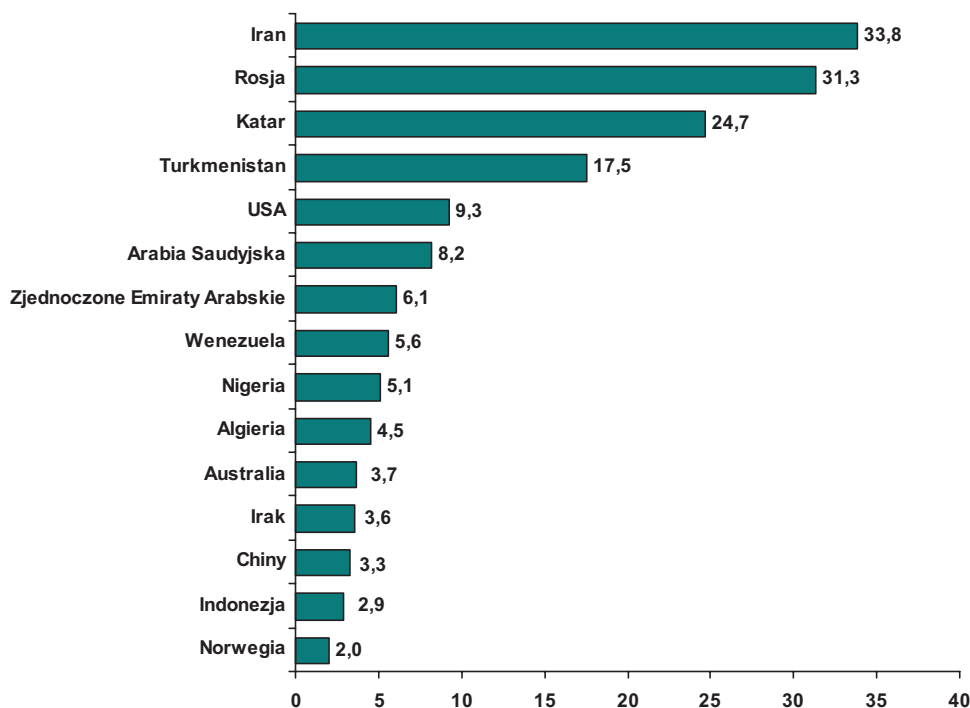
<sup>20</sup> Złoża gazu niekonwencjonalnego położone są na ogół na dużo większych głębokościach niż ma to miejsce w przypadku złóż konwencjonalnych. Z tego też powodu ich eksploatacja jest bardziej kosztowna, znacznie trudniejsza technicznie i wymaga zastosowania zaawansowanych technologii. Wiercenie otworów pionowych, wykorzystywanych w przypadku złóż konwencjonalnych, jest dużo tańsze niż wiercenie otworów kierunkowych z odcinkiem horyzontalnym, które są niezbędne w tym przypadku.

<sup>21</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.

łupków, czyli skał osadowych pokrywających zazwyczaj złoża gazu i ropy. Pozostałe rodzaje gazu niekonwencjonalnego to metan kopalniany zalegający w starych kopalniach węgla kamiennego, tzw. gaz ściśnięty umieszczony w szczelinach skalnych (tzw. *tight gas*) oraz gaz związany w postaci hydratów. Ocenia się, że zasoby gazu ze złóż niekonwencjonalnych wyraźnie przewyższają zasoby konwencjonalne.

Technicznie możliwe do wydobycia zasoby gazu ze złóż łupkowych oceniane są na ponad 220 bln m<sup>3</sup> [Technically... 2013]. Najwięcej gazu w złożach tego typu znajduje się w USA i Chinach. Poza tym najbardziej zasobne struktury znajdują się w Argentynie, Algierii, Kanadzie i Meksyku. W Europie największe złoża gazu łupkowego usytuowane są w Polsce i we Francji.

**Rysunek 4. Światowe rezerwy konwencjonalnego gazu ziemnego w 2013 roku (bln m<sup>3</sup>)**



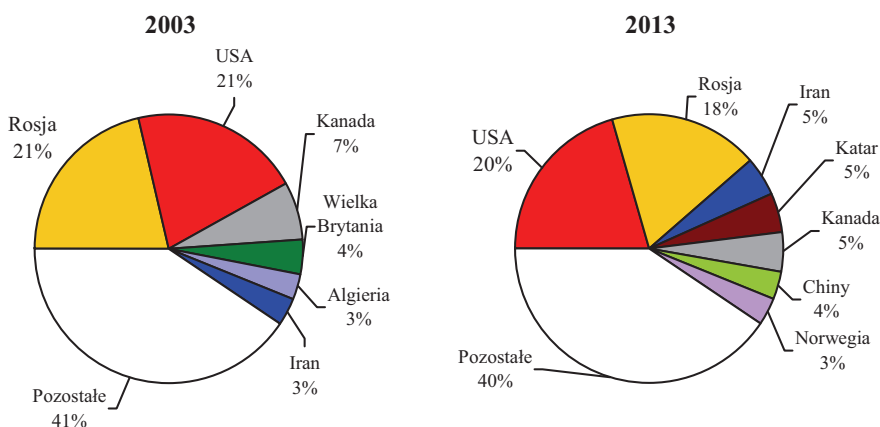
Źródło: [BP... 2014].

## Produkcja

W 2013 r. światowe wydobycie gazu ziemnego wyniosło 3,4 bln m<sup>3</sup>, o 1% więcej niż w poprzednim roku oraz o 29% więcej niż 10 lat wcześniej [BP... 2014]. Produkcja zdominowana jest przez USA oraz Rosję, które mają łącznie blisko 40% udziału w światowym wydobyciu. USA przeznaczają wydobyty gaz ziemny głównie na rynek wewnętrzny, natomiast Rosja – na eksport. Jeszcze kilka lat temu największe wydobycie gazu ziemnego przypadało na Rosję, jednak począwszy od 2009 r. liderem w produkcji gazu ziemnego są USA. Dynamiczny wzrost produkcji w USA w ostatnich latach wynikał przede wszystkim z szybko rosnącego wydobycia gazu ze złóż niekonwencjonalnych, w tym głównie ze złóż łupkowych. Udział gazu łupkowego w całkowitym wydobyciu gazu ziemnego w USA wzrósł z 8% w 2007 r. do blisko 40% w 2013 r. [www.eia.gov].

Dynamiczny wzrost wydobycia gazu ziemnego w USA spowodował wyraźne zmniejszenie importu, co skutkowało m.in. ograniczeniem wydobycia w Kanadzie. W ciągu 10 lat wydobycie w Kanadzie obniżono o 16%, podczas gdy w USA wzrosło ono o ponad 27%. W Rosji w tym okresie wzrost wydobycia był relatywnie niewielki i wyniósł niespełna 8%. Wyraźnie, bo ponad 2-krotnie zwiększono natomiast wydobycie gazu ziemnego w krajach Bliskiego Wschodu, w tym w Katarze aż 5-krotnie. Dynamicznie rosnące wydobycie na Bliskim Wschodzie wynikało przede wszystkim ze zwiększenia eksportu do krajów rozwijających się, głównie do Indii, Korei Południowej oraz Chin.

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



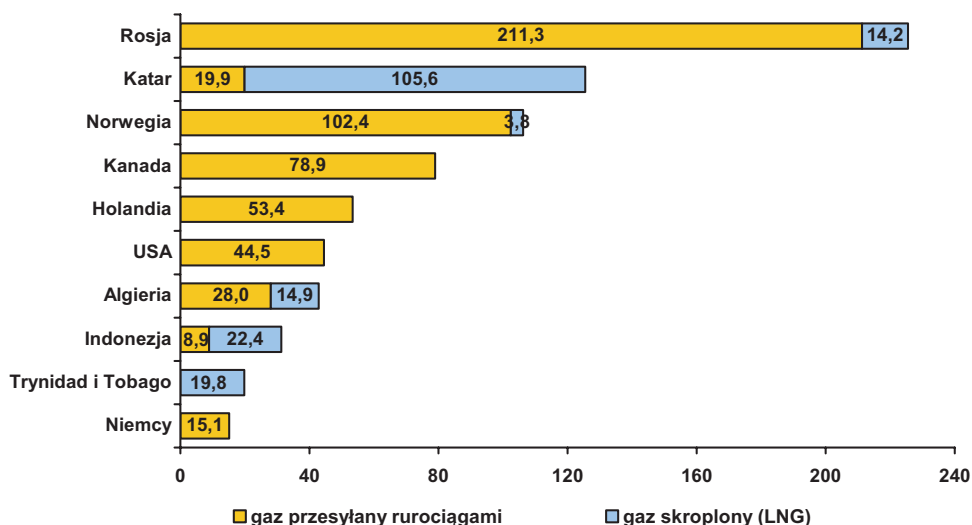
Źródło: [BP... 2014].

## Handel międzynarodowy

W 2013 r. blisko 31% światowej produkcji przekroczyło granice państw w ramach wymiany handlowej. W strukturze towarowej dominuje gaz transportowany za pomocą systemu rurociągów (69%), a pozostałą część (31%) stanowi gaz skroplony LNG, który jest transportowany statkami, tzw. gazowcami. Transport rurociągowy jest tańszy, jednak dystans, na jaki może być tłoczony gaz, jest z reguły ograniczony. Dostawy LNG są ekonomicznie uzasadnione, gdy odległość, na jaki ma być dostarczony gaz, przekracza 5 tys. km. Dla odległości mniejszych bardziej efektywne są dostawy rurociągowo (2 tys. km dla rurociągu podmorskiego) [Sikora 2010]. Eksport gazu w formie LNG jest popularny głównie w krajach azjatyckich oraz Australii, Nigerii oraz w Trynidadzie i Tobago.

Największym eksporterem gazu ziemnego w 2013 r. była Rosja z 22% udziałem w globalnym eksporcie. Kolejnymi ważnymi eksporterami były: Katar – 12% udziału w eksporcie ogółem, Norwegia – 10% i Kanada – 8%. Rosja eksportuje gaz przede wszystkim za pomocą rurociągów, którymi jest transportowane ponad 94% gazu z terytorium Rosji. W Norwegii tą metodą eksportuje się 96% gazu ziemnego, a w Kanadzie – 100%. Natomiast Katar, podobnie jak większość krajów azjatyckich, eksportuje gaz ziemny głównie w postaci skroplonej. Katar jest największym eksporterem gazu skroplonego (około 30% światowego eksportu), natomiast największymi eksporterami gazu ziemnego transportowanego rurociągami są Rosja i Norwegia.

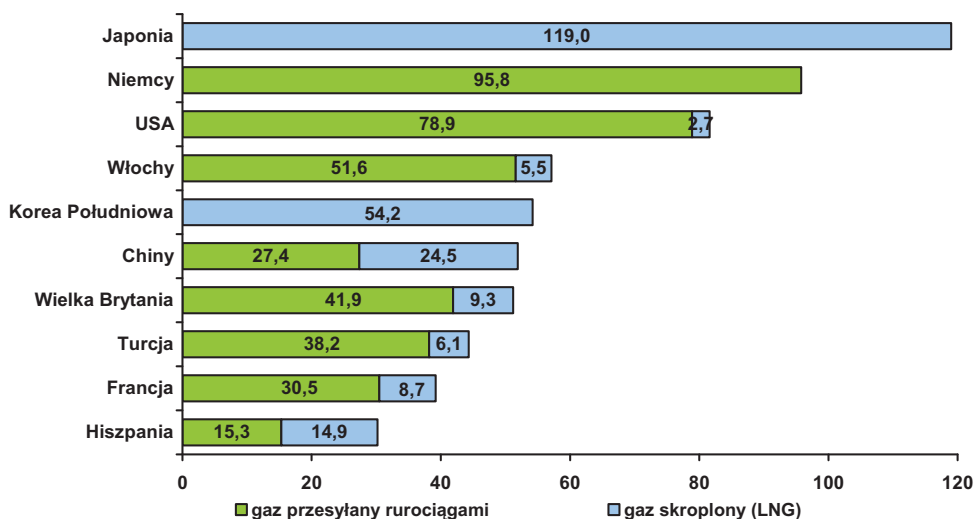
Rysunek 6. Eksport gazu ziemnego w 2013 r. (mld m<sup>3</sup>)



Źródło: [BP... 2014].

Największymi importerami gazu ziemnego są kraje wysoko uprzemysłowane. W 2013 r. najwięcej gazu ziemnego zaimportowała Japonia (12% globalnego importu) oraz Niemcy (9%) i USA (8%). Japonia sprowadza gaz ziemny z zagranicy wyłącznie w postaci skroplonej, natomiast Niemcy oraz USA importują go głównie za pomocą gazociągów. W odróżnieniu od większości krajów europejskich, które transportują gaz głównie rurociągami, w Hiszpanii popularny jest jego transport w postaci skroplonej, który zaopatruje prawie połowę rynku. W 2013 r. największy handel gazem ziemnym transportowanym rurociągami odbywał się pomiędzy Kanadą a USA oraz Rosją a Niemcami. Z kolei w handlu gazem skroplonym największe znaczenie miała wymiana handlowa pomiędzy Katarą a Japonią, Katarą a Koreą Południową oraz Australią a Japonią.

**Rysunek 7. Import gazu ziemnego w 2013 r. (mld m<sup>3</sup>)**



Źródło: [BP... 2014].

### 4.3. Fosforyty

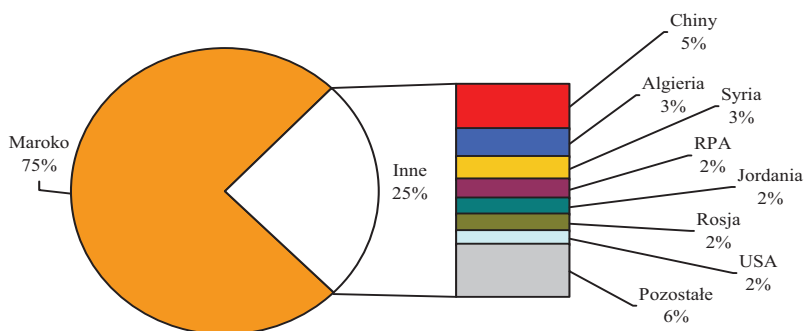
Podstawowym surowcem do produkcji nawozów fosforowych są fosforyty, trudno rozpuszczalne skały osadowe, zazwyczaj apatyty, tworzące złoża w różnych częściach kuli ziemskiej. Fosforyty wydobywa się sposobem górniczym: odkrywkowym lub podziemnym. Są one głównym i jedynym ekonomicznie opłacalnym źródłem fosforu na ziemi. Złoża fosforytów cechują się różnym stopniem koncentracji fosforu (najczęściej jest to 15-40% w przeliczeniu na P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), jednak opłacalne ekonomicznie jest jedynie eksploataowanie złóż o wysokiej koncentracji pierwiastka. Złoża fosforytów, podobnie jak ropa naftowa czy węgiel, są za-

sobami nieodnawialnymi, jednak nie mają, jak ma to miejsce w przypadku surowców energetycznych, swoich substytutów. Wyczerpanie światowych zasobów fosforytów doprowadziłoby więc do ograniczenia produkcji nawozów fosforowych oraz załamania produkcji rolnej i tym samym spowodowałoby globalne zagrożenia dla bezpieczeństwa żywnościowego świata [Korzeniowska, Robaczyk 2011].

Ponad 99% nawozów fosforowych, w tym również nawozów wieloskładnikowych zawierających w swoim składzie fosfor, jest produkowana na bazie fosforytów. Relatywnie niewielkie ilości nawozów fosforowych są otrzymywane z produktów ubocznych przemysłu stalowego (tzw. tomasyny).

Światowe rezerwy fosforytów, których wydobycie jest ekonomicznie opłacalne, szacuje się na poziomie 67 mld ton [www.minerals.usgs.gov]. Natomiast światowe zasoby rud fosforowych definiowanych jako fosforyty o dowolnej jakości, których udostępnienie i wydobycie może nastąpić w określonym czasie szacuje się na około 290 mld t [Van Kauwenbergh 2010]. Stanowisko specjalistów dotyczące czasu eksploatacji fosforytów nie jest jednoznaczne. Wskazują oni, że eksploatacja zasobów będzie prawdopodobnie trwała od 50 do 130 lat w zależności od jakości i wielkości nakładów poniesionych na ich pozyskiwanie [Van Vuuren i in. 2010]. Największe rezerwy fosforytów znajdują się w Afryce Północnej na terenie Maroka, Sahary Zachodniej i Algierii. Stanowią one blisko 80% całkowitych zasobów nadających się do eksploatacji. Ponadto duże rezerwy fosforytów znajdują się na Bliskim Wschodzie (w Jordanii i Syrii) oraz w Chinach, Stanach Zjednoczonych i Rosji.

**Rysunek 8. Światowe rezerwy fosforytów w 2013 r.**



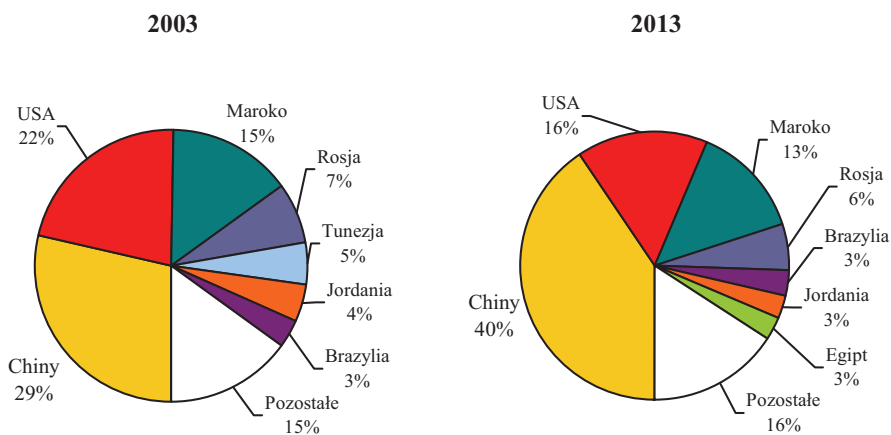
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych United States Geological Service (USGS).



## Produkcja<sup>22</sup>

Światowe wydobycie fosforu w 2013 r. wyniosło 193 mln ton, o 2% mniej niż w roku poprzednim, ale o 23% więcej niż 10 lat wcześniej. Spadek produkcji w 2013 r. w stosunku do roku poprzedniego wynikał z obniżonego wydobycia w krajach eksportujących fosfor (Egipt, Maroko, Jordania, Syria), co było konsekwencją spadku popytu na surowiec na globalnym rynku. W wyniku nierównomiernego rozmieszczenia zasobów surowcowych ich wydobycie jest silnie skoncentrowane. Poszczególne złoża fosforu są eksploatowane z różną intensywnością, co powoduje, że rozmieszczenie zasobów fosforu nie pokrywa się w pełni z intensywnością ich eksploatacji. Najbardziej intensywnie eksploatowane są złoża chińskie, gdzie w 2013 r. było realizowane blisko 40% światowego wydobycia. Obecnie trzy kraje: Chiny, Stany Zjednoczone i Maroko kontrolują blisko 70% światowego wydobycia surowców fosforowych. Tak intensywna eksploatacja zasobów fosforu w tych krajach może doprowadzić do ich lokalnego wyczerpania znacznie wcześniej niż wskazują na to globalne szacunki [Czarnomski i in. 2012]. Udział UE w światowym wydobyciu fosforu jest znikomy – nie przekracza 1%, a jedynym krajem, w którym eksploatuje się złoża fosforowe, jest Finlandia.

**Rysunek 9. Struktura geograficzna wydobycia fosforu**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Na przestrzeni ostatnich lat obserwuje się dużą dynamikę wzrostu wydobycia fosforu w Chinach, co wyraża się zwiększeniem wydobycia w ciągu ostatnich 10 lat o 72%. Jest to spowodowane dynamicznie rosnącym popy-

<sup>22</sup> Na podstawie danych IFA.

tem na nawozy w związku zżywieniem gospodarczym, jakie obserwuje się od kilku lat w Azji. W omawianym okresie wydobycie fosforytów w USA zmniejszono o 14%. Wydobycie fosforytów w USA stale maleje, ponieważ powoli kończą się rezerwy tego surowca. Ponadto wyraźnie zmniejszył się eksport nawozów fosforowych do Chin, które dynamicznie zwiększając wydobycie surowców fosforytowych, niemal całkowicie uniezależniły się od importu nawozów fosforowych. Dodatkowo w USA zaostrzono 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].

**Tabela 7. Wydobycie fosforytów według zawartości fosforu w 2013 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 koncentracja P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)
Ogółem	50,1	104,9	19,0	1,4	17,7	30,5
Chiny	-	77,0	-	-	-	30,0
USA	26,9	2,9	0,8	-	-	28,7
Maroko	3,4	11,9	7,9	0,4	2,1	31,3
Rosja	-	-	-	-	10,7	38,6
Brazylia	-	3,1	2,9	-	-	30,8
Jordania	0,5	1,8	2,4	0,7	-	31,8
Egipt	4,8	0,5	-	-	-	29,8
Peru	-	3,5	-	-	-	30,4
Izrael	-	1,7	1,6	-	-	30,7
Arabia Saudyjska	-	-	3,1	-	-	32,5
Wietnam	2,7	-	-	-	-	28,0
Australia	1,9	-	-	-	-	24,0
RPA	-	-	-	-	1,9	37,0
Meksyk	1,7	0,2	-	-	-	28,1
Kazachstan	1,8	-	-	-	-	21,5
Togo	-	-	-	-	1,2	35,7
Senegal	-	-	0,7	0,4	-	32,6

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Zawartość fosforu (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) w wydobywanych rudach stopniowo się zmniejsza. W 2013 r. wyniosła ona średnio 30,5%, o 0,7 p.p. mniej niż 10 lat wcześniej. Systematyczne pogarszanie się jakości wydobywanego surowca spowodowane jest malejącymi zasobami fosforytów o najwyższej koncentracji

cji 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 2013 r. blisko 39%, oraz w RPA – ponad 37%. Stosunkowo najmniejsza zawartość  $P_2O_5$  występowała z kolei w Kazachstanie – niewiele ponad 21%, oraz w Australii – 24%. W Chinach średnia koncentracja czystego składnika wynosiła 30%, a w Maroku – nieco ponad 31%.

### *Handel międzynarodowy<sup>23</sup>*

Pomimo silnej koncentracji wydobycia fosforytów handel zagraniczny tym surowcem jest stosunkowo niewielki. Od wielu lat wynosi około 30 mln ton<sup>24</sup> rocznie, a w konsekwencji jego udział w rosnącej produkcji systematycznie się zmniejsza. W 2003 r. udział handlu zagranicznego w globalnej produkcji wynosił 19%, a w 2013 r. zmalał do 13%. Malejący udział obrotów handlowych wynika z faktu, że coraz bardziej powszechny i opłacalny staje się przerób fosforytów na kwas fosforowy blisko miejsca ich wydobycia. Ponadto Chiny i USA, które są największymi producentami fosforytów, przeznaczają całość produkcji na potrzeby rodzimego sektora nawozowego. Poza tym rośnie liczba krajów wydobywających fosforyty – w 1992 r. było ich 28, a do 2011 r. ich liczba wzrosła do 37.

Niekwestionowanym liderem w eksporcie fosforytów jest Maroko, które ma ponad 33% udziału w światowych obrotach handlowych tym surowcem. Eksport fosforytów z tego kierunku systematycznie jednak maleje, co wynika z przeznaczania coraz większych ilości surowca na potrzeby rynku wewnętrznego, gdzie jest on wykorzystywany do produkcji gotowych nawozów fosforowych. W ciągu 10 lat Maroko ograniczyło eksport o 22%. Coraz większe znaczenie w eksporcie fosforytów mają inne kraje, takie jak np. Peru i Egipt. Eksport z tych krajów w ciągu dekady zwiększono kilkukrotnie. W konsekwencji udział Peru w światowym eksporcie wzrósł z 0,1 do 12%, a Egiptu z 3 do 9%. Warto podkreślić, że zarówno Peru, jak i Egipt przeznaczają zdecydowaną większość wydobytych fosforytów na eksport, podczas gdy Maroko przeznaczają na rynki zewnętrzne jedynie 34% produkcji. Poza wymienionymi krajami ważnym eksporterem surowców fosforytowych jest również Jordania, a jej udział w globalnym eksporcie w 2013 r. wyniósł ponad 12%. W 2003 r. ważnym eksporterem były również Chiny. Dynamiczny rozwój rodzimego przemysłu nawo-

---

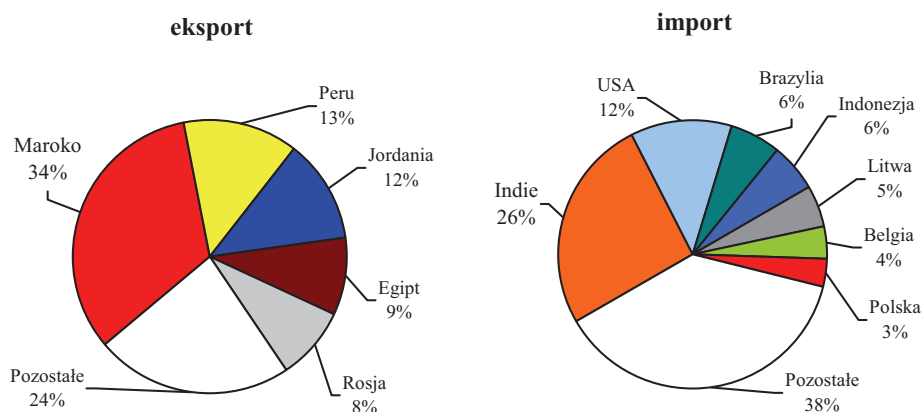
<sup>23</sup> Na podstawie danych IFA.

<sup>24</sup> Wyjątkiem był 2009 r., w którym spadek popytu na surowce do produkcji nawozów mineralnych spowodował zmniejszenie wolumenu obrotów handlowych fosforytami do 20 mln ton.

zowego w tym kraju spowodował jednak, że zaprzestały one niemal zupełnie eksportu fosforytów, a wydobycie jest obecnie w całości przeznaczone na rynek wewnętrzny. W rezultacie udział Chin w globalnym eksporcie zmalał z 12% w 2003 r. do zaledwie 1% w 2013 r.

Nierównomierne rozmieszczenie złóż fosforytowych oraz kontrolowanie eksportu przez kilka krajów z Afryki Północnej i Bliskiego Wschodu powoduje, że struktura geograficzna importu charakteryzuje się silnym rozdrobnieniem. Największym importerem są obecnie Indie, mające blisko 26% udziału w globalnym imporcie. Stosunkowo niewielkie wydobycie fosforytów w tym kraju w warunkach silnego zapotrzebowania na nawozy mineralne powoduje coraz większe uzależnienie od importu surowca. W ciągu dekady import fosforytów do Indii wzrósł prawie 2-krotnie. Dużymi importerami fosforytów są również kraje UE, w tym głównie Litwa, Belgia i Polska, ale także USA, Indonezja i Brazylia. W Brazylii i Indonezji w omawianym okresie import wykazywał tendencję rosnącą, natomiast w USA był stabilny.

**Rysunek 10. Struktura geograficzna handlu zagranicznego fosforytami w 2013 r.**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

W ciągu dekady import fosforytów do krajów UE zmalał o około 50%, co było przede wszystkim konsekwencją zmniejszenia produkcji nawozów fosforowych wynikającą z malejącego popytu w krajach Europy Zachodniej, ale także ze względów środowiskowych. Ważnym problemem związanym z produkcją nawozów fosforowych jest bowiem powstający z fosforytów w procesie produkcji kwasu fosforowego uciążliwy odpad w postaci fosfogipsu. W wielu kra-

jach europejskich zrezygnowano z importu fosforytów na rzecz importu gotowego kwasu fosforowego, a odpad – fosfogips – pozostaje w kraju producenta fosforytów, gdzie warunki lokalne zapewniają zwykle niższe koszty składowania oraz transportu. Udział krajów UE w globalnym imporcie fosforytów zmalał z 33% w 2003 r. do 20% w 2013 r.

#### 4.4. Kwas fosforowy<sup>25</sup>

W surowcach fosforonośnych fosfor występuje w postaci związków nierozpuszczalnych ani w wodzie, ani w słabych kwasach, a przez to jest niedostępny dla roślin. Aby możliwe było wykorzystanie fosforytów jako nawozów mineralnych, konieczne jest przeprowadzenie fosforu w związki chemiczne rozpuszczalne (fosfor przyswajalny). Dokonuje się tego przez poddanie fosforytów działaniu silnych kwasów nieorganicznych (siarkowego lub azotowego). Powstały w ten sposób kwas fosforowy ( $H_3PO_4$ ) jest półproduktem do dalszego przetwarzania na nawozy mineralne, głównie na superfosfaty i fosforan amonu [Czuba 1996].

Kwas fosforowy wykorzystywany jest głównie do produkcji mineralnych nawozów fosforowych (około 80%), detergentów, dodatków do pasz, dodatków do żywności oraz jest wykorzystywany w przemysłowych procesach obróbki powierzchni metali (powłoki antykorozyjne).

##### *Produkcja*

W 2013 r. wyprodukowano na świecie łącznie blisko 43 mln ton kwasu fosforowego w przeliczeniu na czysty składnik ( $P_2O_5$ ). W ciągu roku produkcja wzrosła o blisko 2%, natomiast od 2003 r. – o około 38%. Produkcja kwasu fosforowego w 2013 r. była realizowana przy wykorzystaniu 78% zainstalowanych mocy produkcyjnych, które wynosiły ponad 54 mln ton  $P_2O_5$ . Według szacunków światowe zdolności wytwórcze wzrosną do 2018 r. do ponad 61 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik.

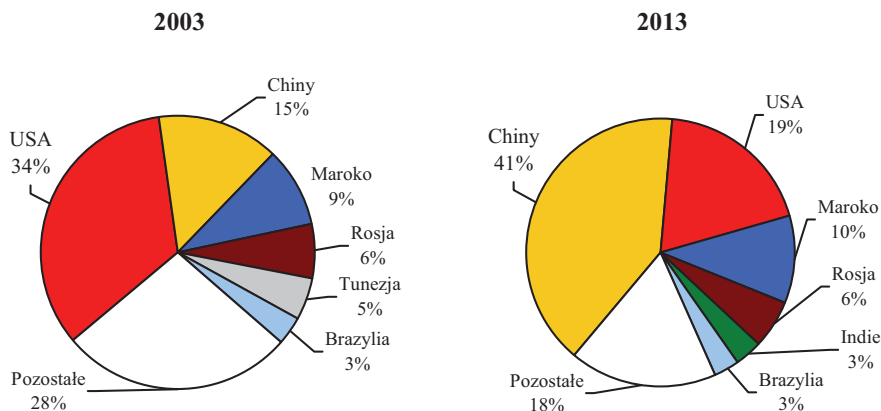
Produkcja kwasu fosforowego skupiona jest w krajach eksploatujących złoża fosforytów. Największymi producentami kwasu fosforowego w 2013 r. były Chiny, a także USA i Maroko. Zmiany geograficznej struktury wydobycia fosforytów pociągnęły za sobą zbliżone trendy w zakresie produkcji kwasu fosforowego. Wyraźnie wzrosło znaczenie Chin, które zwiększyły produkcję w ciągu 10 lat blisko 4-krotnie. W Maroku produkcję kwasu fosforowego

---

<sup>25</sup> Opracowano na podstawie danych IFA.

zwiększono w tym okresie o ponad 50%. Natomiast w USA produkcję kwasu fosforowego ograniczono o ponad 20%, a ich udział w światowej produkcji zmalał z 34% w 2003 r. do 19% w 2013 r.

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



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

W UE najwięksi producenci kwasu fosforowego to Finlandia, Belgia i Polska, jednak całkowity udział UE w globalnej produkcji kwasu fosforowego nie przekracza obecnie 3%<sup>26</sup>. Od 2011 r. kwas fosforowy zaczęła produkować Arabia Saudyjska, która w kolejnych latach sukcesywnie zwiększała produkcję wykorzystywaną w całości do wytwarzania fosforanu amonu. W 2013 r. udział tego kraju w globalnej produkcji kwasu fosforowego wyniósł 2%. Do 2018 r. zdolności produkcyjne kwasu fosforowego w Arabii Saudyjskiej prawdopodobnie zostaną podwojone (do blisko 3 mln ton P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), co przyczyni się do dalszego wzrostu produkcji.

W ciągu ostatniego dziesięciolecia wyraźnie zwiększyła się koncentracja produkcji kwasu fosforowego, a udział pięciu największych producentów wzrósł o 10 p.p. do prawie 80%.

<sup>26</sup> W ciągu 10 lat produkcję kwasu fosforowego w krajach UE ograniczono o około 35%, a liczba instalacji produkujących kwas fosforowy zmalała z kilkudziesięciu do kilkunastu. Względny ochrona środowiska sprawiły, że w produkcji nawozów fosforowych przestawiono się na kwas fosforowy importowany głównie z krajów zlokalizowanych w północnej Afryce.

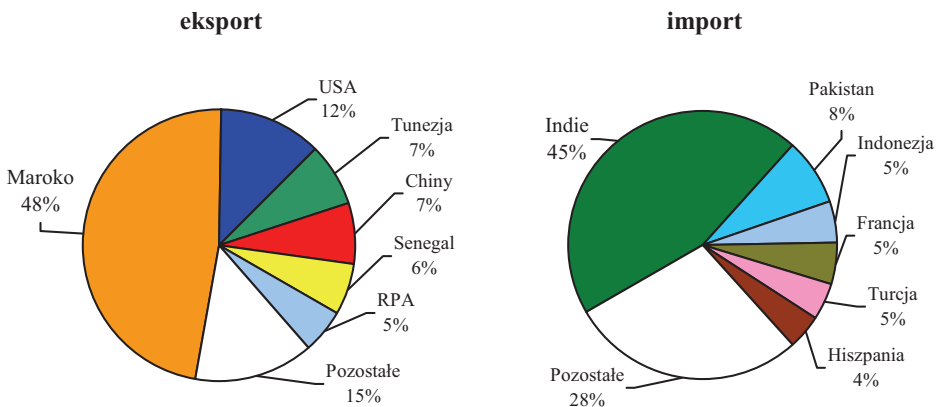
## *Handel międzynarodowy*

Międzynarodowy handel kwasem fosforowym jest relatywnie niewielki, w ostatnich latach ukształtował się na poziomie niewiele wyższym niż 4 mln ton  $P_2O_5$ . W 2013 r. zaledwie 9% światowej produkcji podlegało wymianie handlowej, podczas gdy 10 lat wcześniej odsetek ten wynosił nieco ponad 14%. Spadek obrotów handlowych kwasem fosforowym jest spowodowany faktem, że coraz więcej krajów, które w latach wcześniejszych eksportowały kwas fosforowy, obecnie zużywa go do produkcji gotowych nawozów fosforowych na rodzimym rynku, zwykle w instalacjach towarzyszących instalacjom do produkcji kwasu fosforowego z surowców fosforytowych.

W światowym eksporcie kwasu fosforowego największe znaczenie odgrywają kraje afrykańskie. W 2013 r. ich udział w globalnym eksporcie wyniósł 67%. Największym eksporterem w 2013 r. było Maroko, które realizowało blisko połowę światowych dostaw. Maroko eksportuje kwas fosforowy głównie do Indii, a wielkość obrotów między tymi krajami stanowił w 2013 r. około 24% światowego handlu. W ciągu 10 lat eksport kwasu fosforowego z Maroka, mimo wyraźnego wzrostu produkcji, nie zmienił się. Coraz większy odsetek wyprodukowanego w tym kraju kwasu fosforowego jest bowiem wykorzystywany do produkcji gotowych nawozów, w tym głównie fosforanu amonu oraz superfosfatu potrójnego. Poza Marokiem do ważniejszych eksporterów kwasu fosforowego w skali globalnej należy zaliczyć USA, Chiny i Tunezję, przy czym w Tunezji w ciągu dziesięciolecia odnotowano spadek eksportu, natomiast w USA oraz w Chinach – wyraźny jego wzrost. Podobnie jak w przypadku produkcji również eksport kwasu fosforowego jest silnie skoncentrowany, a udział pięciu największych eksporterów wyniósł w 2013 r. około 80%.

W geograficznej strukturze importu kwasu fosforowego dominują kraje rozwijające się. Największym importerem w 2013 r. były Indie, z ponad 45% udziałem w światowym imporcie. Ważnymi importerami były również: Pakistan, Indonezja, Turcja oraz kraje Europy Zachodniej. Udział UE-15 w globalnym imporcie kwasu fosforowego wyniósł w 2013 r. blisko 20%, a największe ilości były zakupione przez: Francję, Holandię, Hiszpanię oraz Belgię. Hiszpania jeszcze 10 lat temu była największym w UE producentem kwasu fosforowego, jednak malejąca konkurencyjność i spadek popytu na nawozy fosforowe w UE spowodował od 2011 r. całkowite zaprzestanie produkcji. W efekcie tych zmian Hiszpania z eksportera netto stała się importem netto kwasu fosforowego.

**Rysunek 12. Struktura geograficzna handlu międzynarodowego kwasem fosforowym w 2013 r.**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

#### 4.5. Sól potasowa

Spośród stosowanych obecnie nawozowych źródeł podstawowych makroskładników naturalne związki potasu wymagają stosunkowo najmniej przetworzenia<sup>27</sup>. Surowcem wyjściowym do produkcji nawozów potasowych jest sól potasowa, której głównym składnikiem jest chlorek potasu (KCl). 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 – NaCl), powstały w wyniku odparowania wody morskiej, dlatego też stanowią one mieszaninę różnych soli, głównie chlorków i siarczanów potasowych, sodowych, wapniowych i magnezowych. 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 były spełnione, a szybkość parowania wody z laguny przekraczała szybkość dopływu świeżej wody, następował proces wysycenia roztworu i krystalizacji soli.

Złoża potasu powstały miliony lat temu, lecz powstają również obecnie w suchych regionach w różnych częściach kuli ziemskiej. Proces powstawa-

<sup>27</sup> Sól wprowadza się do sprzedaży w postaci krystalicznej lub poddaje się procesowi granulacji lub prasowania. Ten ostatni proces stosowany jest szeroko w Rosji i na Białorusi, stąd też znajdująca się w sprzedaży w Polsce sól potasowa granulowana ma postać połamanych płytek [Czuba 1996].



nia złóż potasu można obserwować przede wszystkim na wybrzeżu Morza Martwego w Izraelu [Czuba 1996, Grzebisz 2004].

Najważniejszym minerałem zawierającym potas jest sylwit, wydobywany ze złóż kopalnych jako sylwinit, który jest mieszaniną sylwitu i halitu. Kolejnym minerałem dominującym w złożach izraelskich jest karnalit, który ma jednak stosunkowo niewielką zawartość potasu. Kainit dominuje w złożach włoskich, a langbainit, czyli siarczan potasowo-magnezowy ma znaczący udział w złożach amerykańskich. Saletra potasowa, popularnie nazywana saletrą chilijską, w ilościach ekonomicznie opłacalnych występuje tylko w Chile. W Niemczech w okolicach Stassfurt występuje wodny siarczan wapnia, magnezu i potasu, zwany polihalitem [Grzebisz 2004].

**Tabela 8. Podstawowe minerały zawierające potas**

Minerał potasowy	Skład chemiczny	Zawartość potasu – K <sub>2</sub> O (%)
Sylwit	KCl	63
Sylwinit	KCl, NaCl	20-30
Karnalit	KCl, MgCl <sub>2</sub> , 6H <sub>2</sub> O	17
Kainit	KCl, MgSO <sub>4</sub> , 3H <sub>2</sub> O	19
Langbainit	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 2MgSO <sub>4</sub>	23
Saletra potasowa	KNO <sub>3</sub>	47
Polihalit	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 2MgSO <sub>4</sub> , 2CaSO <sub>4</sub> , 2H <sub>2</sub> O	16

Źródło: [Grzebisz 2004].

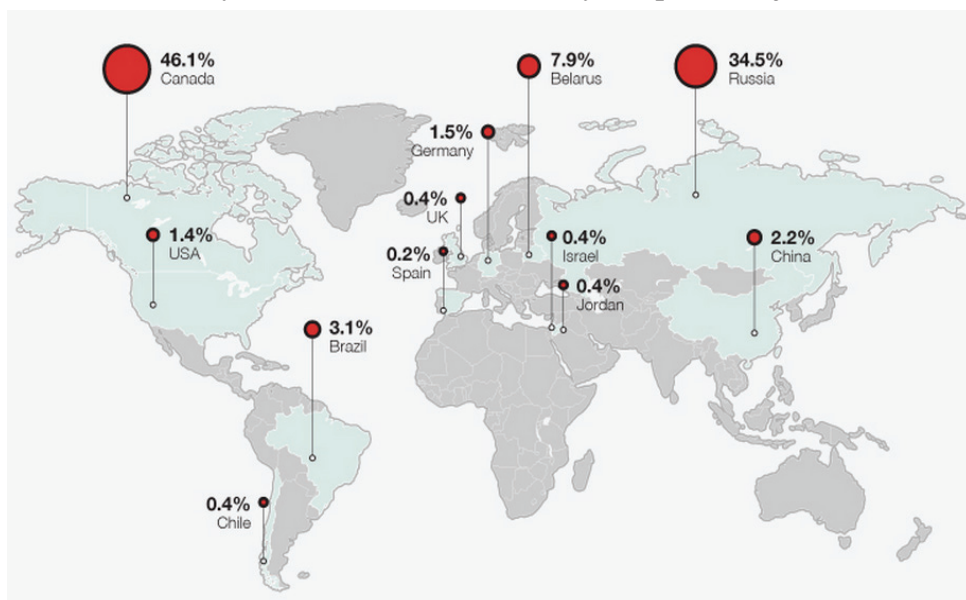
Generalnie wyróżnia się trzy podstawowe technologie eksploatacji złóż soli potasowej: kopalnictwo klasyczne, wypłukiwanie soli ze złóż głębinowych wodą<sup>28</sup> oraz wydobywanie z powierzchniowych osadów lub solanek<sup>29</sup>. W produkcji surowca dominuje jednak klasyczny sposób eksploatacji złóż soli potasowych i opiera się na metodach stosowanych w wydobywaniu węgla kamiennego. [Grzebisz 2004].

Chlorek potasu stosuje się głównie do produkcji nawozów mineralnych, ale znajduje on również liczne zastosowania poza rolnictwem – np. w przemyśle: metalurgicznym, wydobywczym, optycznym, farmaceutycznym i spożywczym.

<sup>28</sup> Metoda popularna głównie w Kanadzie i USA.

<sup>29</sup> Sposób eksploatacji rozpowszechniony w Izraelu i Jordanii.

Rysunek 13. Światowe rezerwy soli potasowej



Źródło: [www.minerals.usgs.gov]

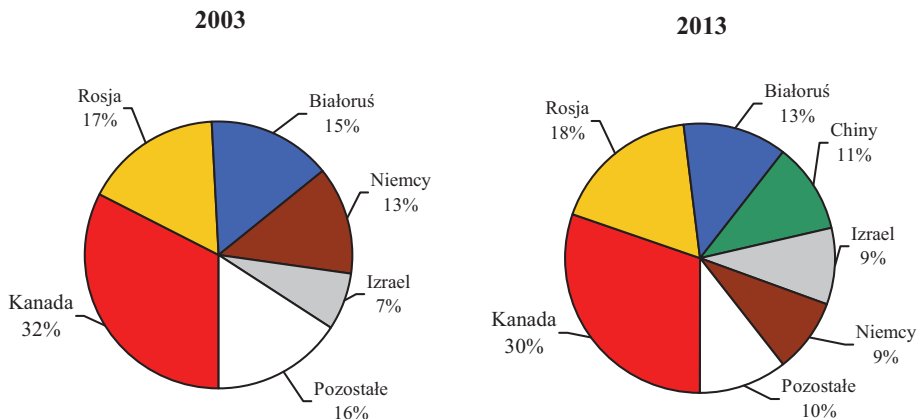
Złoże soli potasowej dostatecznie bogate w potas, a więc o zawartości składnika pozwalającej na opłacalną ekonomicznie eksploatację, szacowano w 2013 r. łącznie na 9,5 mld ton w przeliczeniu na czysty składnik ( $K_2O$ ), natomiast całkowite zasoby nawet na 250 mld ton [www.minerals.usgs.gov]. Złoże soli potasowej występują w różnych regionach świata, jednak ich rozmieszczenie jest bardzo nierównomierne. Największe złoże znajdują się na terytorium Kanady (w prowincji Saskatchewan) oraz w Rosji i na Białorusi, a ich łączny udział w światowych rezerwach sięga 90%. W Unii Europejskiej największe rezerwy soli potasowej usytuowane są na terytorium Niemiec, jednak ich udział stanowi mniej niż 2% rezerw światowych.

### Produkcja<sup>30</sup>

Światowa produkcja soli potasowej w 2013 r. wyniosła ponad 33 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik ( $K_2O$ ) i była o blisko 4% większa niż rok wcześniej, natomiast w ciągu 10 lat zwiększyła się o 19%. Zdolności produkcyjne szacowane na 48 mln ton  $K_2O$  były wykorzystane w niespełną 70%. Do 2018 r. światowe zdolności produkcyjne prawdopodobnie wzrosną do blisko 60 mln ton  $K_2O$ .

<sup>30</sup> Na podstawie danych IFA.

**Rysunek 14. Struktura geograficzna wydobycia soli potasowej w formie chlorku potasu**



*Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.*

Kraje dysponujące największymi złożami soli potasowej są również jej największymi producentami. Wydobycie soli potasowej charakteryzuje się wysoką koncentracją [Hernandes i Torero 2011, Malingreau i in. 2012]. Sól potasowa wydobywana jest zaledwie w kilkunastu krajach, a pięć krajów o najwyższym wydobyciu łącznie ma ponad 80% udziału w światowej produkcji. Największym eksploatatorem soli potasowej w 2013 r. była Kanada z ponad 30% udziałem w globalnym wydobyciu. Wysokiej produkcji w Kanadzie sprzyja dostęp do położonych na jej terytorium największych na świecie złóż soli potasowej, ale także sąsiedztwo z chłonnym rynkiem USA, które są dużym importem surowca. Ważnymi producentami surowca były również: Rosja, Białoruś, Chiny, Izrael oraz Niemcy. Wśród wymienionych krajów największy, bo 6-krotny wzrost wydobycia w ciągu 10 lat odnotowano w Chinach, dzięki czemu zwiększyły one swój udział w światowej produkcji z 2 do prawie 11%. Wyraźny wzrost wydobycia soli potasowej miał również miejsce w Izraelu (o 55%) oraz w Rosji (o 28%), natomiast w Niemczech wydobycie zmniejszono (o 17%). Kilukrotnie wzrosło również wydobycie w Chile, a udział tego kraju w światowym wydobyciu wzrósł z nieco ponad 1% w 2003 r. do 4% w 2013 r.

Udział UE w światowym wydobyciu soli potasowej systematycznie maleje. W 2013 r. wyniósł on 9% wobec prawie 16% w 2003 r. Zmniejszonemu wydobyciu w Niemczech towarzyszyło również całkowite zaprzestanie od 2009 r. eksploatacji złóż potasowych w Hiszpanii oraz w Wielkiej Brytanii. Spadek produkcji surowca w UE wynikał przede wszystkim ze spadku popytu

na nawozy potasowe w Europie Zachodniej. Obecnie w UE jedynie Niemcy eksploatują sól potasową.

### *Handel międzynarodowy<sup>31</sup>*

Rynek soli potasowej charakteryzuje wysoki udział obrotów handlowych, który jest zdecydowanie wyższy niż w przypadku pozostałych surowców do produkcji nawozów mineralnych [Blanco 2011, Malingreau i in. 2012]. Wynika to przede wszystkim z wysokiej koncentracji wydobycia surowca, ale również z faktu, że najwięksi eksploatatorzy (wyłączając Chiny) przeznaczają zdecydowaną większość produkcji na rynki zagraniczne. W 2013 r. obroty handlowe solą potasową wyniosły 25 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik, tj. o 9% więcej niż 10 lat wcześniej. Udział handlu międzynarodowego w światowej produkcji wyniósł ponad 76%, podczas gdy w latach wcześniejszych wskaźnik ten niejednokrotnie przekraczał 80%<sup>32</sup>. Zauważalna jest niewielka tendencja malejącego udziału obrotów międzynarodowych w globalnej produkcji, co wynika z dynamicznie rosnącego wydobycia w Chinach, które przeznaczają całość wydobycia na rodzimy rynek.

Niekwestionowanym liderem w eksporcie soli potasowej jest Kanada, której udział w światowym eksporcie surowca w 2013 r. wyniósł 38%. Ponad 40% kanadyjskiego eksportu surowca trafia na rynek USA<sup>33</sup>. Pozostałe ilości Kanada eksportuje do Ameryki Południowej, w tym głównie do Brazylii oraz do krajów azjatyckich – przede wszystkim do Chin, Indonezji, Indii i Malezji. Poza Kanadą ważnymi eksporterami soli potasowej w 2013 r. były: Rosja, Białoruś, Niemcy oraz Izrael. Rosja, Białoruś i Izrael eksportowały surowiec głównie na rynek azjatycki oraz do Brazylii, natomiast Niemcy ze względów logistycznych sprzedawały go przede wszystkim odbiorcom europejskim. We wszystkich wymienionych krajach eksportujących sól potasową udział eksportu w wydobyciu wyniósł w 2013 r. powyżej 80%, przy czym najwyższe wartości tego wskaźnika odnotowano w Kanadzie (96%) oraz w Niemczech (94%). W ciągu ostatniego dziesięciolecia najbardziej wzrósł wywóz soli potasowej z Izraela i Rosji (o około 30%), natomiast Niemcy i Białoruś zanotowały kilkuprocentowy spadek w tym obszarze.

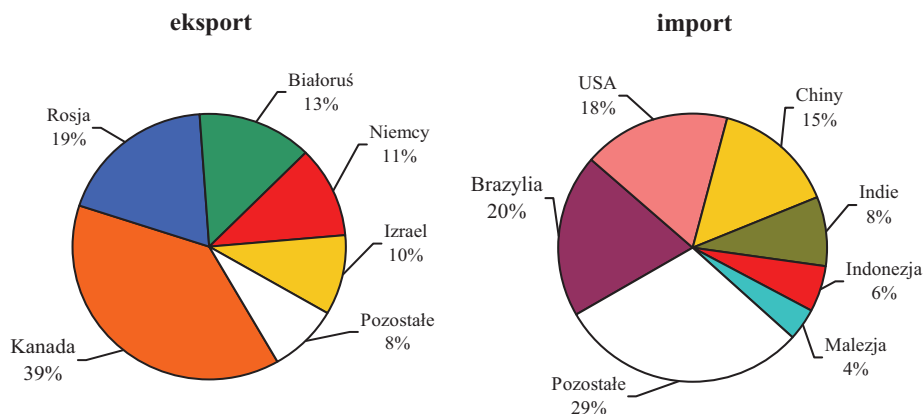
---

<sup>31</sup> Na podstawie danych IFA.

<sup>32</sup> Wyjątkiem był 2009 r., w którym spadek popytu na surowce do produkcji nawozów mineralnych spowodował zmniejszenie wolumenu obrotów handlowych solą potasową do 12 mln ton K<sub>2</sub>O, a w rezultacie zmniejszenie udziału handlu międzynarodowego w globalnej produkcji do 63%, wobec 77% w 2008 r.

<sup>33</sup> Kanada zaopatruje 90% dostaw soli potasowej na rynek USA.

**Rysunek 15. Struktura geograficzna handlu międzynarodowego solą potasową w 2013 r.**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Silna koncentracja wydobycia soli potasowej oraz kontrolowanie eksportu przez kilka krajów realizujących większość światowych dostaw powodują, że liczba importerów surowca jest bardzo wysoka i znacznie przewyższa liczbę eksporterów. Największym importerem soli potasowej w 2013 r. była Brazylia z blisko 20% udziałem w światowym imporcie, a także USA (18%) i Chiny (15%). Kraje UE realizowały łącznie około 13% światowego importu, a największymi odbiorcami były: Belgia, Polska, Francja i Norwegia. W ciągu 10 lat największy, bo ponad 2-krotny wzrost importu zanotowała Indonezja. W Brazylii i Indiach przywóz zwiększono odpowiednio o 33 i 24%, natomiast w krajach UE import ograniczono o 15%, a największy, ponad 60% spadek zanotowała Francja.

## 5. Produkcja nawozów mineralnych<sup>34</sup>

Światowa produkcja gotowych nawozów mineralnych w latach 2003-2012 wykazywała tendencję rosnącą. Analizowany okres podzielić można na trzy podokresy. Pierwszy z nich, obejmujący lata 2003-2007, to okres systematycznie rosnącej produkcji będącej następstwem dynamicznie rosnącego popytu, w szczególności w krajach rozwijających się. W latach 2008-2009 nastąpił wyraźny spadek produkcji z powodu obniżenia popytu na nawozy mineralne pod wpływem wysokich ich cen i spadku opłacalności nawożenia w warunkach pogłębiającego się kryzysu gospodarczego. Spadek popytu na nawozy skutkował wyraźnym obniżeniem cen, a to z kolei zwiększyło popyt w kolejnych latach. W latach 2010-2012 globalna produkcja znowu zaczęła rosnąć, przy czym dynamika wzrostu w 2012 r. była wyraźnie niższa w porównaniu z latami 2010-2011, kiedy odbudowywano produkcję po głębokich jej spadkach w latach 2008-2009.

W 2012 r. światowa produkcja gotowych nawozów mineralnych wyniosła blisko 192 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik i była o niespełna 1% większa niż rok wcześniej. Był to jednocześnie najwyższy notowany dotychczas poziom produkcji nawozów mineralnych. Od 2003 r. światowa produkcja nawozów mineralnych wzrosła o blisko 26%. Ocenia się, że w 2013 r. produkcja wyniosła około 195 mln ton NPK i była prawie 2% wyższa niż w 2012 r.

W latach 2003-2012 nastąpiły istotne zmiany geograficznej struktury produkcji nawozów mineralnych. W tym okresie wzrosło bowiem znaczenie krajów rozwijających się<sup>35</sup>, a zmalało krajów rozwiniętych gospodarczo<sup>36</sup>.

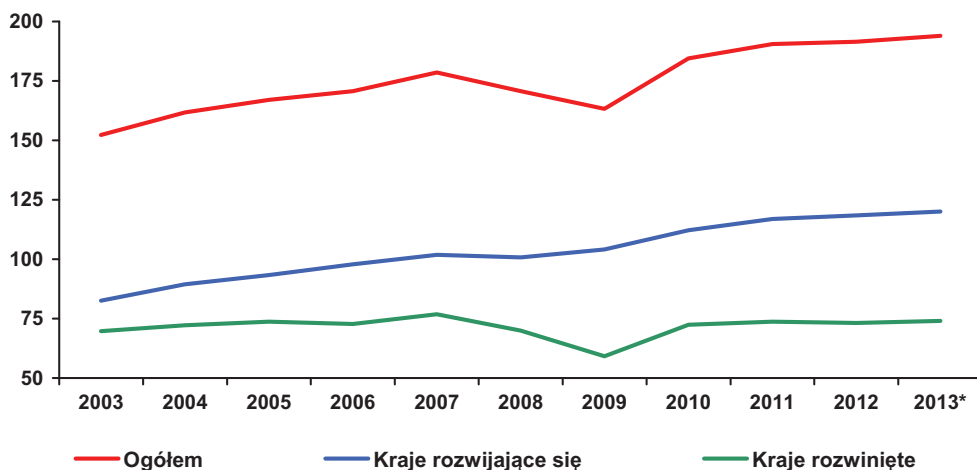
---

<sup>34</sup> Opracowano na podstawie danych IFA.

<sup>35</sup> Do krajów rozwijających się zaliczono kraje, w których PKB/mieszkańca nie przekracza 12 745 USD. Obecnie na tej liście jest 139 państw. W obliczeniach uwzględniono następujące kraje rozwijające się, które w latach 2003-2012 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, Maleszja, Mauritius, Meksyk, Maroko, Birma, Pakistan, Peru, Rumunia, Senegal, Serbia, RPA, Sri Lanka, Syria, Tajwan, Tadżykistan, Tajlandia, Tunezja, Turcja, Turkmenistan, Ukraina, Uzbekistan, Wenezuela, Wietnam, Zimbabwe.

<sup>36</sup> Do krajów rozwiniętych gospodarczo zaliczono zgodnie z klasyfikacją Banku Światowego kraje osiągające PKB/mieszkańca co najmniej 12 746 USD. Obecnie na tej liście jest 75 krajów. W obliczeniach uwzględniono następujące kraje rozwinięte, które w latach 2003-2012 produkowały jakiegokolwiek nawozy mineralne: Arabia Saudyjska, Australia, Austria, Belgia, Chile, Kanada, Chorwacja, Czechy, Dania, Estonia, Finlandia, Francja, Niemcy, Grecja, Izrael,

**Rysunek 16. Produkcja nawozów mineralnych w krajach rozwijających się i rozwiniętych (mln ton NPK)**



\* szacunek IERiGŻ-PIB

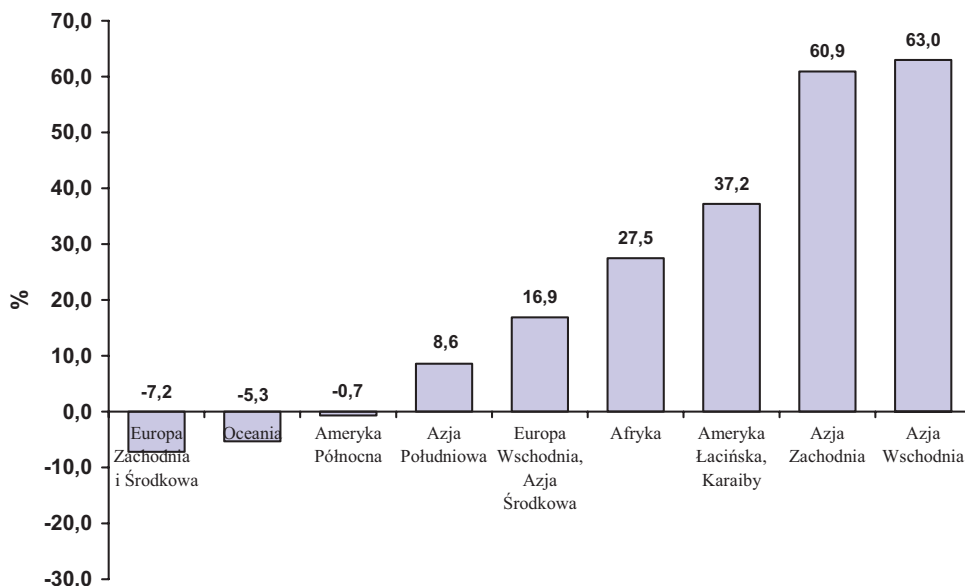
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

W 2003 r. udział krajów rozwiniętych gospodarczo w produkcji nawozów mineralnych wynosił 46%, a krajów rozwijających się – 54%. W kolejnych latach produkcję zaczęto koncentrować w rejonach dysponujących dużymi zasobami surowcowymi oraz relatywnie tanią siłą roboczą, głównie w krajach Azji Południowej i Wschodniej oraz Ameryki Łacińskiej, gdzie zapotrzebowanie na nawozy zwiększało się nieporównanie szybciej niż w innych rejonach świata. Równocześnie ograniczano produkcję nawozów mineralnych w wielu krajach rozwiniętych gospodarczo, gdzie popyt na nawozy mineralne nie miał podstaw do dalszego wzrostu. Ponadto przenoszenie produkcji w rejony 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. Niektóre kraje rozwijające się, które dotychczas importowały ogromne ilości nawozów mineralnych na skutek dynamicznego rozwoju własnego potencjału produkcyjnego wyraźnie ograniczyły import. Pod wpływem tych zmian produkcja nawozów mineralnych w krajach rozwijających się zwiększyła się o 43%, a w rozwiniętych zaledwie o 5%. W konsekwencji udział w światowej produkcji nawozów mineralnych krajów rozwiniętych gospodarczo zmalał do 38%, a rozwijających się wzrósł do 62%.

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.

Zmiany w produkcji nawozów mineralnych między poszczególnymi regionami świata w latach 2003-2012 były bardzo zróżnicowane. Najbardziej zwiększono produkcję w Azji Wschodniej<sup>37</sup> (o 63%) oraz w Azji Zachodniej<sup>38</sup> (o 61%). Regionem, który odnotował spadek produkcji nawozów mineralnych (o 7%) w tym okresie, była Europa Zachodnia i Środkowa<sup>39</sup>.

**Rysunek 17. Regionalne zmiany produkcji nawozów mineralnych w latach 2003-2012 (%)**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Największa produkcja nawozów mineralnych przypadała w 2012 r. na region Azji Wschodniej, który miał 35% udział w światowej produkcji nawozów mineralnych wobec 27% w 2003 r. W krajach Ameryki Północnej<sup>40</sup> wyprodukowano łącznie 15% globalnej produkcji nawozów, w Europie Wschodniej

<sup>37</sup> Największymi producentami nawozów mineralnych w Azji Wschodniej w 2012 r. były: Chiny, Indonezja, Wietnam, Malezja, Japonia i Korea Południowa.

<sup>38</sup> Największymi producentami nawozów mineralnych w Azji Zachodniej w 2012 r. były: Izrael, Arabia Saudyjska, Iran, Katar, Jordania i Oman.

<sup>39</sup> Największymi producentami nawozów w Europie Środkowej i Zachodniej w 2012 r. były: Niemcy, Polska, Hiszpania, Holandia, Belgia, Rumunia, Norwegia i Wielka Brytania.

<sup>40</sup> USA i Kanada.



i Azji Środkowej<sup>41</sup> – 14%, w Azji Południowej<sup>42</sup> – 10%, w Europie Zachodniej i Środkowej – 9%, w Azji Zachodniej – 8%, a w Afryce<sup>43</sup> i Ameryce Łacińskiej<sup>44</sup> – po 4%.

Sektor nawozów mineralnych charakteryzuje wysoki stopień koncentracji produkcji [Ott 2012, Blanco 2011, Hernandes i Torero 2011]. W latach 2003-2012 zwiększyła się koncentracja produkcji, a udział pięciu krajów będących największymi producentami wzrósł z 61 do 63%. Największym producentem nawozów mineralnych są Chiny z 31% udziałem w produkcji globalnej. Państwo Środka jest niekwestionowanym liderem w produkcji nawozów mineralnych nieprzerwanie od 1992 r., a w 2012 r. wytworzyło prawie 4-krotnie więcej nawozów mineralnych niż USA, które są drugim po Chinach producentem nawozów na świecie. Ważnymi producentami nawozów mineralnych są obecnie również Indie i Rosja (po około 9% udziału w globalnej produkcji) oraz Kanada (7%). W Unii Europejskiej najwięcej nawozów mineralnych produkuje się w Niemczech i w Polsce, jednak łączny udział tych krajów w produkcji światowej nie przekracza 3%.

Największy wzrost produkcji nawozów mineralnych w latach 2003-2012 wśród największych producentów odnotowały Chiny, które zwiększyły produkcję o prawie 70%. Dynamiczny rozwój potencjału produkcyjnego w Chinach w tym okresie wynikał przede wszystkim z szybko rosnącego zapotrzebowania na nawozy mineralne. W ten sposób Chiny chciały się całkowicie uniezależnić od importu i stać się samowystarczalne w produkcji nawozów mineralnych. W mniejszym stopniu zwiększono produkcję w Indiach i w Rosji – odpowiednio o 13 i 11%, natomiast w USA i Kanadzie produkcja zmalała o 1%.

---

<sup>41</sup> Największymi producentami nawozów mineralnych w Europie Wschodniej i Azji Środkowej w 2012 r. były: Rosja, Białoruś, Ukraina, Litwa i Uzbekistan.

<sup>42</sup> Największymi producentami nawozów mineralnych w Azji Południowej w 2012 r. były: Indie, Pakistan i Bangladesz.

<sup>43</sup> Największymi producentami nawozów mineralnych w Afryce w 2012 r. były: Maroko, Egipt, Tunezja i RPA.

<sup>44</sup> Największymi producentami nawozów mineralnych w Ameryce Łacińskiej (łącznie z Karaibami) w 2012 r. były: Brazylia, Chile, Meksyk, Wenezuela, Argentyna oraz Trynidad i Tobago.

**Tabela 9. Kraje z najwyższą produkcją nawozów mineralnych w 2012 r.**

<b>Kraj</b>	<b>Produkcja (mln ton NPK)</b>	<b>Udział w światowej produkcji (%)</b>	<b>Zmiany produkcji 2003 r.=100 (%)</b>
Świat	191,5	100,0	125,8
Chiny	59,5	31,0	169,7
USA	16,1	8,4	99,3
Indie	16,1	8,4	113,2
Rosja	14,8	7,7	110,7
Kanada	13,5	7,1	99,2
Białoruś	5,8	3,0	120,8
Niemcy	4,4	2,3	89,3
Indonezja	4,2	2,2	144,0
Brazylia	3,3	1,7	113,6
Ukraina	3,1	1,6	128,7
Maroko	3,1	1,6	207,7
Egipt	2,9	1,5	163,6
Izrael	2,8	1,5	118,0
Arabia Saudyjska	2,7	1,4	192,2
Polska	2,7	1,4	110,5
Pakistan	2,6	1,4	110,8
Iran	2,2	1,1	208,9
Katar	2,1	1,1	255,9

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

Struktura asortymentowa produkowanych na świecie nawozów mineralnych od wielu lat pozostaje praktycznie niezmienna. Dominującą rolę odgrywają nawozy azotowe, a następnie fosforowe i potasowe. W latach 2003-2012 udział nawozów azotowych w globalnej produkcji wyniósł średnio 59%, fosforowych – 23%, a potasowych – 18%. W poszczególnych latach analizowanego okresu struktura produkowanych nawozów była zbliżona do średniej wieloletniej. Wyjątkowo w 2009 r. struktura asortymentowa produkowanych nawozów była nieco inna, głównie przez zmniejszoną produkcję nawozów potasowych. Udział nawozów azotowych stanowił wówczas 64%, fosforowych 23%, a potasowych zaledwie 13%. Wyraźne zmniejszenie produkcji nawozów potasowych wynikało wówczas ze spadku popytu na tę grupę nawozów w warunkach zmniejszenia opłacalności stosowania nawozów (wysokie ceny nawozów, spadek cen zbóż) w okresie pogłębiającego się kryzysu gospodarczego. Rolnicy częściej rezygnowali bowiem z nawożenia potasowego, niż z azotowego, gdyż nawożenie potasowe w relatywnie mniejszym stopniu wpływa na wielkość uzyskiwanych

plonów. W latach 2003-2012 najbardziej, bo o 29%, wzrosła produkcja nawozów fosforowych, natomiast nawozów azotowych i potasowych wytworzono odpowiednio o 27 i 17% więcej.

**Tabela 10. Światowa produkcja podstawowych grup asortymentowych nawozów mineralnych (mln ton NPK)**

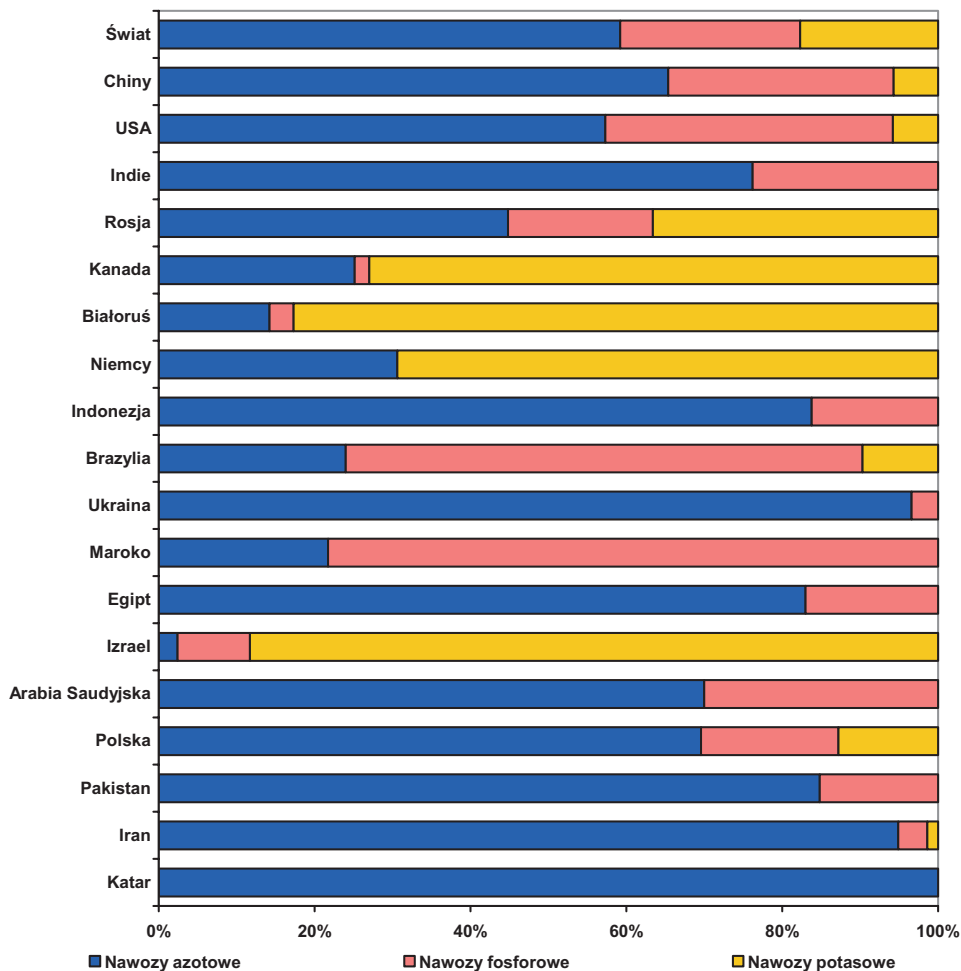
Wyszczególnienie	2003	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013*
Nawozy azotowe (N)	89,1	97,2	104,3	101,2	105,6	108,1	110,9	113,4	115,0
Nawozy fosforowe (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	34,3	36,5	40,2	36,4	38,0	42,7	44,6	44,2	45,0
Nawozy potasowe (K <sub>2</sub> O)	28,8	33,3	34,0	33,1	19,8	33,7	35,1	33,8	34,0
Nawozy mineralne ogółem	152,2	167,0	178,6	170,7	163,3	184,5	190,6	191,5	194,0

\* szacunek IERiGŻ-PIB

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Zróżnicowana dostępność do podstawowych surowców wykorzystywanych do produkcji nawozów mineralnych (w szczególności fosforytów i soli potasowej) powoduje, że różnice w strukturze asortymentowej wytwarzanych przez poszczególne kraje nawozów są bardzo wyraźne. We wszystkich krajach, w których produkcja nawozów mineralnych ogółem stanowiła co najmniej 1% produkcji światowej, wytwarzano nawozy azotowe, ale już nie wszystkie z nich produkowały nawozy fosforowe lub potasowe, ewentualnie wytwarzały znikome ich ilości. Analizując strukturę produkowanych nawozów mineralnych w poszczególnych krajach zauważyć można, że pewna grupa krajów produkuje wszystkie trzy podstawowe grupy nawozów mineralnych (z przewagą nawozów azotowych), a część krajów jest nastawiona na produkcję określonej grupy nawozów i jest uzależniona od importu innych grup nawozów. Przykładowo w krajach takich jak: Katar, Indonezja, Egipt, Pakistan, Ukraina, Iran i Arabia Saudyjska produkcja nawozów azotowych stanowi ponad 80% wytworzonych nawozów, co w większości przypadków wynika z dostępu do relatywnie taniego gazu ziemnego. Z kolei w Kanadzie, Białorusi, Niemczech i Izraelu ponad 70% wytworzonych nawozów mineralnych stanowią nawozy potasowe, co jest związane z posiadaniem przez te kraje jednych z największych na świecie złóż surowców potasonośnych.

**Rysunek 18. Struktura asortymentowa produkowanych nawozów w wybranych krajach w 2012 r.**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA i GUS.

## 5.1. Produkcja nawozów azotowych

Światowa produkcja nawozów azotowych w latach 2003-2012 wykazywała tendencję rosnącą. W 2012 r. wyniosła ona 113 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik (N) i była o ponad 27% większa niż w 2003 r. Nawozy azotowe wytwarza się przede wszystkim w krajach rozwijających, a ich udział w światowej produkcji systematycznie się zwiększa. W 2012 r. kraje rozwijające się odpowiadały za 68% światowej produkcji, wobec 63% w 2003 r. W tym okresie zwiększyły one produkcję o 38%, podczas gdy w krajach rozwiniętych gospo-

darczo produkcja wzrosła o niespełna 10%. Przenoszenie produkcji do krajów rozwijających się, a więc w rejonach najbardziej rozwojowych, wynika z nasilenia popytu i intensyfikacji produkcji w tamtejszym rolnictwie. Ponadto sprzyjają temu ewidentne przewagi kosztowe oraz ułatwiony dostęp do gazu ziemnego (Bliski Wschód, Rosja) oraz węgla kamiennego (Chiny).

Segment nawozów azotowych cechuje najniższy, w porównaniu z innymi grupami nawozów, poziom koncentracji produkcji, łatwiejszy dostęp do surowca, ale też najsilniejsza konkurencja. Nawozy azotowe w 2012 r. były produkowane w ponad 80 krajach, z tego w 15 poziom rocznej produkcji wynosił ponad 1 mln ton N. W latach 2003-2012 symbolicznie zwiększyła się koncentracja produkcji nawozów azotowych, a udział pięciu największych producentów zwiększył się z 61 do 62%.

Niekwestionowanym liderem w produkcji nawozów azotowych są Chiny, które systematycznie zwiększają produkcję opartą głównie na węglu. W latach 2003-2012 produkcję zwiększono o 52%. Dynamiczny wzrost produkcji w tym okresie wynikał z silnie rosnącego popytu na nawozy mineralne pod wpływem zwiększającego się zapotrzebowania na żywność. Udział Państwa Środka w światowej produkcji nawozów azotowych wzrósł z 29% w 2003 r. do 34% w 2012 r. Liczącymi się producentami nawozów azotowych są również kraje takie jak: Indie, USA, Rosja, Indonezja i Kanada. Wśród nich najsilniej, bo o 34% zwiększono produkcję w Indonezji. W Indiach, USA i Rosji produkcja wzrosła od 10 do 16%, a w Kanadzie obniżyła się o 8%. Spadek produkcji w Kanadzie wynikał ze zmniejszonej sprzedaży nawozów na rynek USA.

Dynamiczny wzrost produkcji nawozów azotowych odnotowały kraje położone na Bliskim Wschodzie<sup>45</sup>. Łączną produkcję w tych krajach zwiększono w latach 2003-2012 blisko 2-krotnie, w tym w Omanie 3-krotnie, Katarze i Iranie – ponad 2-krotnie, a w Egipcie, Arabii Saudyjskiej i w Turcji o około 50%. Na znaczenie tego regionu w ostatnich latach wskazuje jego rosnący udział w światowej produkcji. Nawozy azotowe wytworzone na Bliskim Wschodzie stanowiły w 2012 r. około 12% produkcji światowej, wobec 7% w 2003 r. Dynamiczny rozwój przemysłu azotowego wynikał przede wszystkim z bezpośredniego dostępu do relatywnie taniego gazu ziemnego, nowoczesnej i rozwiniętej infrastruktury przemysłu nawozowego, o wysokim stopniu efektywności, a tak-

---

<sup>45</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.

że dogodnego położenia geograficznego między Europą a Azją. Czynniki te w znacznym stopniu decydują o wysokiej konkurencyjności nawozów azotowych wyprodukowanych w krajach Bliskiego Wschodu.

**Tabela 11. Kraje z najwyższą produkcją nawozów azotowych w 2012 r.**

Kraj	Produkcja (mln ton N)	Udział w światowej produkcji (%)	Zmiany produkcji 2003 r.=100 (%)
Świat	113,4	100,0	127,3
Chiny	38,9	34,3	151,7
Indie	12,2	10,8	115,9
USA	9,2	8,1	112,7
Rosja	6,6	5,8	109,8
Indonezja	3,5	3,1	134,1
Kanada	3,4	3,0	91,8
Ukraina	3,0	2,7	125,7
Egipt	2,4	2,2	151,9
Pakistan	2,2	2,0	100,5
Katar	2,1	1,8	255,9
Iran	2,1	1,8	232,7
Arabia Saudyjska	1,9	1,7	149,5
Polska	1,9	1,7	115,6
Oman	1,5	1,3	299,8
Niemcy	1,4	1,2	100,3
Holandia	1,3	1,1	102,0
Rumunia	1,0	0,9	137,4

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

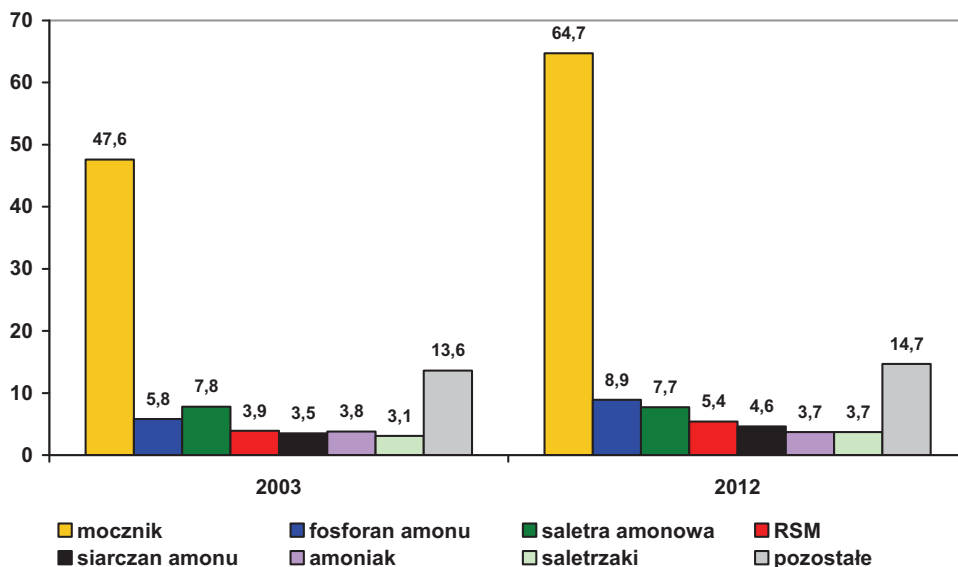
W strukturze asortymentowej wytwarzanych na świecie nawozów azotowych dominują nawozy jednoskładnikowe. W 2012 r. stanowiły one 88% wyprodukowanych nawozów, wobec 86% w 2003 r. Najczęściej produkowanym nawozem azotowym jest mocznik, z 57% udziałem w globalnej produkcji w 2012 r. Mniejsze znaczenie ma fosforan amonu<sup>46</sup> (8% światowej produkcji), saletra amonowa (7%), roztwór saletrzano-mocznikowy (5%), siarczan amonu (4%) oraz saletrzaki i amoniak do bezpośredniego stosowania (po 3%). Pozostałe 13% stanowiły nawozy wieloskładnikowe zawierające w swoim składzie azot, a także wodorowęglan amonu i chlorek amonu produkowane w Chinach.

W latach 2003-2012 wystąpiły istotne różnice zmian produkcji między poszczególnymi nawozami azotowymi. Największy wzrost produkcji odnotowano

<sup>46</sup> Uwzględniono azot w przeliczeniu na czysty składnik (N).

w przypadku fosforanu amonu (o 53%), roztworu saletrano-mocznikowego (o 38%) oraz mocznika (o 36%). Zmniejszono z kolei produkcję amoniaku do bezpośredniego stosowania oraz saletry amonowej (odpowiednio o 3 i 2%).

**Rysunek 19. Asortyment produkowanych na świecie nawozów azotowych (mln ton N)**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Niekwestionowanym liderem w produkcji mocznika są Chiny, z 39% udziałem w światowej produkcji w 2012 r., a także Indie odpowiedzialne za 16% światowej produkcji. W obydwu krajach mocznik był najważniejszym produkowanym nawozem azotowym, przy czym w Chinach stanowił on 64% produkcji, a w Indiach – 85%. Mniejszymi producentami mocznika w 2012 r. były: Indonezja, Rosja, Katar i Egipt, ale udział żadnego z tych krajów nie przekroczył 5% światowej produkcji. O ile jednak w Indonezji i w Rosji w latach 2003-2013 produkcję mocznika zwiększono o odpowiednio 19 i 13%, to w Katarze i Egipcie wzrosła ona odpowiednio o 156 i 76%, o czym zdecydował m.in. dostęp do relatywnie taniego gazu ziemnego i nowoczesne zaplecze przemysłowe. Dla porównania w Chinach produkcja mocznika zwiększyła się w analizowanym okresie o 55%, a w Indiach o 19%.

Fosforan amonu produkowany jest przede wszystkim w Chinach oraz w USA, które miały w 2012 r. odpowiednio 44 i 18% udziału w światowej produkcji nawozów. Chiny w latach 2003-2012 zwiększyły produkcję fosforanu amonu ponad 4-krotnie, dzięki czemu w 2007 r. wyprzedziły dotychczasowego

lidera – USA, które w omawianym okresie obniżyły produkcję o 25%. Zmniejszenie produkcji fosforanu amonu w USA jest związane z zahamowaniem eksportu do Chin, które poprzez rozbudowę własnego potencjału produkcyjnego całkowicie uniezależniły się od importu. Ponadto w USA rezerwy fosforytów powoli się kończą, a zaostrzone przepisy dotyczące ochrony środowiska w branży górniczej skutecznie przyczyniają się do ograniczenia wydobycia.

Saletra amonowa jest produkowana głównie w Rosji i na Ukrainie. Udział tych krajów w globalnej produkcji saletry amonowej w 2012 r. wyniósł odpowiednio 25 i 11%. Wyprodukowana w Rosji i na Ukrainie saletra amonowa jest w dużej części przeznaczana na rynek Unii Europejskiej. Ważnymi producentami saletry amonowej są również: Chiny, Uzbekistan, Francja i Polska, a udział tych krajów w światowej produkcji wyniósł w 2012 r. od 5 do 9%. W latach 2003-2012 wyraźnie, bo o 41%, zwiększono produkcję saletry amonowej w Chinach. Spadek produkcji (o 17%) odnotowano natomiast w Rosji, głównie z powodu ograniczenia eksportu do UE. W pozostałych wymienionych krajach produkcję zwiększono o 26-28%.

Liderem w produkcji roztworu saletrzano-mocznikowego (RSM) są USA. Pomimo 9% wzrostu produkcji w USA w latach 2003-2012, ich udział w światowej produkcji zmniejszył się z 66 do 52%. Dynamicznie w analizowanym okresie rosła bowiem produkcja m.in. w Rosji, Holandii i na Litwie. Wciąż jednak USA produkują 6-krotnie więcej RSM-u niż Rosja, która jest drugim na świecie producentem.

Amoniak do bezpośredniego stosowania wytwarzano w 2012 r. praktycznie wyłącznie w Ameryce Północnej. Najwięcej produkuje się go w USA (57% światowej produkcji) oraz Kanadzie (35%). W latach 2002-2012 produkcję amoniaku do bezpośredniej aplikacji w USA obniżono o 14%. W tym czasie Kanada zwiększyła produkcję o 16%, a jej część była przeznaczona na rynek USA.

Największymi producentami siarczanu amonu są Chiny i USA z odpowiednio 17 i 14% udziałem w światowej produkcji w 2012 r. W latach 2002-2012 Chiny zwiększyły produkcję ponad 3-krotnie, podczas gdy w USA produkcja wzrosła o 95%.

Saletrzaki to nawozy mineralne rozpowszechnione głównie w krajach Unii Europejskiej. Udział UE w globalnej produkcji saletrzaków w 2012 r. wyniósł blisko 80%. Liderami w produkcji są kraje Beneluksu – Holandia i Belgia – których udział w produkcji światowej w 2012 r. wyniósł odpowiednio 17 i 11%. Duże ilości saletrzaków są produkowane również przez niemieckie i polskie zakłady azotowe.



**Tabela 12. Koncentracja produkcji podstawowych nawozów azotowych w 2012 r. (%)**

Mocznik		Fosforan amonu		Soletraz amonowa	
Chiny	38,6	Chiny	44,2	Rosja	24,8
Indie	16,1	USA	18,1	Ukraina	11,2
Indonezja	4,6	Indie	7,4	Chiny	8,8
Rosja	3,5	Maroko	6,7	Uzbekistan	7,6
Katar	3,2	Rosja	5,8	Francja	7,5
Pozostałe kraje	34,0	Pozostałe kraje	17,8	Pozostałe kraje	40,1
RSM		Siarczan amonu		Soletrazaki	
USA	51,5	Chiny	17,2	Holandia	17,4
Rosja	8,7	USA	14,3	Belgia	10,6
Litwa	6,6	Belgia	7,5	Niemcy	10,2
Rumunia	5,6	Rosja	6,4	Polska	6,9
Holandia	5,3	Japonia	5,6	Turcja	5,1
Pozostałe kraje	22,3	Pozostałe kraje	49,0	Pozostałe kraje	49,8

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.*

## 5.2. Produkcja nawozów fosforowych

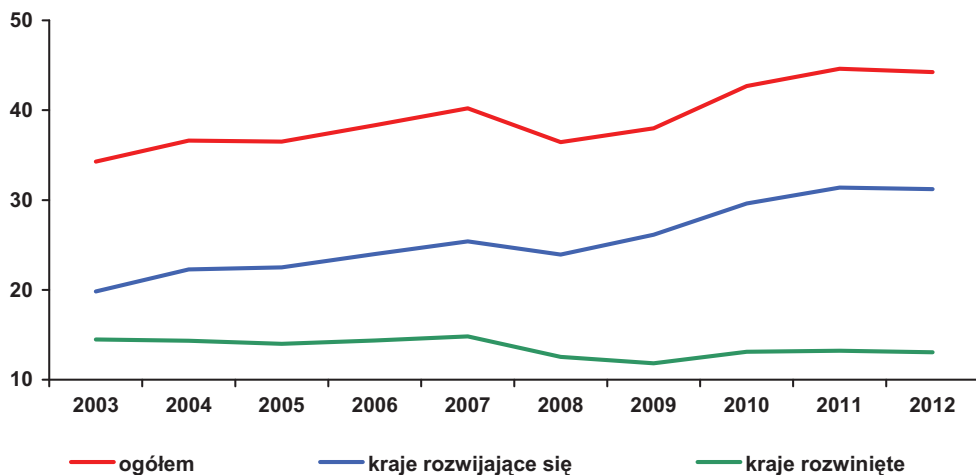
Światowa produkcja nawozów fosforowych wyniosła w 2012 r. ponad 44 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik ( $P_2O_5$ ) i była o 29% większa w stosunku do 2003 r.

Sektor nawozów fosforowych charakteryzuje się większą koncentracją produkcji w porównaniu z segmentem nawozów azotowych. Udział pięciu największych producentów w całkowitej produkcji wzrósł w latach 2003-2012 z 70 do 73%.

Nawozy fosforowe produkowane są przede wszystkim w krajach rozwijających się. Ich udział w światowej produkcji nawozów fosforowych wzrósł z 58% w 2003 r. do 71% w 2012 r. W tym okresie produkcja w krajach rozwijających się zwiększyła się bowiem o 58%, a w krajach rozwiniętych gospodarczo zmalała o 10%. Przenoszeniu produkcji do krajach rozwijających się, posiadających dogodny dostęp do złóż fosforytów niezbędnych do wytwarzania nawozów fosforowych, sprzyja dynamicznie rosnący popyt wewnętrzny na tę grupę nawozów. Kilka lat temu kraje rozwijające się zazwyczaj eksportowały wydobyte fosforyty do krajów rozwiniętych, gdzie następował proces dalszej ich obróbki. W ostatnich latach produkcję nawozów fosforowych zaczęto jednak kon-

centrować w rejonach eksploatacji złóż fosforu. Handel gotowymi nawozami jest bowiem bardziej opłacalny niż handel półproduktami, a ponadto koszty transportu gotowych nawozów są niższe niż surowców.

**Rysunek 20. Produkcja nawozów fosforowych w krajach rozwijających się i rozwiniętych (mln ton  $P_2O_5$ )**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Przykładem krajów, które zrezygnowały z eksportu fosforu lub dość znacząco go ograniczyły, równocześnie rozwijając własny przemysł nawozowy, są Chiny oraz Maroko. Zwiększyły one produkcję nawozów fosforowych w latach 2003-2012 odpowiednio o 95 i 107%. Największym producentem nawozów fosforowych są Chiny, które w 2012 r. wytworzyły prawie 40% światowej produkcji wobec 26% w 2003 r. W innych krajach, mających co najmniej 5% udział w światowej produkcji nawozów fosforowych, odnotowano stosunkowo niewielkie zwiększenie produkcji, np. w Brazylii o 21%, w Indiach o 5%, a w Rosji o 3%. Z kolei w USA produkcję obniżono o 15%, głównie z powodu ograniczenia eksportu do Chin, a także zmniejszenia wydobycia fosforu, których ekonomicznie opłacalne złoża systematycznie się kurczą. W rezultacie udział USA, drugiego pod względem wielkości produkcji producenta nawozów fosforowych na świecie, zmalał z 20% w 2003 r. do 13% w 2012 r. W niektórych krajach mających mniejsze znaczenie w światowej produkcji nawozów fosforowych obserwowano dynamiczny wzrost produkcji w analizowanym okresie. W Arabii Saudyjskiej produkcję zwiększono blisko 6-krotnie, w Meksyku ponad 5-krotnie, a w Indonezji ponad 2-krotnie. Wyraźny, prawie 50% spadek produkcji odnotowano natomiast w Tunezji, gdzie napięta sytuacja polityczna uniemożliwiła wielu firmom regularne dostawy surowców do produkcji nawozów.

**Tabela 13. Kraje z najwyższą produkcją nawozów fosforowych w 2012 r.**

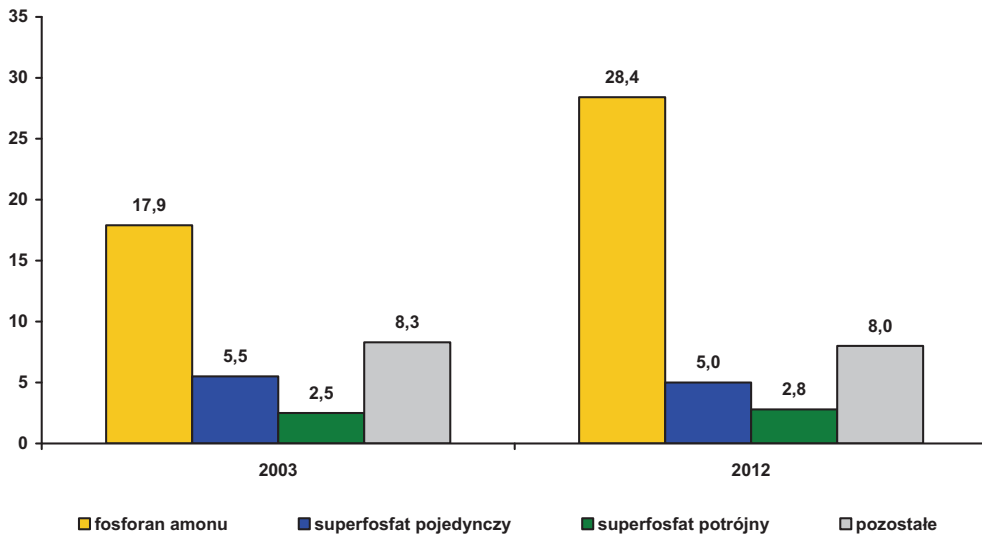
Kraj	Produkcja w 2012 r. (mln ton P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Udział w światowej produkcji (%)	Zmiany produkcji 2003 r.=100 (%)
Świat	44,2	100,0	129,1
Chiny	17,2	38,9	195,4
USA	5,9	13,4	84,5
Indie	3,8	8,6	105,4
Rosja	2,7	6,2	103,4
Maroko	2,4	5,5	206,9
Brazylia	2,2	4,9	121,6
Arabia Saudyjska	0,8	1,9	574,6
Indonezja	0,7	1,5	232,3
Australia	0,6	1,5	93,3
Tunezja	0,5	1,2	52,0
Meksyk	0,5	1,2	537,9
Turcja	0,5	1,1	126,5
Egipt	0,5	1,1	262,5
Polska	0,4	1,0	108,7

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

W asortymencie nawozów fosforowych dominują nawozy wieloskładnikowe, a ich udział w światowej produkcji wzrósł w latach 2003-2012 z 73 do 81%. O wzroście znaczenia nawozów wieloskładnikowych zdecydowała przede wszystkim zwiększona o 58% produkcja fosforanu amonu<sup>47</sup>. W rezultacie udział tego nawozu w całkowitej produkcji nawozów fosforowych na świecie zwiększył się z 52 do 64%. Zwiększono również produkcję superfosfatu potrójnego, zmniejszając równocześnie o 9% produkcję superfosfatu pojedynczego. Taka zmiana z punktu widzenia rolniczego i ekologicznego jest korzystna, ponieważ wraz z superfosfatem potrójnym wprowadza się do gleby wyraźnie mniej zanieczyszczeń niż w przypadku superfosfatu pojedynczego. Produkcja pozostałych nawozów fosforowych, w tym głównie nawozów kompleksowych NPK oraz fosforytów do bezpośredniej aplikacji zmalała w omawianym okresie o 5%, a jej udział w całkowitej produkcji zmniejszył się z 24 do 18%.

<sup>47</sup> Uwzględniono fosfor w przeliczeniu na czysty składnik (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

**Rysunek 21. Asortyment produkowanych na świecie nawozów fosforowych (mln ton P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Fosforan amonu produkowany jest w formie jednoamonowej (MAP) lub dwuamonowej (DAP), które różnią się między sobą zawartością makroskładników, zarówno azotu, jak i fosforu<sup>48</sup>. Bardziej popularny jest drugi rodzaj nawozu, który w 2012 r. stanowił 56% wyprodukowanego na świecie fosforanu amonu. Fosforan amonu produkowany jest przede wszystkim w Chinach oraz w USA, które w 2012 r. odpowiadały za odpowiednio 45 i 18% światowej produkcji. Mniejszy udział w produkcji – po 6-7% – miały kraje takie jak Maroko, Rosja, Indie. Chiny w latach 2003-2012 zwiększyły produkcję fosforanu amonu ponad 4-krotnie, Maroko ponad 2-krotnie, podczas gdy w USA i Indiach obniżono ją odpowiednio o 20 i 23%. W Chinach 52% produkcji fosforanu amonu w 2012 r. stanowiła forma dwuamonowa, podczas gdy w Indiach było to 100%, w Maroku 56%, w USA 55%, a w Rosji 32%<sup>49</sup>.

<sup>48</sup> Fosforan jednoamonowy (MAP) zawiera w swoim składzie zazwyczaj 11% N i 55% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, natomiast fosforan dwuamonowy (DAP) – 18% N i 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

<sup>49</sup> Stąd też zauważyć można niewielkie różnice m.in. w strukturze geograficznej oraz w dynamice zmian produkcji pomiędzy fosforanem amonu przeliczanym na azot (N) a fosforanem amonu przeliczanym na fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Liderem w produkcji superfosfatów są Chiny. Udział Państwa Środka w produkcji superfosfatu prostego w 2012 r. wyniósł 39%, a w produkcji superfosfatu potrójnego – 24%. W latach 2003-2012 wyraźnie, bo o około 50% zmniejszono w Chinach produkcję superfosfatu prostego, zwiększając równocześnie produkcję innych nawozów fosforowych, w tym również superfosfatu potrójnego ponad 2-krotnie. Ważnym producentem superfosfatów jest również Brazylia. Z kolei fosforyty do bezpośredniego stosowania wytwarza się jedynie w Malesji, Chinach i Indonezji.

**Tabela 14. Koncentracja produkcji podstawowych nawozów fosforowych w 2012 r. (%)**

Fosforan amonu		Superfosfat potrójny		Superfosfat pojedynczy	
Chiny	45,4	Chiny	23,9	Chiny	38,6
USA	18,4	Brazylia	16,1	Brazylia	19,2
Maroko	6,7	Maroko	15,7	Indie	14,0
Rosja	6,5	Tunezja	7,9	Egipt	8,9
Indie	5,9	Izrael	7,3	Australia	5,3
Pozostałe kraje	17,1	Pozostałe kraje	29,1	Pozostałe kraje	14,0

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

### 5.3. Produkcja nawozów potasowych

Światowa produkcja nawozów potasowych wyniosła w 2012 r. blisko 34 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik ( $K_2O$ ) i była o 17% większa w stosunku do 2003 r. W odróżnieniu od nawozów azotowych i fosforowych, nawozy potasowe produkowane są przede wszystkim w krajach rozwiniętych. Ich udział w światowej produkcji nawozów potasowych zmalał jednak z 78% w 2003 r. do 71% w 2012 r. W tym okresie produkcja w krajach rozwijających się zwiększyła się bowiem o 52%, a w krajach rozwiniętych gospodarczo o 7%. Obserwowany w 2009 r. wyraźny spadek produkcji nawozów potasowych dotyczył przede wszystkim krajów rozwiniętych gospodarczo, gdzie produkcję obniżono o 44% w stosunku do 2008 r. W krajach rozwijających się spadek produkcji był wyraźnie niższy, co było spowodowane m.in. mniejszym uzależnieniem tych państw od eksportu.

Segment nawozów potasowych charakteryzuje się najwyższym stopniem koncentracji produkcji w porównaniu z pozostałymi segmentami rynku nawozów mineralnych. Nawozy potasowe produkowane są zaledwie w kilkunastu krajach, a w 8 z nich poziom rocznej produkcji przekroczył w 2012 r. 1 mln ton  $K_2O$ .

Udział pięciu krajów będących największymi producentami nawozów potasowych wynosił w ostatnich latach około 80%.

**Rysunek 22. Produkcja nawozów potasowych w krajach rozwijających się i rozwiniętych (mln ton  $P_2O_5$ )**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Największym producentem nawozów potasowych w skali światowej jest Kanada. Wysokiej produkcji sprzyja dostęp do położonych na terytorium tego kraju największych na świecie złóż soli potasowej, ale także sąsiedztwo z chłonnym rynkiem USA gwarantujące stały zbyt wyprodukowanych nawozów. Kanada przeważającą część produkcji przeznaczająca bowiem na rynki zagraniczne. Udział Kanady w światowej produkcji nawozów potasowych wyniósł w 2012 r. około 29%, a w latach poprzednich niejednokrotnie przekraczał 30%. Wyjątkiem był 2009 r., w którym udział Kanady zmalał do 22%. W 2009 r. ograniczyła produkcję najsilniej w porównaniu z innymi znaczącymi producentami, co wynikało z silnego jej uzależnienia od eksportu do USA, gdzie popyt na tę grupę nawozów wyraźnie zmalał.

W latach 2003-2012 najbardziej, bo ponad 5-krotnie, wzrosła produkcja nawozów potasowych w Chinach, co było odpowiedzią przemysłu nawozowego na dynamicznie rosnące zapotrzebowanie chińskiego rolnictwa na tą grupę nawozów mineralnych. W efekcie Chin zwiększyły swój udział w produkcji światowej z niespełna 2% w 2002 r. do ponad 9% w 2011 r. Zwiększenie produkcji (o 14-16%) odnotowano w Rosji i na Białorusi. Zwiększenie produkcji w tych krajach wiązało się m.in. z ich współpracą od 2005 r. w obszarze eksportu nawozów potasowych. Od tego czasu Rosja i Białoruś wspólnie eksportowały

wytworzone przez siebie nawozy potasowe, dzięki czemu kontrolowały blisko 40% światowego eksportu i miały silną pozycję w negocjacjach cenowych z odbiorcami. W Kanadzie w latach 2003-2012 produkcja wzrosła zaledwie o 2%, a w Niemczech odnotowano jej 14% spadek. Spadek produkcji w Niemczech w tym okresie wynikał m.in. ze zmniejszonego eksportu na unijny rynek, gdzie popyt na nawozy mineralne (szczególnie w krajach UE-15) od kilku lat systematycznie maleje.

**Tabela 15. Kraje z najwyższą produkcją nawozów potasowych w 2012 r.**

Kraj	Produkcja (mln ton K <sub>2</sub> O)	Udział w światowej produkcji (%)	Zmiany produkcji 2003 r.=100 (%)
Świat	33,8	100,0	117,4
Kanada	9,9	29,2	102,4
Rosja	5,4	16,0	116,1
Białoruś	4,8	14,2	114,2
Chiny	3,4	9,0	548,7
Niemcy	3,1	9,0	85,7
Izrael	2,5	7,4	127,7
Chile	1,2	3,7	264,7
Jordania	1,1	3,2	93,1
USA	0,9	2,8	93,8
Hiszpania	0,7	2,1	141,1

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.*

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

## 6. Handel międzynarodowy nawozami mineralnymi<sup>50</sup>

Przedsiębiorstwa produkujące nawozy mineralne charakteryzują się dużą skalą produkcji i funkcjonują najczęściej zarówno na rynku krajowym, jak i międzynarodowym. Udział obrotów międzynarodowych jest stosunkowo duży, co jest cechą charakterystyczną rynku nawozów mineralnych [Malingreau i in. 2012, Blanco 2011].

Nawozy mineralne jako najważniejszy środek plonotwórczy są stosowane w rolnictwie na całym świecie, jednak nie wszystkie kraje produkują nawozy mineralne. W ich produkcji wyspecjalizowały się te państwa, które mają dostęp do relatywnie tanich nośników energii oraz surowców do wytwarzania nawozów. Wiele z nich produkuje jednak tylko określone grupy asortymentowe nawozów, których nadwyżki może przeznaczać na eksport, jednocześnie jest uzależniona od importu pozostałych grup asortymentowych. Wynika to ze specyfiki stosowanych nawozów mineralnych – określonej grupy asortymentowej nie można zastąpić inną. Międzynarodowa wymiana handlowa pełni zatem ważną funkcję w kształtowaniu sytuacji podaży-popytowej większości krajów.

W latach 2003-2012 udział handlu międzynarodowego w światowej produkcji nieznacznie zmalał z 42 do 40%, co świadczyć może o nieco wolniejszym wzroście wymiany handlowej wobec postępującej dywersyfikacji produkcji. W strukturze światowych obrotów handlowych dominują nawozy azotowe oraz potasowe. W latach 2003-2012 struktura handlu zagranicznego nie uległa większym zmianom. Nawozy azotowe stanowiły średnio około 43% całkowitego eksportu, potasowe – 38%, a fosforowe – 19%.

W 2012 r. wielkość światowego eksportu nawozami mineralnymi wyniosła 76 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik (NPK) i w stosunku do 2003 r. zwiększyła się o 18%. Wartość obrotów handlowych wzrosła w tym okresie z 19 do 75 mln USD [www.intracen.org]. Silny wzrost wartości eksportu wynikał przede wszystkim ze wzrostu cen transakcyjnych.

Zmniejszyła się koncentracja eksportu nawozów mineralnych. Udział pięciu największych eksporterów w całkowitym eksporcie zmalał z 54% w 2003 do 52% w 2012 r., co świadczyć może o rosnącej konkurencji w sektorze, szczególnie ze strony krajów z Bliskiego Wschodu.

---

<sup>50</sup> Opracowano na podstawie danych IFA.



**Tabela 16. Eksport nawozów mineralnych w 2012 r.**

Kraj	Eksport [mln ton NPK]	Zmiany eksportu 2003=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	76,2	117,9	100,0	39,8	46,3	19,1	34,6
Rosja	12,4	113,0	16,1	83,1	41,7	18,6	39,7
Kanada	10,2	97,2	13,4	75,6	16,4	0,4	83,2
Chiny	8,8	410,2	11,6	14,8	61,4	38,5	0,1
Białoruś	4,2	126,1	5,5	72,4	6,5	0,5	93,0
USA	4,0	57,5	5,2	24,8	37,2	54,8	7,9
Niemcy	3,4	95,1	4,5	77,3	18,4	1,5	80,1
Maroko	2,7	206,3	3,6	87,1	20,1	79,9	0,0
Izrael	2,6	105,7	3,4	92,9	1,2	9,2	89,5
Arabia Saudyjska	2,3	216,6	3,0	85,2	72,8	27,2	0,0
Ukraina	2,1	93,4	2,7	67,7	98,7	0,8	0,5
Katar	1,9	223,4	2,6	90,5	100,0	0,0	0,0
Oman	1,5	318,6	1,9	98,0	100,0	0,0	0,0
Holandia	1,4	102,6	1,8	99,0	88,5	9,0	2,5
Iran	1,4	2006,4	1,8	63,6	100,0	0,0	0,0
Jordania	1,4	86,9	1,8	87,2	9,6	20,9	69,4
Egipt	1,3	233,7	1,7	44,8	91,1	7,6	1,3
Litwa	1,2	132,2	1,6	98,5	68,0	30,0	2,0

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.*

Największym eksporterem nawozów mineralnych na świecie jest Rosja. W latach 2003-2012 Rosja zwiększyła eksport o 13%, jednak jej udział w światowym eksporcie zmalał w tym czasie z 17 do 16%. Rosja eksportuje przede wszystkim nawozy azotowe i potasowe, a głównym rynkiem zbytu jest Brazylia. Drugim po Rosji eksporterem nawozów mineralnych jest Kanada, a jej głównym produktem eksportowym są nawozy potasowe, które trafiają przede wszystkim na rynek USA. W latach 2003-2012 Kanada ograniczyła wywóz o 3%, przez co jej udział w światowym eksporcie zmalał z 16 do 13%. W analizowanym okresie dynamicznie zwiększał się eksport z Państwa Środka. Chiny dynamicznie rozwinęły własny przemysł nawozowy, przez co niemal całkowicie uniezależniły się od nawozów z importu, a nadwyżki produkcji, zwłaszcza nawozów azotowych i fosforowych, mogły być przeznaczane na eksport. Chiny zwiększyły eksport ponad 4-krotnie, a ich udział w globalnym eksporcie zwiększył się z 3 do 12%. Nawozy z Chin trafiają przede wszystkim do sąsiednich

Indii oraz do Ameryki Południowej. Pomimo wyraźnego wzrostu wywozu wciąż niewielka część wyprodukowanych w Chinach nawozów mineralnych jest eksportowana. Udział eksportu w produkcji wynosi kilkanaście procent, podczas gdy w Rosji i Kanadzie wskaźnik ten przekracza 75%. Kraje produkujące nawozy mineralne głównie na potrzeby eksportu poza Kanadą i Rosją to: Białoruś, Niemcy, Izrael, Maroko oraz kraje Bliskiego Wschodu specjalizujące się w produkcji nawozów. Wyraźnie zmalał eksport nawozów mineralnych z USA, co było konsekwencją zmniejszonego wywozu do Chin.

Światowy import nawozów mineralnych w 2012 r. był nieznacznie mniejszy od eksportu i wyniósł 75 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik (NPK), o 18% więcej niż 9 lat wcześniej. W latach 2003-2012 zwiększyła się koncentracja importu. Udział pięciu największych importerów wzrósł z 45 do 48%. Import jest jednak mniej skoncentrowany niż eksport, gdzie pięciu największych eksporterów odpowiadało w 2012 r. za 52% całkowitego eksportu.

Największymi importerami nawozów mineralnych w 2012 r. były USA i Brazylia z odpowiednio 14 i 13% udziałem w światowym imporcie. W latach 2008-2011 największy import przypadał na Indie, które dynamicznie zwiększały przywóz w tych latach. W 2012 r. Indie zaimportowały jednak wyraźnie mniej nawozów w stosunku do lat 2008-2011, przez co USA powróciły na pozycję największego importera. Zmniejszony import nawozów mineralnych w Indiach w 2012 r. wynikał ze spadku popytu wewnętrznego z powodu ograniczenia państwowych subsydiów<sup>51</sup> dla rolników, przez co część z nich zrezygnowała z zakupów nawozów sztucznych, ale także z niekorzystnych warunków pogodowych (opóźniony monsun południowo-zachodni). Pomimo spadku importu w 2012 r. był on ponad 4-krotnie wyższy w stosunku do 2003 r., a udział Indii w globalnym imporcie wzrósł w tym czasie z 3 do 12%. Dla porównania USA zwiększyły import o 16%, a Brazylia o 31%. Wyraźny spadek importu odnotowano natomiast w Chinach. Dynamiczny rozwój sektora nawozowego w Chinach przyczynił się do ponad 40% spadku przywozu. Nieco mniejszy spadek importu wystąpił we Francji, gdzie podobnie jak w większości krajów Europy Zachodniej popyt na nawozy mineralne maleje.

USA importują przede wszystkim nawozy potasowe, które kupują od Kanady oraz nawozy azotowe z Trynidadu i Tobago. Brazylia zaopatruje się przede wszystkim w Rosji, Białorusi i Kanadzie w nawozy potasowe, natomiast najważniejszymi dostawcami, głównie nawozów azotowych i fosforowych do Indii

---

<sup>51</sup> Z powodu spadku światowych cen nawozów mineralnych rząd indyjski podjął decyzję o ograniczeniu subsydiowania nawozów mineralnych.

są Chiny i Rosja. Chiny, pomimo wyraźnego wzrostu produkcji i ograniczenia importu, nadal importują znaczne ilości nawozów potasowych z Rosji i Kanady.

**Tabela 17. Import nawozów mineralnych w 2012 r.**

Kraj	Import [mln ton NPK]	Zmiany importu 2003=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	75,2	118,2	100,0	42,0			
USA	10,8	116,2	14,3	53,7	56,2	5,3	38,5
Brazylia	9,6	130,6	12,8	76,2	28,7	24,0	47,3
Indie	9,2	430,7	12,2	36,1	52,3	30,5	17,2
Chiny	4,0	59,5	5,3	7,5	7,2	7,9	84,9
Francja	2,6	77,7	3,5	83,9	63,7	13,6	22,7
Tajlandia	2,2	128,8	3,0	99,0	60,0	19,0	21,0
Malezja	1,6	122,4	2,1	72,7	27,1	9,3	63,5
Niemcy	1,5	90,3	2,0	62,5	71,8	16,4	11,8
Australia	1,4	93,5	1,9	66,7	59,3	27,1	13,6
Meksyk	1,4	111,6	1,9	77,8	64,3	14,9	20,8
Wietnam	1,3	79,3	1,7	52,0	38,9	20,3	40,8
Bangladesz	1,3	299,5	1,7	65,0	31,6	32,5	35,9
Hiszpania	1,3	94,7	1,7	76,5	53,8	18,5	27,7
Wielka Brytania	1,2	103,4	1,6	80,0	60,7	18,2	21,1
Kanada	1,0	127,0	1,3	27,0	67,4	29,2	3,4
Turecja	1,0	81,6	1,3	47,6	65,0	25,2	9,8
Argentyna	1,0	133,8	1,3	71,4	38,8	56,0	5,2

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

## 6.1. Handel międzynarodowy nawozami azotowymi

Obroty handlowe nawozami azotowymi w 2012 r. wyniosły 35 mln ton czystego składnika (N) i były o 33% większe w porównaniu z 2003 r. W sektorze nawozów azotowych w latach 2003-2012 obserwować można było szybszy wzrost wymiany handlowej niż postępującej dywersyfikacji produkcji. Udział eksportu w światowej produkcji wzrósł z niespełna 30% w 2003 r. do ponad 31% w 2012 r. Wzrost znaczenia handlu międzynarodowego wynikał przede wszystkim z rosnącej roli krajów produkujących nawozy azotowe z przeznaczeniem na eksport, tj. państw Bliskiego Wschodu oraz Chin, gdzie rosnąca nadwyżka produkcji była sukcesywnie kierowana na rynki zagraniczne. Naturalną przewagę konkurencyjną na rynku nawozów mineralnych zdobyły bowiem te

kraje, które mają dostęp do relatywnie tanich surowców do wytwarzania nawozów, a więc gazu ziemnego i węgla.

Zwiększyła się koncentracja eksportu nawozów azotowych. Udział pięciu największych eksporterów wzrósł z 44% w 2003 r. do 46% w 2012 r. Największą sprzedaż eksportową w segmencie nawozów azotowych od wielu lat realizowała Rosja, jednak w 2012 r. liderem w eksporcie zostały Chiny. W latach 2003-2012 eksport nawozów azotowych z Państwa Środka wzrósł blisko 4-krotnie, podczas gdy Rosja zwiększyła wywóz o 16%. W konsekwencji udział Rosji w światowym eksporcie zmalał z 17 do niecałych 15%, podczas gdy udział Chin wzrósł z 6 do ponad 15%. W odróżnieniu od Rosji, która blisko 80% wyprodukowanych nawozów sprzedaje za granicę przez co jest silnie uzależniona od koniunktury na światowych rynkach, w Chinach jedynie 14% wytworzonych nawozów jest eksportowane. Wyraźnie, bo o ponad 30% obniżono eksport nawozów azotowych z USA, co było spowodowane przede wszystkim zmniejszonym wywozem do Chin. W konsekwencji udział USA w światowym eksporcie zmalał w latach 2003-2012 z 8 do 4%.

**Tabela 18. Koncentracja handlu zagranicznego nawozami azotowymi (%)**

Eksport				Import			
2003		2012		2003		2012	
Rosja	16,6	Chiny	15,4	USA	16,5	USA	17,2
Ukraina	8,3	Rosja	14,5	Brazylia	7,0	Indie	13,6
USA	7,6	Ukraina	5,8	Francja	5,7	Brazylia	7,8
Kanada	5,9	Katar	5,5	Niemcy	4,4	Francja	4,7
Chiny	5,6	Kanada	4,7	Tajlandia	4,2	Tajlandia	3,8
Pozostałe kraje	56,0	Pozostałe kraje	54,1	Pozostałe kraje	62,2	Pozostałe kraje	52,9

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Dynamicznie wzrósł również eksport nawozów azotowych z krajów Bliskiego Wschodu. W latach 2003-2013 eksport z Iranu zwiększono aż 20-krotnie, z Omanu 3-krotnie, z Kataru i Egiptu ponad 2-krotnie, a z Arabii Saudyjskiej o 58%. Łącznie kraje Bliskiego Wschodu zwiększyły eksport nawozów azotowych ponad 2-krotnie, a ich udział w całkowitym eksporcie zwiększył się z 14% w 2003 r. do 24% w 2012 r. Kraje Bliskiego Wschodu eksportują głównie mocznik, który stanowił w 2012 r. około 92% sprzedanych za granicę nawozów azotowych. Kraje Bliskiego Wschodu produkują nawozy azotowe przede wszystkim z przeznaczeniem na sprzedaż eksportową. Udział eksportu z tych krajów w ich produkcji wyniósł w 2012 r. ponad 71% wobec 56% w 2003 r.

W Omanie, Katarze i w Arabii Saudyjskiej wartość tego wskaźnika w 2012 r. przekroczyła 90%.

Zwiększyła się koncentracja importu nawozów azotowych. Udział pięciu największych importerów w imporcie światowym wzrósł w latach 2003-2012 z 38 do 47%. Wyraźnie zwiększono import nawozów azotowych w krajach rozwijających się, w których pomimo dynamicznie rosnącego popytu możliwości szybkiego zwiększenia mocy produkcyjnych były utrudnione. Indie zwiększyły w tym okresie przywóz z zagranicy ponad 20-krotnie, a ich udział w światowym imporcie wzrósł z niespełna 1 do 14%. Wyraźny wzrost importu, o 55%, odnotowano również w Brazylii. Natomiast USA, które były w 2012 r. największym importerem nawozów azotowych w skali światowej<sup>52</sup>, zwiększyły przywóz o 44%. Z kolei w Chinach, gdzie dynamicznie zwiększono własny potencjał produkcyjny, import nawozów azotowych ograniczono o ponad 70%.

W strukturze asortymentowej handlu międzynarodowego nawozami azotowymi największą rolę odgrywa mocznik z blisko 54% udziałem w całkowitych obrotach w 2012 r. Ponadto handluje się również fosforanem amonu (10% udziału w obrotach ogółem), saletrzkami, saletrą amonową i siarczanem amonu (po 6%) oraz RSM (5%). Wraz ze wzrostem produkcji mocznika, RSM, saletrzków, siarczanu amonu oraz fosforanu amonu w latach 2003-2012 odnotowano zwiększenie obrotów handlu zagranicznego tymi nawozami odpowiednio o 50, 45, 39, 27 i 17%. Spadkowi produkcji saletry amonowej towarzyszyło natomiast zmniejszenie obrotów handlowych (o 28%).

Największy udział obrotów handlowych w produkcji odnotowano w 2012 r. w przypadku saletrzków (59%) oraz siarczanu amonu (47%). Produkcja tych nawozów skoncentrowana jest bowiem w krajach, które sprzedają zasadniczą część wytworzonych nawozów za granicę. Odwrotna sytuacja jest w przypadku amoniaku do bezpośredniej aplikacji, gdzie wymianie międzynarodowej podlega 22% produkcji.

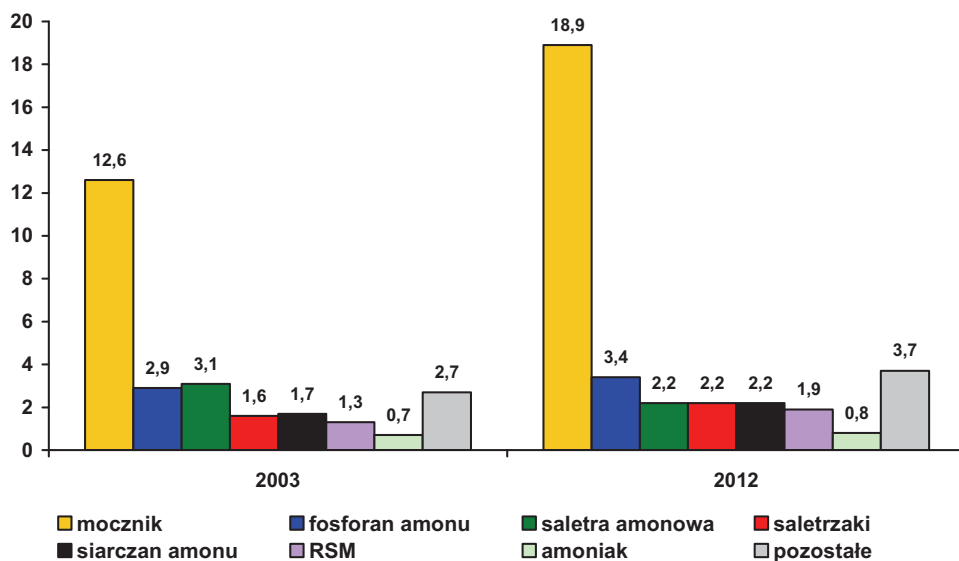
Wzrosło znaczenie wymiany handlowej na światowym rynku mocznika. Eksport stanowił w 2012 r. około 29% produkcji światowej, o 2 p.p. więcej niż w 2003 r. Największymi eksporterami mocznika w 2012 r. były Chiny, Rosja i Katar. Łącznie te kraje odpowiadały za blisko 40% światowego eksportu. W 2003 r. liderami w eksporcie mocznika były Rosja oraz Ukraina, jednak dynamika wzrostu eksportu w tych krajach była dużo niższa niż np. w Chinach

---

<sup>52</sup> USA są największym importerem nawozów azotowych na świecie, ale są również dużym ich importerem, przy czym importują przede wszystkim mocznik, a głównym produktem eksportowym jest fosforan amonu.

i Katarze, gdzie wywóz zwiększono w ciągu 9 lat ponad 2-krotnie. Chiny i Katar eksportowały mocznik przede wszystkim do Indii, gdzie popyt na ten produkt rósł w bardzo szybkim tempie, podczas gdy Rosja i Ukraina sprzedawały mocznik na rynki Ameryki Południowej, do USA oraz do Turcji, gdzie popyt zwiększał się wyraźnie wolniej. Dynamicznie rósł eksport mocznika z krajów Bliskiego Wschodu, które zwiększyły wywóz w analizowanym okresie blisko 2,5-krotnie, a ich łączny udział w światowym eksporcie wzrósł z 26 do 42%. Dramatycznie zmniejszono natomiast eksport mocznika z Libii, co było następstwem zredukowania produkcji o około 95% z powodu wojny domowej. W imporcie decydujące znaczenie mają Indie, USA i Brazylia. W latach 2003-2012 Indie zwiększyły przywóz mocznika aż 50-krotnie, podczas gdy w Brazylii i USA zwiększono go odpowiednio o 53 i 40%. Głównym dostawcą mocznika na rynek USA jest Kanada.

**Rysunek 23. Handel międzynarodowy podstawowymi nawozami azotowymi (mln ton N)**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Zmniejszył się udział obrotów handlowych w światowej produkcji fosforanu amonu. W latach 2003-2013 udział eksportu w globalnej produkcji zmalał z 49 do 38%, co było spowodowane przede wszystkim dynamicznym zwiększeniem produkcji w Chinach, którą w większości przeznaczono na rynek wewnętrzny, ale także zmniejszonym wywozem z USA. Największym eksporterem fosforanu amonu w 2012 r. pozostały USA, jednak ich przewaga nad Chi-

nami systematycznie maleje. W ciągu 9 lat USA zmniejszyły eksport o ponad 40%, podczas gdy w Chinach wzrósł on blisko 5-krotnie. W rezultacie udział Chin w światowym eksporcie wzrósł z 5 do 23%, a USA z 48 do 24%. Wzrosło również znaczenie Maroka, gdzie wywóz zwiększono 2-krotnie. Chiny eksportują fosforan amonu przede wszystkim do Indii, USA – do krajów Ameryki Łacińskiej i Indii, a Maroko głównie do Brazylii. Największym importerem fosforanu amonu są Indie, a ich udział w globalnym imporcie zwiększył się w latach 2003-2012 z 5 do blisko 33%. W 2003 r. największym importerem fosforanu amonu były Chiny, jednak dynamiczny rozwój własnego przemysłu nawozowego sprawił, że z importera netto od 2007 r. Chiny stały się eksporterem netto.

Handel międzynarodowy saletrami skupiony jest w większości na kontynencie europejskim. Największymi eksporterami w 2012 r. były kraje UE (Holandia, Belgia), ale w ostatnich latach wzrosło również znaczenie Rosji i Ukrainy. Łączny udział krajów UE w światowym eksporcie saletrami wyniósł 88%. Największymi importerami były również kraje UE – Niemcy i Francja.

Zmniejszyło się znaczenie handlu międzynarodowego na światowym rynku saletry amonowej. Udział eksportu w światowej produkcji zmalał z 40% w 2003 r. do 29% w 2012 r., co było spowodowane przede wszystkim zmniejszonym o 32% wywozem z Rosji, która jest jej największym eksporterem. Udział Rosji w światowym eksporcie w 2012 r. wyniósł 38%, jednak od wielu lat powoli się zmniejsza. Rosyjska saletra amonowa jest kupowana przede wszystkim przez odbiorców z Ameryki Łacińskiej. Niewielki jest z kolei jej eksport na rynek Unii Europejskiej, głównie z powodu ograniczeń handlowych w postaci nałożonego przez UE cła antydumpingowego na rosyjską saletrę. Największym importerem saletry amonowej w 2012 r. była przede wszystkim Brazylia, ale także Wielka Brytania i USA.

W eksporcie siarczanu amonu największą rolę odgrywają Chiny oraz Belgia. Dynamicznie rosnącej produkcji w Chinach towarzyszył wzrost eksportu, który w latach 2003-2012 zwiększył się 20-krotnie. Belgia zwiększyła wywóz w tym czasie o 15%. Chiny przeznaczają na eksport około połowy wyprodukowanego siarczanu amonu, natomiast w przypadku Belgii odsetek ten przekracza 98%. Belgia eksportuje siarczan amonu przede wszystkim do Brazylii oraz na rynek UE, natomiast chiński siarczan amonu trafia głównie na rynki azjatyckie (Wietnam, Malezja, Filipiny).

Obrotom międzynarodowym podlega około 35% wyprodukowanego na świecie roztworu saletrzano-mocznikowego. RSM jest eksportowany głównie przez Rosję, Litwę, Rumunię i Holandię. Kraje te zdecydowaną większość produkcji przeznaczają na rynki zagraniczne. W imporcie RSM dominujące znaczenie odgrywają natomiast USA, które są ponadto największym jego producentem. Duże ilości są również sprowadzane przez Francję.

**Tabela 19. Koncentracja handlu międzynarodowego podstawowymi nawozami azotowymi w 2012 r. (%)**

<b>Mocznik</b>				<b>Fosforan amonu</b>			
Eksport		Import		Eksport		Import	
Chiny	16,9	Indie	20,0	USA	23,8	Indie	32,6
Rosja	11,8	USA	18,4	Chiny	22,7	Brazylia	10,0
Katar	10,3	Brazylia	7,3	Maroko	16,2	Argentyna	3,9
Ukraina	8,3	Tajlandia	5,3	Rosja	11,9	Etiopia	3,3
Oman	7,6	Australia	3,7	Arabia Saud.	7,2	Tajlandia	3,2
Pozostałe kraje	45,1	Pozostałe kraje	45,3	Pozostałe kraje	18,2	Pozostałe kraje	47,0
<b>Saletra amonowa</b>				<b>Saletrzaki</b>			
Eksport		Import		Eksport		Import	
Rosja	38,1	Brazylia	17,7	Holandia	26,5	Niemcy	28,0
Ukraina	14,3	W. Brytania	7,8	Belgia	14,8	Francja	10,3
Gruzja	6,6	USA	6,4	Niemcy	9,7	Belgia	6,5
Litwa	6,5	Francja	5,4	Austria	6,6	W. Brytania	5,8
Uzbekistan	5,9	Turcja	5,3	Słowacja	6,1	Irlandia	5,8
Pozostałe kraje	28,6	Pozostałe kraje	57,4	Pozostałe kraje	36,3	Pozostałe kraje	43,6
<b>Siarczan amonu</b>				<b>Roztwór saletrzano-mocznikowy (RSM)</b>			
Eksport		Import		Eksport		Import	
Chiny	20,8	Brazylia	16,9	Rosja	22,6	USA	43,2
Belgia	16,0	Wietnam	11,5	Litwa	18,0	Francja	27,5
USA	10,4	Malezja	8,3	Rumunia	15,3	Argentyna	4,4
Rosja	9,6	Indonezja	8,1	Holandia	14,6	W. Brytania	3,8
Korea Pd.	6,9	Filipiny	4,9	Kanada	6,3	Kanada	3,5
Pozostałe kraje	36,3	Pozostałe kraje	50,3	Pozostałe kraje	23,2	Pozostałe kraje	17,6

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.



Mała popularność amoniaku do bezpośredniego stosowania powoduje, że stosunkowo niewielka jego część jest przedmiotem handlu międzynarodowego, a handel nim stanowi około 2% globalnych obrotów nawozami azotowymi. Handel amoniakiem do bezpośredniej aplikacji ogranicza się jedynie do wymiany handlowej między Kanadą a USA.

## **6.2. Handel międzynarodowy nawozami fosforowymi**

Wielkość wymiany handlowej nawozami fosforowymi w 2012 r. wyniosła 15 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik ( $P_2O_5$ ) i była o 14% wyższa w porównaniu z 2003 r. Produkcja w tym czasie rosła zdecydowanie szybciej, co zdecydowało o tym, że udział handlu międzynarodowego w produkcji światowej zmalał w analizowanym okresie z 37 do 33%. Było to spowodowane przede wszystkim dynamicznym zwiększeniem produkcji w Chinach, którą w większości przeznaczono na rynek wewnętrzny, ale także zmniejszoną wymianą handlową między USA a Chinami.

Sektor nawozów fosforowych cechuje relatywnie wysoki poziom koncentracji eksportu, a udział pięciu krajów będących największymi eksporterami wyniósł w latach 2003-2012 średnio około 73%. W geograficznej strukturze eksportu nastąpiły w analizowanym okresie istotne zmiany, które były przede wszystkim pochodną dynamicznego wzrostu produkcji w Państwie Środka. Nadwyżki produkcji w Chinach zaczęto kierować na rynki zagraniczne, co spowodowało, że eksport zwiększono ponad 5-krotnie, a import wyraźnie ograniczono. USA, które eksportowały do Chin na początku analizowanego okresu znaczące ilości nawozów fosforowych, w kolejnych latach systematycznie zmniejszały wymianę handlową z Chinami. W rezultacie USA zmniejszyły eksport w latach 2003-2012 o ponad 50%, przez co straciły pozycję największego eksportera.

W 2012 r. największym eksporterem nawozów fosforowych były Chiny, a następnie Rosja, Maroko i USA. Rosja w analizowanym okresie zwiększyła wywóz zaledwie o 5%, podczas gdy Maroko go podwoiło. W odróżnieniu od Chin i USA, gdzie większość produkcji jest przeznaczana na rynek wewnętrzny, w Rosji i Maroku zasadnicza część wytworzonych nawozów jest sprzedawana za granicę. Wskaźnik specjalizacji eksportowej, określający udział eksportu w produkcji, wyniósł w Rosji i Maroko odpowiednio 83 i 89%, podczas gdy w USA i Chinach było to odpowiednio 37 i 20%.

Import nawozów fosforowych jest mniej skoncentrowany niż ich eksport, a udział pięciu największych importerów zakupiło w 2012 r. około 45% dostęp-

nych w handlu międzynarodowym nawozów. W latach 2003-2012 nastąpiły istotne zmiany geograficznej struktury importu, które były przede wszystkim pochodną dynamicznego wzrostu popytu w krajach rozwijających się, gdzie możliwości szybkiego wzrostu rodzimej produkcji były niewystarczające. Najlepszym przykładem takiego kraju są Indie, które zwiększyły przywóz omawianej grupy nawozów prawie 8-krotnie, ale także Bangladesz i Brazylia, gdzie import wzrósł odpowiednio o 80 i 31%. Wyraźny spadek importu odnotowano z kolei w Chinach, gdzie dynamicznie rozbudowano własny sektor nawozów fosforowych. Chiny niemal całkowicie uniezależniły się od importu, który zredukowano o ponad 80%.

**Tabela 20. Struktura geograficzna obrotów handlu międzynarodowego nawozami fosforowymi (%)**

Eksport				Import			
2003		2012		2003		2012	
USA	36,2	Chiny	23,2	Brazylia	14,1	Indie	19,1
Rosja	17,5	Rosja	15,6	Chiny	13,5	Brazylia	15,7
Maroko	8,4	Maroko	14,8	Francja	4,4	USA	3,9
Tunezja	7,8	USA	14,8	Australia	4,3	Argentyna	3,6
Chiny	4,9	Arabia Saud.	4,2	Pakistan	4,0	Bangladesz	2,9
Pozostałe kraje	25,2	Pozostałe kraje	27,4	Pozostałe kraje	59,7	Pozostałe kraje	54,8

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

W strukturze asortymentowej handlu międzynarodowego nawozami fosforowymi największą rolę odgrywa fosforan amonu z ponad 66% udziałem w całkowitych obrotach. Ponadto handluje się również superfosfatem potrójnym (10% udziału w obrotach ogółem) oraz superfosfatem pojedynczym (2%). Pozostałą część wymiany handlowej stanowią nawozy wieloskładnikowe. Około 34% wyprodukowanego na świecie fosforanu amonu podlega wymianie handlowej. W przypadku superfosfatu potrójnego odsetek ten przekracza 52%, a w przypadku superfosfatu pojedynczego wynosi jedynie 5%. Chiny – największy producent zarówno superfosfatu potrójnego, jak i pojedynczego – eksportuje przede wszystkim superfosfat potrójny, z kolei cały wyprodukowany w Chinach superfosfat pojedynczy jest w całości przeznaczany na rodzimy rynek.

### 6.3. Handel międzynarodowy nawozami potasowymi

Obroty handlowe nawozami potasowymi w 2012 r. wyniosły 26 mln ton czystego składnika ( $K_2O$ ) i były o 4% większe w porównaniu z 2003 r. Obroty

handlowe rosły dużo wolniej niż globalna produkcja. W rezultacie udział eksportu w światowej produkcji zmalał z 88% w 2003 r. do 78% w 2012 r. Pomimo tego sektor nawozów potasowych charakteryzuje się największym, w porównaniu z pozostałymi segmentami rynku, udziałem obrotów handlowych w całkowitej produkcji. Spadek znaczenia wymiany handlowej wynikał ze zmniejszonego wywozu nawozów potasowych z Kanady i Niemiec, czyli z krajów, które należą do największych producentów i eksporterów tych nawozów, ale także z wyraźnego wzrostu produkcji w Chinach, które przeznaczają całą produkcję na rynek wewnętrzny.

Sektor nawozów potasowych cechuje najwyższy, w porównaniu z pozostałymi segmentami rynku, poziom koncentracji eksportu, a udział pięciu krajów będących największymi eksporterami wyniósł w latach 2003-2012 średnio około 86%. Silna koncentracja eksportu wynika z faktu, że kraje będące największymi producentami zużywają na rodzimym rynku stosunkowo niewielkie ilości nawozów, dlatego też zasadniczą część produkcji przeznaczają na rynki zagraniczne.

W latach 2003-2012 nie odnotowano większych zmian geograficznej struktury eksportu. Największym eksporterem nawozów potasowych jest Kanada z 32% udziałem w całkowitym eksporcie w 2012 r. W latach 2003-2012 eksport z Kanady zmalał o 5%, co wynikało m.in. z ograniczenia wywozu do Chin. W eksporcie nawozów potasowych duże znaczenie odgrywają również Rosja oraz Białoruś, które w 2012 r. miały odpowiednio 19 i 15% udziału w całkowitym eksporcie. W omawianym okresie kraje te zwiększyły wywóz nawozów potasowych odpowiednio o 14 i 31%. Wzrost eksportu z tego kierunku wynikał z faktu, że od 2005 r. kraje te wspólnie eksportowały nawozy potasowe, przez co miały silną pozycję na rynku<sup>53</sup>. Ważnymi eksporterami nawozów potasowych są ponadto Niemcy oraz Izrael. Wśród wyżej wymienionych krajów największy udział eksportu w produkcji odnotowano w 2012 r. w Izraelu (96%) oraz w Rosji (91%), najmniejszy natomiast na Białorusi (81%) i w Kanadzie (86%).

Produkcja nawozów potasowych jest skoncentrowana poza rejonami największej konsumpcji nawozów mineralnych, dlatego też w krajach zużywających największe ilości nawozów potasowych zasadniczą rolę w kreowaniu podaży odgrywa import. Największym importerem nawozów potasowych w 2012 r. była Brazylia z 18% udziałem w globalnym imporcie. Jeszcze w 2011 r. największym importerem były Chiny, jednak kilkukrotny wzrost produkcji w tym kraju

---

<sup>53</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 [Skupińska 2013].

w latach 2003-2012 wpłynął na stopniowe zmniejszanie przywozu nawozów potasowych z zagranicy. Chiny zmniejszyły import w latach 2003-2012 o około 17%, podczas gdy Brazylia zaimportowała w tym czasie o 19% nawozów więcej. Ponadto ważnymi importerami nawozów potasowych były również: USA, Indie, Indonezja, Malezja oraz Francja. Wśród wymienionych krajów najwyższy wzrost importu odnotowano w Indonezji (o 146%), natomiast największy spadek przywozu wystąpił we Francji (o 55%). W USA, Indiach i Malezji zmiany wielkości importu były stosunkowo niewielkie.

**Tabela 21. Struktura geograficzna obrotów handlu międzynarodowego nawozami potasowymi (%)**

Eksport				Import			
2003		2012		2003		2012	
Kanada	35,1	Kanada	32,1	USA	19,0	Brazylia	17,9
Rosja	16,9	Rosja	18,5	Chiny	15,9	USA	16,4
Niemcy	12,0	Białoruś	14,8	Brazylia	14,8	Chiny	13,4
Białoruś	11,8	Niemcy	10,3	Indie	6,0	Indie	6,2
Izrael	8,1	Izrael	8,8	Francja	5,2	Indonezja	6,0
Pozostałe kraje	16,1	Pozostałe kraje	15,5	Pozostałe kraje	39,1	Pozostałe kraje	40,1

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

## 7. Zużycie nawozów mineralnych

### 7.1. Światowe zużycie nawozów mineralnych<sup>54</sup>

Globalne zużycie nawozów mineralnych w sezonie 2013/14 wyniosło blisko 183 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik, tj. o niespełna 2% więcej niż w sezonie poprzednim. Zwiększone zużycie wynikało m.in. z systematycznego spadku cen nawozów mineralnych na światowych rynkach. Ponadto zwiększono zużycie nawozów mineralnych w Indiach, po wyraźnym jego spadku w sezonie 2012/13<sup>55</sup>. Dynamika wzrostu globalnego zużycia nawozów mineralnych w sezonie 2013/14 była wprawdzie nieznacznie wyższa niż w sezonie poprzednim, ale wyraźnie niższa w porównaniu z sezonami 2009/10-2011/12. Według szacunków globalne zużycie nawozów mineralnych w sezonie 2014/15 osiągnie poziom blisko 184 mln ton w przeliczeniu na czysty składnik. Niewielki wzrost zużycia w porównaniu z sezonem 2013/14 wynikał będzie przede wszystkim z obniżenia cen większości podstawowych produktów rolnych sprzedawanych przez rolników w warunkach dalszego spadku cen nawozów mineralnych w handlu światowym.

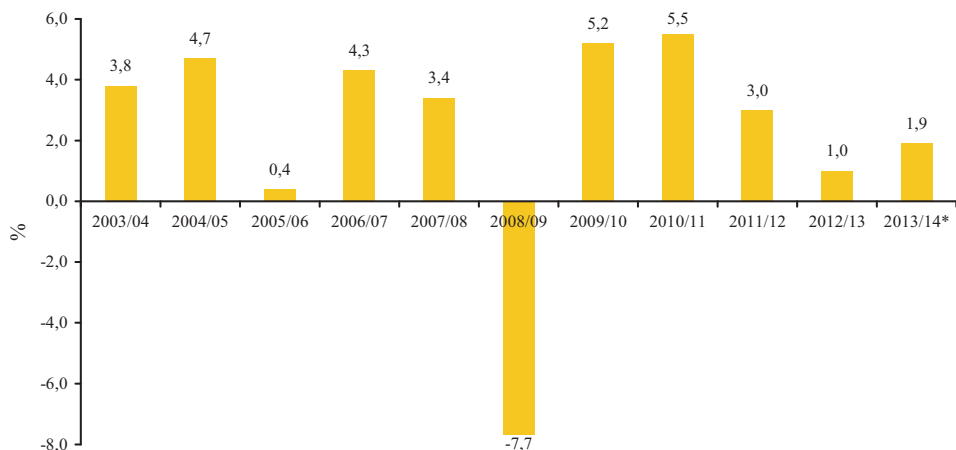
Zużycie nawozów mineralnych w sezonie 2013/14 było blisko 23% wyższe niż 10 lat wcześniej. W tym okresie zużycie nawozów azotowych wzrosło o 27%, fosforowych o 19%, a potasowych o 15%. W rezultacie udział nawozów azotowych w strukturze zużycia nawozów mineralnych ogółem wzrósł o około 2 p.p. do 61%, a nawozów fosforowych i potasowych zmalał do odpowiednio 23 i 16%. Pomimo że azot jest dominującym składnikiem w strukturze zużycia nawozów mineralnych, obserwowana jest tendencja rozszerzenia stosunku składników pokarmowych N:P:K w nawożeniu na rzecz azotu. Ze względów produkcyjnych, ale też środowiskowych jest to zjawisko niekorzystne, gdyż prowadzi do zubożenia gleby w przyswajalne formy fosforu i potasu oraz do spadku efektywności działania nawozów azotowych [Fotyma i in. 2010].

---

<sup>54</sup> Na podstawie danych IFA.

<sup>55</sup> Zmniejszone nawożenie mineralne w Indiach w sezonie 2012/13 wynikało z niekorzystnych zmian w systemie subsydiowania nawozów mineralnych. Subsydia do nawozów azotowych obniżono wówczas o 11,6%, fosforowych o 32,6%, a potasowych o 10,3%. W sezonie 2013/14, pomimo dalszej redukcji poziomu subsydiów (azotowych o 13,0%, fosforowych o 14,3%, potasowych o 21,5%), zużycie nawozów wzrosło. Wzrost zużycia nawozów wynikał ponadto z korzystnych warunków pogodowych. W sezonie 2014/15 subsydia do nawozów azotowych i fosforowych pozostaną bez zmian, natomiast do nawozów potasowych zostaną obniżone o 17,7% [Heffer 2014].

**Rysunek 24. Dynamika zmian globalnego zużycia nawozów mineralnych**



\* szacunek IFA

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

**Tabela 22. Zużycie nawozów mineralnych na świecie (mln ton NPK)**

Wyszczególnienie	2003/04	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14*	2014/15**
Nawozy azotowe	87,6	102,4	104,5	107,8	108,7	111,1	111,9
Nawozy fosforowe	34,9	37,5	40,5	41,6	41,4	41,5	41,5
Nawozy potasowe	26,1	23,6	27,5	28,2	29,2	30,1	30,4
Nawozy mineralne ogółem	148,6	163,5	172,5	177,6	179,3	182,7	183,8

\* szacunek IFA, \*\* prognoza IFA

Źródło: Dane IFA

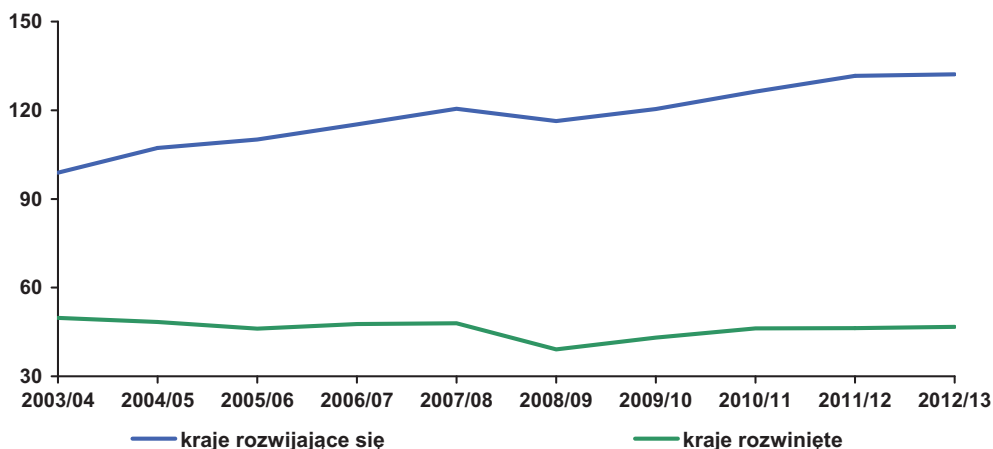
## 7.2. Regionalne zmiany zużycia nawozów mineralnych<sup>56</sup>

Regiony szybko zwiększającego się zapotrzebowania na żywność, gdzie szczególnie dynamicznie rośnie liczba ludności oraz zwiększają się ich dochody, są motorem wzrostu globalnego popytu na nawozy mineralne [Mrówczyński 2011]. W związku z tym odmiennie kształtują się tendencje zużycia między krajami rozwijającymi się a rozwiniętymi [Hernandes i Torero 2011, Bump i Baanante 1996, Maligreau i in. 2012]. W krajach rozwijających się obserwuje się dy-

<sup>56</sup> Na podstawie danych IFA.

namiczny wzrost zużycia nawozów sztucznych, natomiast w krajach rozwiniętych gospodarczo zużycie nawozów jest raczej stabilne, a nawet charakteryzuje się niewielkim trendem spadkowym. W ciągu 9 lat nawożenie mineralne w krajach rozwijających się zwiększyło się o 34%, podczas gdy w krajach rozwiniętych gospodarczo zmalało o 6%. W efekcie tych zmian udział w światowym zużyciu krajów rozwijających się wzrósł z 67% w sezonie 2003/04 do 74% w roku gospodarczym 2012/13, natomiast krajów rozwiniętych zmalał z 33 do 26%.

**Rysunek 25. Zużycie nawozów mineralnych w krajach rozwijających się i rozwiniętych (mln ton NPK)**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Różnice w trendach zużycia między krajami rozwijającymi się a rozwiniętymi mają kilka przyczyn. W krajach rozwiniętych gospodarczo rynki żywnościowe są z reguły silnie nasycone, a popyt ze względów demograficznych i dochodowych nie ma poważniejszych podstaw do dalszego wzrostu. Ponadto w niektórych krajach rozwiniętych duży odsetek stanowią duże, nowoczesne gospodarstwa, które wysokie plony osiągają przede wszystkim przy wykorzystaniu postępu genetycznego pozwalającego lepiej wykorzystać czynniki środowiskowe przy jednoczesnej optymalizacji nawożenia mineralnego. Szczególnego znaczenia w tym kontekście nabiera monitorowanie stanu gleby, warunków przyrodniczych i stosowanie zmiennych dawek nawozów oraz dostosowany do bilansu substancji organicznej gleby pobór resztek pożywnych (np. na cele energetyczne). Stosowanie w obrębie pola uprawnego zmiennych dawek nawozów łączy się z zagadnieniami precyzyjnego nawożenia, co jest odpowiedzią na przestrzenną zmienność gleby i plonowania roślin [Piwowar 2011, Muth i Bryden 2012]. W USA w latach 1996-2010 nastąpił

wyraźny wzrost udziału upraw z zastosowaniem monitorów wydajności oraz technologii zmiennej dawki. Monitory wydajności w USA są stosowane w 60% upraw kukurydzy, 45% upraw soi i 40% upraw kukurydzy. Technologie zmiennej dawki są mniej rozpowszechnione, stosowane na około 25% powierzchni upraw kukurydzy [Paxton i in. 2011].

Ograniczanie zużycia nawozów mineralnych w krajach rozwiniętych gospodarczo, w tym głównie w krajach Zachodniej Europy, wynika również z narastającej presji środowiskowej. Prowadzone są programy mające na celu promowanie zdrowej żywności, dzięki czemu większe znaczenie przypisuje się rolnictwu ekologicznemu<sup>57</sup> i integrowanej produkcji rolnej. Zagrożenia środowiskowe związane z intensywną produkcją rolniczą, coraz pełniej, dzięki postępowi nauki, identyfikowane, stają się coraz bardziej istotnym czynnikiem wyznaczającym kierunki rozwoju przemysłu nawozów mineralnych, a także stawiają przed rolnictwem nowe zadania związane z ochroną przestrzeni przyrodniczej, w tym szczególnie czystości wód powierzchniowych i gleb uprawnych.

W krajach rozwijających się szybko rosnący popyt na żywność wynikający ze wzrostu populacji i dobrobytu wywiera silną presję na wzrost produkcji rolniczej, który jest osiągany głównie dzięki intensyfikacji nawożenia. Presja na wzrost plonowania jest ogromna, a wyższe plony są osiągane poprzez stosowanie coraz wyższych dawek nawozów mineralnych, co często jest sprzeczne z zasadami rolnictwa zrównoważonego. Przykładowo w Chinach poziom zużycia nawozów mineralnych w wielu rejonach, zwłaszcza na północy kraju stał się na tyle wysoki, że zaczął znacząco przyczyniać się do zanieczyszczenia wód i do degradacji gleb, nie powodując przy tym wzrostu plonów [Vitousek i in. 2009].

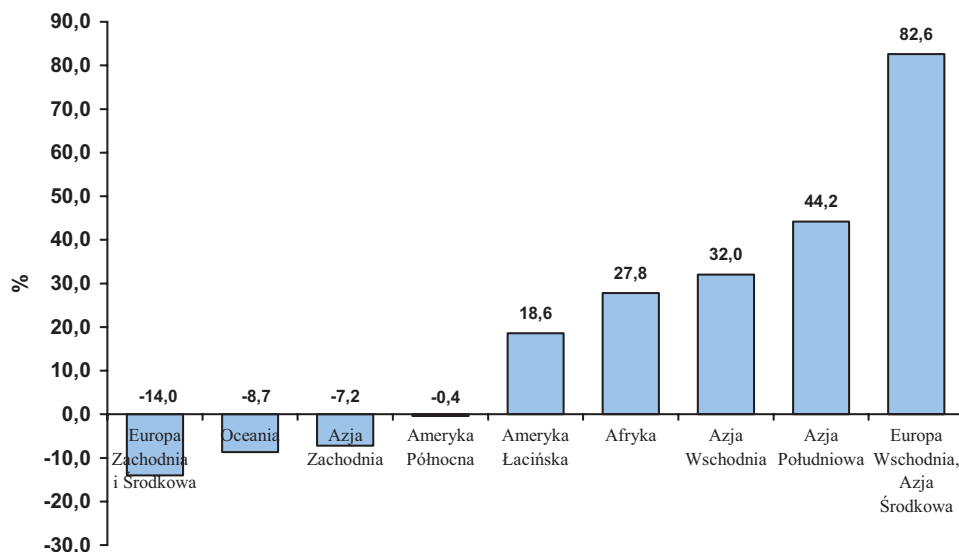
Zmiany zużycia nawozów mineralnych w różnych regionach świata są bardzo zróżnicowane. Poziom nawożenia mineralnego wzrasta najszybciej w tych rejonach, gdzie było ono relatywnie niskie i w konsekwencji różnice te stopniowo się zmniejszają. Pomiędzy sezonem 2003/04 a 2012/13 największy wzrost zużycia nawozów mineralnych wystąpił w Azji Środkowej i Europie Wschodniej (o 83%) oraz w Azji Południowej (o 44%). Wyraźny spadek zużycia odnotowano w Europie Zachodniej i Środkowej (o 14%).

---

<sup>57</sup> Jak zauważa Kuś [2014] w Unii Europejskiej szybki rozwój rolnictwa ekologicznego nastąpił po reformie Wspólnej Polityki Rolnej zapoczątkowanej w 1991 r. W latach 1991–2012 powierzchnia użytków rolnych wykorzystywanych przez gospodarstwa ekologiczne wzrosła z około 0,4 do ponad 10,0 mln ha. W 2011 r. gospodarstwa ekologiczne wykorzystywały średnio 5,4% ogółu użytków rolnych UE.



**Rysunek 26. Regionalne zmiany zużycia nawozów mineralnych w sezonach 2003/04-2012/13**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

Blisko 40% światowej konsumpcji nawozów mineralnych przypada na kraje Azji Wschodniej. Duże ilości nawozów (prawie 18% globalnej konsumpcji) zużywa się w Azji Południowej. Ameryka Północna oraz Europa Zachodnia i Środkowa generują łącznie niewiele ponad 20% światowego popytu.

### 7.3. Zużycie nawozów mineralnych w wybranych krajach<sup>58</sup>

Największe ilości nawozów mineralnych zużywa się w Chinach, na które przypada obecnie około 30% globalnej konsumpcji nawozów. Znaczący odsetek zużywanych nawozów mineralnych przypada również na Indie (14% światowej konsumpcji), USA (11%) a także na Brazylię (7%). W pierwszej dziesiątce krajów zużywających największe ilości nawozów znalazły się ponadto: Indonezja, Kanada, Pakistan, Francja, Rosja i Wietnam, jednakże udział żadnego z tych krajów w światowym zużyciu nawozów mineralnych nie przekroczył 3%.

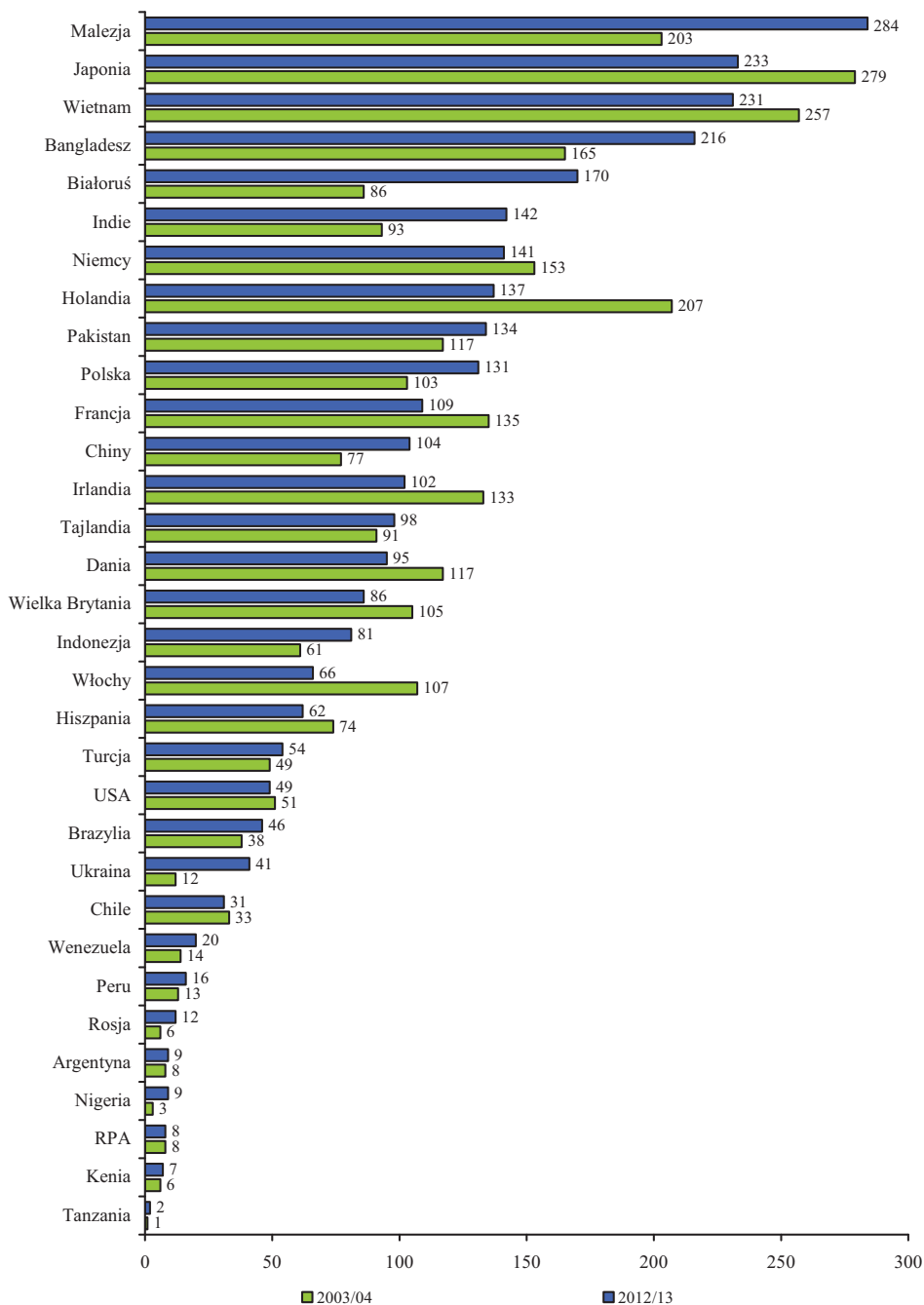
Wśród wymienionych wyżej krajów największy wzrost zużycia pomiędzy sezonem 2003/04 a 2012/13 odnotowano w Rosji (o 81%), Indonezji (o 70%) oraz w Indiach (o 52%). Ponad 20% spadek zużycia odnotowano z kolei we Francji, co wynikało m.in. z optymalizacji nawożenia oraz rosnącej

<sup>58</sup> Na podstawie danych IFA.

świadomości ekologicznej Europejczyków skutkującej presją na spadek stopnia nawożenia. W kraju zużywającym największe ilości nawozów mineralnych, czyli w Chinach, całkowite zużycie wzrosło wprawdzie o 35%, jednak w ostatnich kilku latach dynamika wzrostu wyraźnie spowolniła. Dalsze zwiększanie poziomu nawożenia w wielu rejonach Chin przestało przynosić efekty w postaci zwiększenia wydajności, ale zaczęło negatywnie oddziaływać na środowisko naturalne. Nawet przy ograniczeniu nawożenia mineralnego na tych obszarach o 20-30% plony zbóż pozostałyby takie same, a nawet zwiększyłyby się [Kahrl i in. 2010].

Średnie jednostkowe zużycie nawozów mineralnych na świecie w sezonie 2012/13 wyniosło 36 kg/ha UR, tj. o 6 kg więcej niż w roku gospodarczym 2003/04. Jednostkowe zużycie nawozów mineralnych jest silnie zróżnicowane pomiędzy poszczególnymi krajami. Najwyższy poziom zużycia nawozów mineralnych na jednostkę powierzchni, przekraczający najczęściej 100 kg NPK/ha UR, występuje obecnie w krajach Azji Południowej i Wschodniej, w Egipcie oraz w niektórych krajach Europy Zachodniej, a więc na obszarach o względnie wysokim stopniu intensywności rolnictwa. Jednak o ile w krajach azjatyckich jednostkowe zużycie NPK systematycznie rośnie, to w krajach Europy Zachodniej trend jest raczej odwrotny. W krajach azjatyckich intensyfikuje się nawożenie mineralne, natomiast w krajach europejskich dąży się do jego optymalizacji, co ma szczególne znaczenie w warunkach zaostrzenia polityki prośrodowiskowej i prozdrowotnej. Przykładowo w Indiach jednostkowy poziom zużycia nawozów mineralnych wzrósł w ciągu 9 ostatnich lat o 53%, w Malezji o 40%, w Chinach o 35%, w Indonezji o 33%, a w Bangladeszu o 31%, natomiast we Włoszech nawożenie NPK/ha UR obniżono o 38%, w Holandii o 34%, w Irlandii o 24%, we Francji o 19%, a w Wielkiej Brytanii i Danii o 18%. Silny trend spadkowy zużycia nawozów mineralnych w krajach Europy Zachodniej, a w szczególności w Holandii, Austrii, Francji i Grecji, potwierdzają badania Matyki [2013]. Należy podkreślić, że spadek poziomu nawożenia mineralnego w krajach Europy Zachodniej w tym okresie nie spowodował zmniejszenia plonowania roślin uprawnych.

**Rysunek 27. Zużycie nawozów mineralnych w wybranych krajach  
(kg NPK/ha UR)**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA i FAO.

W USA, Kanadzie i Argentynie poziom nawożenia jest stosunkowo niewielki, co wynika m.in. ze znacznego udziału w strukturze zasiewów pastwisk użytkowanych ekstensywnie. Nadal istnieją jednak 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, niekorzystnymi warunkami przyrodniczymi oraz niewystarczającym zaopatrzeniem w środki produkcji dla rolnictwa. Jak zauważa Gulbicka [2013] większość rolników z Afryki nie stosuje żadnych nawozów mineralnych lub zużywa niewielkie ich ilości, co w połączeniu z przestarzałymi technologiami upraw wpływa na niskie plonowanie oraz wyjałowienie gleb. Ponadto kontynent afrykański charakteryzuje się bardzo zróżnicowanym poziomem nawożenia mineralnego. W najbiedniejszych rejonach kontynentu, w Afryce Subsaharyjskiej nawożenie mineralne w niektórych krajach m.in. w Nigrze, Togo i Gwinei nie przekracza 1 kg NPK/ha UR, natomiast na północy kontynentu, w Egipcie, zużywa się około 400 kg NPK/ha UR.

#### 7.4. Bilans nawozów mineralnych w wybranych krajach

Do oceny bilansu rynkowego wykorzystano kilka podstawowych wskaźników: wskaźnik samowystarczalności produkcji, specjalizacji eksportowej oraz penetracji importowej (1). Samowystarczalność jest relacją produkcji do popytu wewnętrznego. Wartości indeksu większe od 100 informują, że na rynku występują nadwyżki podaży, które mogą być przeznaczone na eksport. Wskaźnik specjalizacji eksportowej obrazuje, jaka część produkcji jest kierowana na eksport, natomiast wskaźnik penetracji importowej informuje o tym, jaka część podaży rynkowej jest zaspokajana przez produkty importowane. Wysokie wartości wskaźników penetracji importowej występują najczęściej w przypadku niskich wartości wskaźników samowystarczalności [Misala 2000].

(1)

$$SR_i = \frac{P_i \cdot 100}{P_i - X_i + M_i} [\%], \quad EO_i = \frac{X_i \cdot 100}{P_i} [\%], \quad MP_i = \frac{M_i \cdot 100}{P_i - X_i + M_i} [\%]$$

gdzie:

$SR_i$  – wskaźnik samowystarczalności,  $EO_i$  – wskaźnik specjalizacji eksportowej,  $MP_i$  – wskaźnik penetracji importowej,  $P_i$  – średnioroczna produkcja w okresie  $i$ ,  $X_i$  – średnioroczny eksport w okresie  $i$ ,  $M_i$  – średnioroczny import w okresie  $i$ .

Kraje posiadające złoża surowców wykorzystywanych do produkcji nawozów mineralnych są z reguły samowystarczalne w produkcji nawozów mineralnych, a nadwyżki produkcji mogą z powodzeniem kierować na rynki zewnętrzne. Do takich krajów należy przede wszystkim Rosja i Kanada, ale także Niemcy, Ukraina, Białoruś oraz Arabia Saudyjska. Wskaźnik samowystarczalności w Niemczech wynosi około 160%, na Ukrainie około 190%, a w pozostałych wymienionych krajach przekracza 300%. Saldo handlu zagranicznego jest dodatnie, a wskaźnik specjalizacji eksportowej wynosi przeciętnie 70-80%. Import nawozów mineralnych w analizowanych krajach nie ma większego znaczenia. Wyjątkiem są Niemcy, które są uzależnione od importu nawozów fosforowych i częściowo azotowych oraz Ukraina, która importuje nawozy potasowe.

Drugą grupę stanowią kraje, w których popyt na nawozy w ostatnich latach zaczął szybko rosnąć, co pociągnęło za sobą również dynamiczny rozwój potencjału produkcyjnego. Produkcja nawozów w tych krajach, oparta na własnych lub importowanych surowcach, w zdecydowanej większości jest przeznaczana na potrzeby rynku wewnętrznego, a handel zagraniczny ma na ogół niewielkie znaczenie. Do tej grupy krajów należy zaliczyć Chiny, Indie, Pakistan oraz Indonezję. W Chinach produkcja rosła szybciej niż popyt wewnętrzny, co zdecydowało o tym, że wskaźnik samowystarczalności wzrósł z 92% średnio w latach 2003-2007 do ponad 105% w latach 2008-2012. Nadwyżkę podaży zaczęto przeznaczać na eksport, jednocześnie zmniejszając uzależnienie od importu. Wskaźnik specjalizacji eksportowej zwiększył się z 7 do 12%, a wskaźnik penetracji importowej zmalał z 15% w latach 2003-2007 do 7% w latach 2008-2012. Natomiast w Indiach i Indonezji zużycie rosło dużo szybciej niż możliwości produkcyjne, co zwiększyło uzależnienie tych krajów od przywozu nawozów mineralnych z zagranicy. Poza tym Indie, Indonezja i Pakistan produkują przede wszystkim nawozy azotowe, mając równocześnie deficyt nawozów potasowych i fosforowych. W Indiach wskaźnik penetracji importowej zwiększył się z 24% średnio w latach 2003-2007 do 40% w latach 2008-2012.

Kolejną grupę stanowią kraje, które z powodu niedostatecznie rozwiniętego własnego przemysłu nawozowego oraz braku zaplecza surowcowego są silnie uzależnione od importu gotowych nawozów mineralnych. Wskaźnik samowystarczalności nie przekracza w tych krajach na ogół 50%, a wskaźnik penetracji importowej sięga 90%. Krajami tymi są przede wszystkim: Brazylia, Francja i Tajlandia, ale także Wietnam, Meksyk i Australia. Eksport nawozów z tego kierunku ma raczej marginalne znaczenie. Wyjątek stanowi Meksyk i Australia, skąd eksportowane są nawozy fosforowe, głównie w formie fosforanu amonu.

**Tabela 23. Bilans nawozów mineralnych w wybranych krajach**

Kraj	Średnio w latach	Produkcja	Import	Eksport	Saldo handlu	Podaż rynkowa	Wskaźnik samowystarczalności	Wskaźnik specjalizacji eksportowej	Wskaźnik penetracji importowej
		mln ton NPK					%		
Rosja	2003-07	14,9	0,0	12,4	12,4	2,5	596,0	83,1	0,0
	2008-12	14,6	0,0	12,1	12,1	2,5	584,0	82,5	0,0
Kanada	2003-07	14,1	0,8	11,3	10,5	3,6	391,7	80,3	22,2
	2008-12	12,6	0,8	10,0	9,2	3,4	370,6	79,5	23,5
Niemcy	2003-07	5,0	1,6	3,6	2,0	3,0	166,7	71,8	53,3
	2008-12	4,1	1,4	3,0	1,6	2,5	164,0	73,0	56,0
Białoruś	2003-07	5,5	0,0	4,2	4,2	1,3	423,1	76,5	0,0
	2008-12	5,5	0,1	4,0	3,9	1,6	343,8	72,5	6,3
Ukraina	2003-07	2,7	0,3	2,2	1,9	0,8	337,5	82,9	37,5
	2008-12	2,7	0,6	1,9	1,3	1,4	192,9	70,0	42,9
Arabia Saudyjska	2003-07	1,6	0,0	1,2	1,2	0,4	400,0	77,6	0,0
	2008-12	2,0	0,0	1,7	1,7	0,3	666,7	85,8	0,0
Chiny	2003-07	42,6	6,8	3,1	-3,7	46,3	92,0	7,3	14,7
	2008-12	54,7	3,7	6,5	2,8	51,9	105,4	12,0	7,1
Indie	2003-07	15,1	4,8	0,0	-4,8	19,9	75,9	0,0	24,1
	2008-12	16,0	10,7	0,0	-10,7	26,7	59,9	0,0	40,1
Indonezja	2003-07	3,0	1,0	0,3	-0,7	3,7	81,1	9,9	27,0
	2008-12	3,7	1,8	0,3	-1,5	5,2	71,2	8,8	34,6
Pakistan	2003-07	2,6	1,0	0,0	-1,0	3,6	72,2	0,0	27,8
	2008-12	2,9	0,9	0,0	-0,9	3,8	76,3	0,0	23,7
Brazylia	2003-07	3,0	7,1	0,3	-6,8	9,8	30,6	8,3	72,4
	2008-12	3,1	7,9	0,2	-7,7	10,8	28,7	7,0	73,1
Francja	2003-07	1,4	3,1	0,3	-2,8	4,2	33,3	21,8	73,8
	2008-12	0,9	2,6	0,2	-2,4	3,3	27,3	19,3	78,8
Tajlandia	2003-07	0,2	1,7	0,0	-1,7	1,9	10,5	0,0	89,5
	2008-12	0,1	2,1	0,0	-2,1	2,2	4,5	0,0	95,5
Wietnam	2003-07	0,7	1,5	0,0	-1,5	2,2	31,8	2,6	68,2
	2008-12	0,9	1,4	0,0	-1,4	2,3	39,1	7,5	60,9
Meksyk	2003-07	0,4	1,4	0,0	-1,4	1,8	22,2	14,7	77,8
	2008-12	0,9	1,2	0,5	-0,7	1,6	56,3	49,9	75,0
Australia	2003-07	1,0	1,4	0,2	-1,2	2,2	45,5	18,4	63,6
	2008-12	1,0	1,3	0,3	-1,0	2,0	50,0	30,2	65,0
USA	2003-07	16,4	9,6	6,0	-3,6	20,0	82,0	36,9	48,0
	2008-12	16,4	8,9	4,5	-4,4	20,8	78,8	27,4	42,8

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IFA.

W USA produkcja nawozów mineralnych jest przeznaczana głównie na potrzeby rynku wewnętrznego, ale część produkcji, zwłaszcza nawozów fosforowych, jest kierowana na rynki zagraniczne. Mimo że wskaźnik samowystarczalności produkcji nawozów mineralnych jest relatywnie wysoki, to import pełni bardzo ważną rolę w krajowej podaży nawozów mineralnych, których USA są największym importerem na świecie.

## **8. Ceny nawozów mineralnych i surowców**

Wpływ nawozów mineralnych na produkcję rolniczą jest dwójaki, dotyczy przychodów oraz kosztów. Z jednej strony nawozy mineralne są zaliczane do nakładów mających decydujący wpływ na poziom uzyskiwanych plonów, a w konsekwencji na wielkość przychodów. Z drugiej strony jednak nawozy mineralne stanowią ważny, choć zróżnicowany w zależności od systemów i technologii uprawy, składnik kosztów produkcji roślinnej.

### **8.1. Uwarunkowania cenowe na rynku nawozów mineralnych**

Na funkcjonowanie rynku nawozów mineralnych, podobnie jak w przypadku innych rynków, wpływ mają uwarunkowania popytowe oraz podażowe [Huang 2009, Alemu 2011, Ott 2012]. Od strony popytowej zasadnicze znaczenie mają ceny produktów rolnych, a w szczególności ceny zbóż [Soh 2001]. Popyt na nawozy mineralne jest popytem pochodnym, który wynika z popytu na produkty rolne. Zgodnie z rachunkiem ekonomicznym wzrost cen produktów rolnych powinien zwiększać ekonomiczną efektywność stosowania nawozów i zwiększać optymalne ekonomicznie poziomy nawożenia. W konsekwencji powinno to prowadzić do wzrostu zapotrzebowania na nawozy, a co za tym idzie – wzrostu cen. Zastrzeżenie co do poprawności tego rozumowania wynika z faktu, że decyzje odnośnie 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. Alternatywnie związek cen nawozów mineralnych z cenami produktów rolnych może wynikać z efektu dochodowego. Wzrost cen produktów rolnych zwiększa bowiem dochody rolników, co skutkuje zwiększonym popytem na podstawowe środki produkcji, w tym nawozy mineralne. Zależność taka jest stwierdzana na wielu rynkach, zwłaszcza w warunkach ograniczeń w dostępie do kredytów.

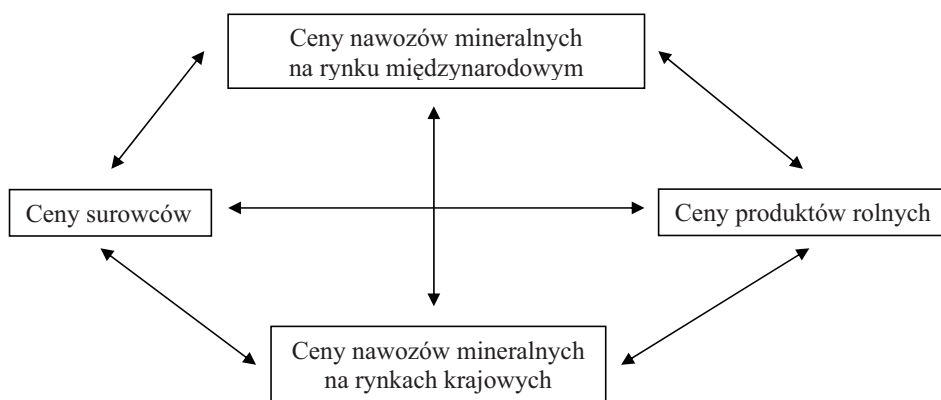
Po stronie podażowej zasadnicze znaczenie w kształtowaniu cen nawozów mineralnych mają ceny surowców do ich wytwarzania, w tym bezpośrednich nośników energii, które dodatkowo wpływają na koszty transportu nawozów [Blanco 2011]. Ceny gazu ziemnego oraz węgla kamiennego determinują koszty wytwarzania nawozów azotowych, ceny fosforytów wpływają z kolei na



koszty produkcji nawozów fosforowych, a surowej soli potasowej – na koszty produkcji nawozów potasowych. Ceny ropy naftowej, od których 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.

Na poziom cen nawozów mineralnych wpływ mogą mieć szeroko rozumiane regulacje rynku i mechanizmy polityki gospodarczej (np. maksymalne ceny nawozów, cła eksportowe, taryfy importowe, zwolnienia podatkowe, subsydiowanie sektora rolnego, praktyki dumpingowe). Znaczenie mogą mieć również zmiany w technologiach produkcji nawozów.

**Rysunek 28. Uwarunkowania cenowe na rynku nawozów mineralnych – model teoretyczny**



*Źródło: Opracowanie własne.*

Rynek nawozów mineralnych cechuje duży udział międzynarodowych obrotów handlowych oraz wysoki stopień koncentracji produkcji i eksportu [Hernandes i Torero 2011]. Z uwagi na to funkcjonowanie poszczególnych krajowych rynków nawozów mineralnych uwarunkowane jest zarówno czynnikami wewnętrznymi, jak również sytuacją na rynkach zagranicznych [Alemu 2011].

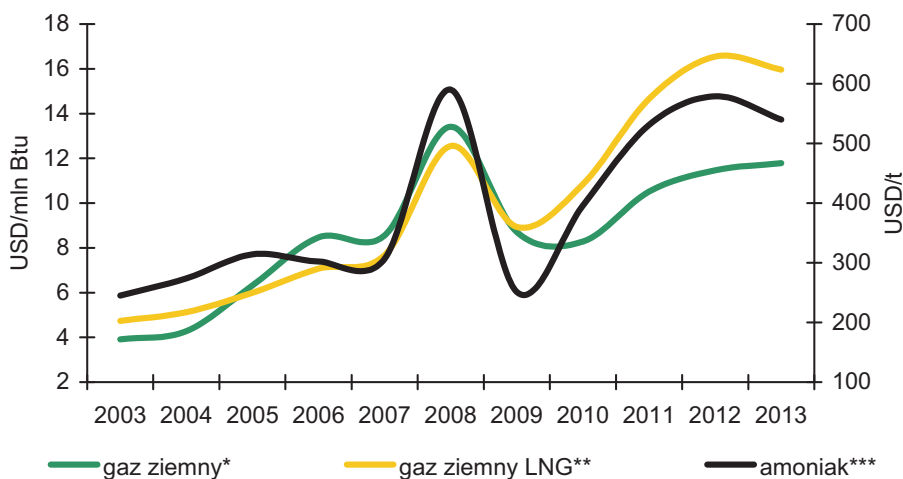
## 8.2. Ceny surowców do produkcji nawozów mineralnych<sup>59</sup>

### Amoniak

W kształtowaniu cen amoniaku istotną rolę odgrywa cena gazu ziemnego, gdyż jego koszt stanowi 72-85% ogólnych kosztów wytwarzania amoniaku [Huang 2007].

Średnioroczna cena amoniaku notowanego na giełdzie w USA wzrosła w ciągu 10 lat ponad 2-krotnie, z 245 USD/t w 2003 r. do 540 USD/t w 2013 r. Najwyższy wzrost cen odnotowano w 2008 r., kiedy średnioroczna cena amoniaku wzrosła blisko 2-krotnie do rekordowego poziomu 590 USD/t. W 2009 r. spadek popytu spowodowany zmniejszoną produkcją nawozów oraz obniżenie kosztów wytwarzania w związku z taniejącym gazem ziemnym wpłynęło na obniżenie średniorocznej ceny amoniaku do poziomu 250 USD/t. W kolejnych latach zwiększony popyt na amoniak oraz wzrost cen gazu ziemnego przyczyniły się do podwyższenia cen do poziomu ponad 500 USD/t w 2012 r. W 2013 r. ceny amoniaku zmalały, co było spowodowane przede wszystkim zmniejszonym popytem na surowiec w warunkach wzrostu potencjału produkcyjnego. [www.minerals.usgs.gov].

Rysunek 29. Średnioroczne ceny amoniaku i gazu ziemnego



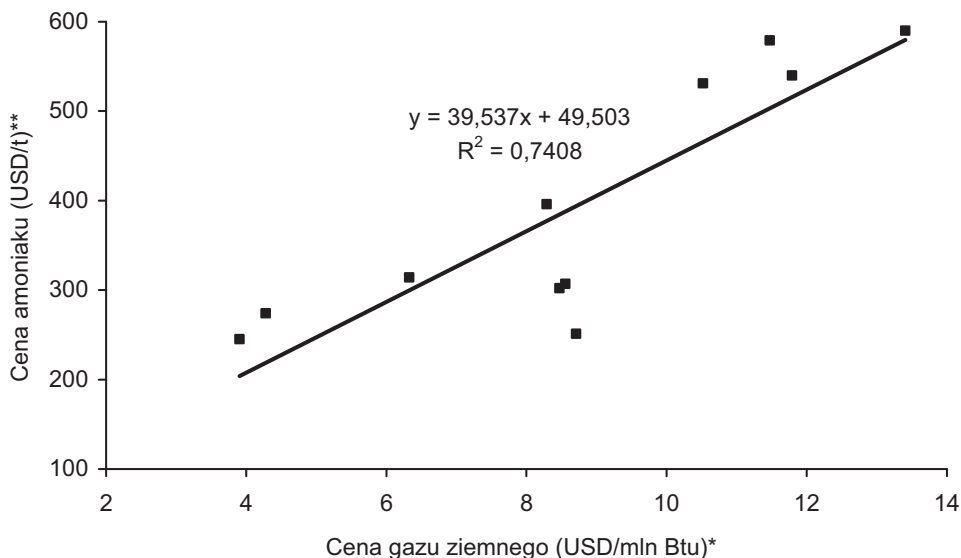
\* cena importowanego z Rosji do Europy gazu ziemnego (USD/mln Btu), \*\* cena importowanego z Indonezji do Japonii gazu skroplonego (USD/mln Btu), \*\*\*średnia cena f.o.b. Gulf (USD/t)

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

<sup>59</sup> Opracowano na podstawie danych Banku Światowego (www.econ.worldbank.org).

Statystyczna analiza zależności cen amoniaku od gazu ziemnego wykazała, że są one dodatnio skorelowane [Gruszczynski, Podgórska 2004]. Wynika to przede wszystkim z wysokiego udziału kosztów gazu ziemnego w ogólnych kosztach produkcji amoniaku. Analiza korelacji i regresji wykazała silną liniową (proporcjonalną) zależność cen gazu ziemnego i amoniaku. Potwierdzeniem tego jest wysoka wartość współczynnika determinacji  $R^2=0,74$ . Wykorzystując analizę prostej regresji, oszacowano zależność, że wzrost ceny gazu ziemnego o 1 USD/mln Btu powodował zwiększenie ceny amoniaku o 40 USD/t.

**Rysunek 30. Zależność cen amoniaku i gazu ziemnego**



\* cena importowanego z Rosji do Europy gazu ziemnego , \*\* średnia cena f.o.b. Gulf

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

### Fosforyty

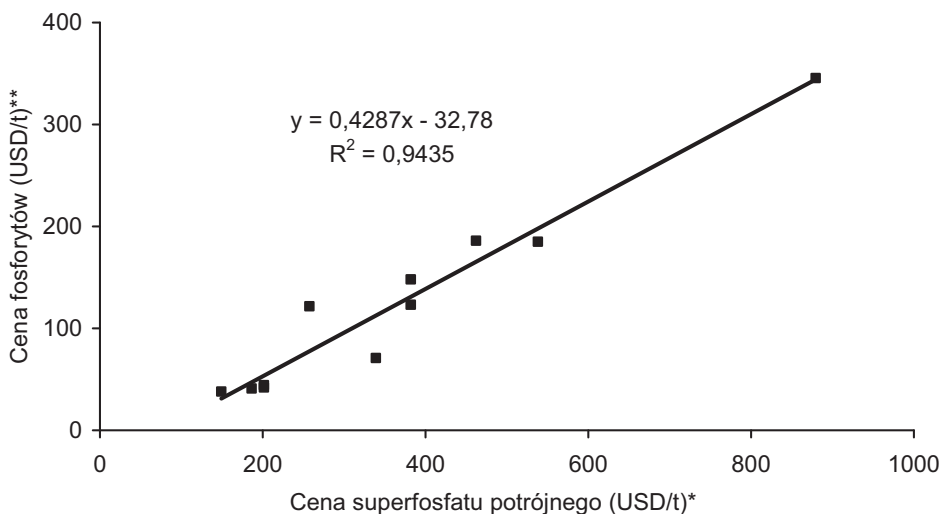
Wysoka koncentracja wydobycia fosforytów, a w konsekwencji kontrolowanie eksportu przez Maroko oraz kilka krajów z Bliskiego Wschodu (Jordania, Syria, Egipt) powoduje, że ceny fosforytów w handlu międzynarodowym są pod silnym wpływem tych krajów.

Średnioroczne ceny fosforytów z Maroka wzrosły w ciągu 10 lat blisko 4-krotnie, z 38 USD/t w 2003 r. do 148 USD/t w 2013 r. Najwyższy średnioroczny wzrost cen fosforytów odnotowano w 2008 r., gdy surowiec podrożał blisko 5-krotnie do 346 USD/t. Skokowy spadek popytu w 2009 r. spowodował, że jego ceny zostały obniżone o 65%. W latach 2010-2012 zwiększony popyt na surowiec

przyczynił się do systematycznego wzrostu cen do poziomu blisko 190 USD/t. W 2013 r. na skutek malejącego popytu ceny obniżono o około 20%.

Popyt na nawozy fosforowe generuje zapotrzebowanie na fosforyty, z kolei koszty fosforytów stanowią istotny składnik ogólnych kosztów produkcji nawozów fosforowych, stąd również ich ceny są ze sobą powiązane. Statystyczna analiza zależności cen fosforytów i nawozów fosforowych wykazała, że są one dodatnio skorelowane. Silną liniową zależność cen fosforytów i superfosfatu potrójnego potwierdza wysoka wartość współczynnika determinacji  $R^2=0,94$ . Ponadto oszacowano zależność, że wzrost ceny superfosfatu potrójnego o 100 USD/t wpływał na zwiększenie ceny fosforytów o 43 USD/t. Nieco słabsze zależności wystąpiły pomiędzy cenami fosforytów i fosforanu amonu. Wynika to z mniejszego udziału kosztów fosforytów w kosztach produkcji fosforanu amonu, gdzie ponadto ważną rolę odgrywa koszt gazu ziemnego. W tym przypadku wartość współczynnika determinacji  $R^2$  wyniosła 0,92.

**Rysunek 31. Zależność cen fosforytów i superfosfatu potrójnego**



\* cena fosforytów z Maroka f.a.s. Casablanca, \*\* średnia cena f.o.b. Gulf (USD/t)

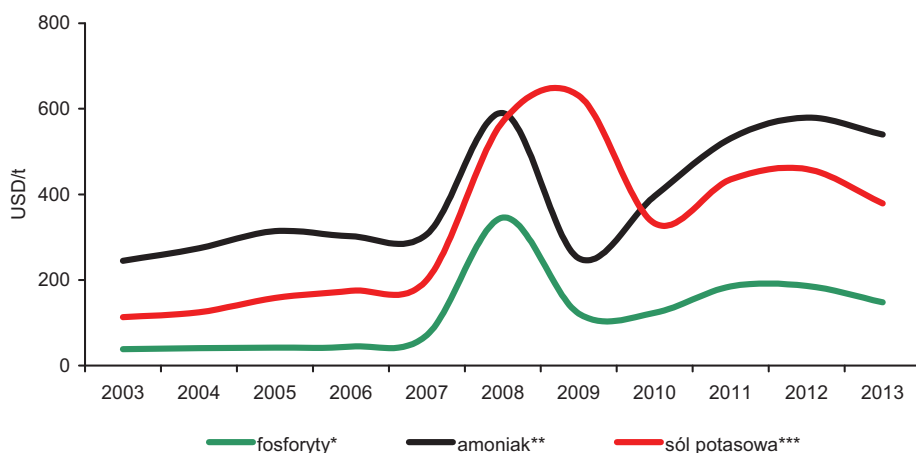
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Banku Światowego i USGS.

### *Sól potasowa*

Polityka handlowa dwóch największych producentów, będących jednocześnie największymi eksporterami, determinuje ceny na światowym rynku soli potasowej. Ceny sprzedawanej przez Rosję i Kanadę soli potasowej kształtują poziom cen u pozostałych eksporterów.

Ceny kanadyjskiej soli potasowej<sup>60</sup> w ciągu 10 lat wzrosły ponad 3-krotnie, ze 113 USD/t w 2003 r. do 379 USD/t w 2013 r., przy czym najwyższy poziom osiągnęły w 2009 r. – 630 USD/t. Podczas gdy ceny innych podstawowych surowców wykorzystywanych w przemyśle nawozowym w 2009 r. znacząco zmalały, to sól potasowa nadal drożała, a jej ceny zostały obniżone dopiero w 2010 r. Wysoki poziom cen soli potasowej, jaki utrzymał się w 2009 r., to rezultat silnej kontroli rynku przez dwóch największych eksporterów, którzy wolniej, niż miało to miejsce w przypadku nawozów azotowych lub fosforowych, zwiększali produkcję. Ponadto mimo globalnego załamania popytu na nawozy potasowe, utrzymał się wysoki popyt ze strony największego importera soli potasowej, czyli Indii. Rosnące zapasy soli potasowej u głównych producentów spowodowały, że ceny na światowych rynkach spadły w 2010 r. do 332 USD/t. Spadek cen wynikał również częściowo ze zwiększenia mocy wydobywczych w kopalniach w Niemczech, Chile, Argentynie i Brazylii. Od 2011 r. ceny soli potasowej kształtowały się podobnie jak ceny amoniaku i fosforytów. W 2013 r. spadek cen soli potasowej był bardziej zauważalny niż miało to miejsce w przypadku fosforytów i amoniaku. Powodem tego było zerwanie współpracy Rosji i Białorusi w zakresie eksportu soli potasowej, przez co kraje te straciły korzystną pozycję w negocjacjach cenowych z największymi odbiorcami i przyczyniły się do zaostrenia konkurencji na rynku.

**Rysunek 32. Średnioroczne ceny podstawowych surowców do produkcji nawozów mineralnych**



\* f.a.s. Casablanca, \*\* f.o.b. Gulf, \*\*\* f.o.b. Vancouver

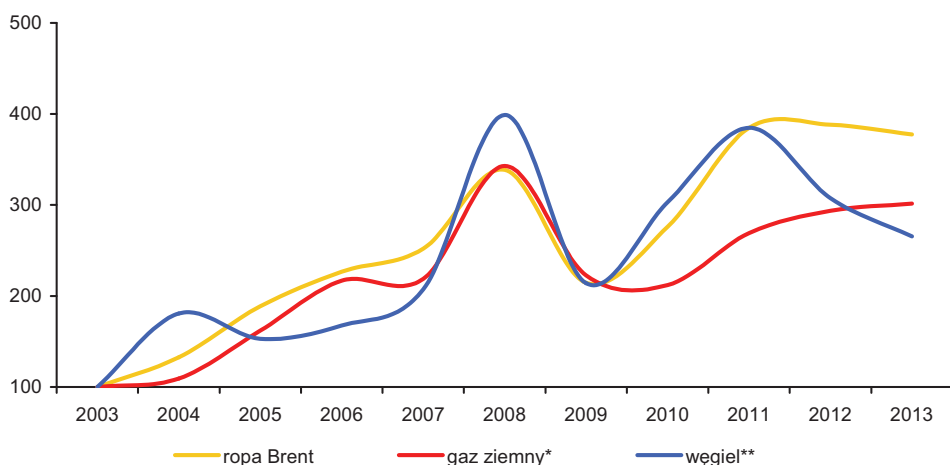
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Banku Światowego i USGS.

<sup>60</sup> Notowania f.o.b. Vancouver.

### 8.3. Ceny surowców energetycznych<sup>61</sup>

W ciągu 10 lat bezpośrednie nośniki energii podrożały ponad 3-krotnie, natomiast średni poziom cen w 2013 r. był porównywalny z rokiem poprzednim<sup>62</sup>. Zmiany cen podstawowych surowców energetycznych kształtowały się w analizowanym okresie podobnie. Na istnienie długookresowych zależności cen gazu ziemnego i ropy naftowej wskazywali m.in. Shafiee i Topal [2010], Asche i in. [2012].

**Rysunek 33. Dynamika cen wybranych bezpośrednich nośników energii (rok 2003=100)**



\* import z Rosji do Europy, \*\* f.o.b. Richard Bay (RPA)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Banku Światowego.

Importowany do Europy gaz rosyjski zdrożał w ciągu 10 lat 3-krotnie do blisko 12 USD/mln Btu, ropa naftowa Brent o 277% do 109 USD/baryłkę, a węgiel w porcie Richards Bay o 165% do 80 USD/t. Odmienne kształtowały się ceny surowców energetycznych na rynku amerykańskim. Ropa WTI (West Texas Intermediate) podrożała wprawdzie o 215%, jednak ceny gazu ziemnego zmalały o 32%. Spadek cen gazu ziemnego oraz wolniejszy wzrost cen ropy naftowej w USA wynikał przede wszystkim z dynamicznego rozwoju pozyskiwania surowców energetycznych ze źródeł niekonwencjonalnych, w tym głównie z łupków. Szerzej na temat uwarunkowań cenowych na rynku bezpośrednich

<sup>61</sup> Opracowano na podstawie danych Banku Światowego.

<sup>62</sup> Na podstawie indeksu zmian cen energii Banku Światowego. Indeks obliczany jest przy użyciu następujących wag: ropa naftowa – 84,6, gaz ziemny – 10,8, węgiel kamienny – 4,7.

nośników energii napisano m.in. w publikacjach Zalewskiego i Igrasa [2012], Łęt [2012], Kowalik i Herczakowskiej [2010].

#### **8.4. Światowe ceny nawozów mineralnych i ich powiązania z rynkami zbóż i energii<sup>63</sup>**

W latach 2003-2013 średnioroczne ceny nawozów mineralnych w handlu światowym wzrosły blisko 3-krotnie, przy czym najwyższy poziom osiągnęły w 2008 r., kiedy były aż 5-krotnie wyższe w stosunku do 2003 r.

W latach 2003-2006 ceny rosły umiarkowanie. Zbilansowana sytuacja popytowo-podażowa na światowym rynku nawozów mineralnych sprzyjała stabilizacji cen. Jednocześnie jednak systematycznie rosły ceny bezpośrednich nośników energii, w tym gazu ziemnego, co w istotny sposób przyczyniło się do zwiększenia kosztów wytwarzania nawozów mineralnych, w tym głównie nawozów azotowych, bazujących na gazie ziemnym i węglu. Dodatkowo rosnące ceny surowców energetycznych wpłynęły w pewnym stopniu na wzrost cen żywności. Rosnące ceny żywności, w tym zbóż, przyczyniły się do zwiększenia intensyfikacji upraw, co wpłynęło na zwiększenie globalnego popytu i dało asumpt do dalszych podwyżek cen nawozów mineralnych w handlu światowym. Popyt na nawozy mineralne rósł przede wszystkim w Chinach, Indiach oraz innych krajach rozwijających się, głównie w Azji i Ameryce Południowej. W omawianym okresie ceny nawozów mineralnych wzrosły o około 50%, podczas gdy ceny zbóż zostały zwiększone o 30%, a ceny bezpośrednich nośników energii – ponad 2-krotnie.

W latach 2007-2008 na wielu rynkach, m.in. bezpośrednich nośników energii, metali, minerałów i surowców rolnych, obserwowano wysokie wzrosty cen. Podobne tendencje wystąpiły również na rynku nawozów mineralnych, jednak wzrosty cen były wyraźnie wyższe niż na innych rynkach. W 2007 r. średnioroczne ceny nawozów mineralnych wzrosły o 42% w porównaniu z rokiem poprzednim, a w 2008 r. o kolejne 137%.

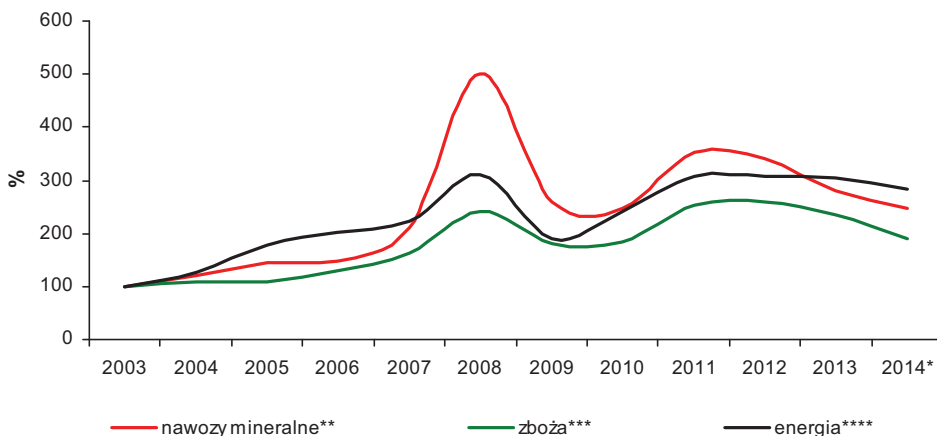
Wysokie podwyżki cen nawozów mineralnych w latach 2007-2008 to efekt rosnącej presji na zwiększanie wydajności produkcji rolniczej w warunkach drożących surowców rolnych i żywności, wzrostu cen bezpośrednich nośników energii, który podwyższył koszty wytwarzania nawozów mineralnych i transportu, a także brak możliwości szybkiego zwiększenia potencjału produkcyjnego, przy dynamicznie rosnącym popycie na nawozy. Wysokie ceny surow-

---

<sup>63</sup> Opracowano na podstawie danych Banku Światowego.

ców rolnych wynikały z niskich zbiorów zbóż i roślin oleistych, powodujących znaczący spadek zapasów światowych, ale także z pojawienia się na rynkach rolnych kapitału spekulacyjnego. Sytuacja ta zbiegła się w czasie z dynamicznie rosnącym popytem na zboża i oleiste na cele konsumpcyjne, jak i paszowe, głównie ze strony państw rozwijających się. Dodatkowo wysokie ceny ropy naftowej spowodowały zwiększone zapotrzebowanie sektora paliwowo-energetycznego na surowce rolne służące do produkcji biopaliw.

**Rysunek 34. Średnioroczne wskaźniki zmian cen nawozów mineralnych, zbóż i energii (rok 2003=100)**



\* dane szacunkowe;

\*\* obliczono przy zastosowaniu następujących wag: mocznik – 0,41, superfosfat potrójny – 0,22, sól potasowa – 0,20, fosforyty – 0,17;

\*\*\* obliczono przy zastosowaniu następujących wag: kukurydza – 40,8, ryż – 30,2, pszenica – 25,3, jęczmień – 3,7;

\*\*\*\* obliczono przy zastosowaniu następujących wag: ropa naftowa – 84,6, gaz ziemny – 10,8, węgiel kamienny – 4,7.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Banku Światowego.

Pod koniec 2008 r. ceny nawozów mineralnych zaczęły się obniżać. Relatywnie drogie nawozy mineralne w 2008 r. spowodowały pogorszenie opłacalności produkcji rolnej. Spadek zainteresowania nawozami wynikał również z obniżenia cen zbóż, pod wpływem zwiększenia ich zbiorów oraz wycofania z rynków rolnych kapitału spekulacyjnego, a także spadku zapotrzebowania na żywność w warunkach kryzysu gospodarczego. Spadły ceny energii, co skutkowało zmniejszeniem kosztów wytwarzania i transportu nawozów mineralnych. W rezultacie, w 2009 r. średnioroczne ceny nawozów mineralnych zmalały o blisko 50% w porównaniu z 2008 r.



W 2010 r. ceny nawozów mineralnych w handlu światowym kształtowały się na poziomie roku poprzedniego. W 2011 r. korzystna koniunktura na światowych rynkach rolnych, ale także wyraźny wzrost cen paliw energetycznych sprzyjały rosnącemu popytowi na nawozy, które w konsekwencji podrożały o 43% w porównaniu z 2010 r. W 2012 r. ceny nawozów charakteryzowały się niewielkimi zmianami, co wynikało przede wszystkim z ustabilizowanej sytuacji popytowo-podażowej, a także niewielkich zmian cen na rynku energii oraz surowców rolnych. Średnioroczne ceny w 2012 r. zmalały o 3% w stosunku do 2012 r.

W 2013 r. odnotowano wyraźne spadki cen nawozów mineralnych w handlu światowym. Powodem obniżek był przede wszystkim zmniejszony popyt na nawozy mineralne w Indiach, gdzie obniżono subsydia do zakupów nawozów. Ponadto w drugiej połowie roku spadły światowe ceny zbóż, co przyczyniło się do obniżenia dochodów rolników i zmniejszenia nakładów na podstawowe środki plonotwórcze. Malejącym cenom nawozów mineralnych w handlu światowym sprzyjało również obniżenie ceł eksportowych na nawozy w Chinach oraz zakończenie współpracy Rosji i Białorusi w zakresie eksportu soli potasowej, co wyraźnie zwiększyło konkurencję na rynku nawozów potasowych. Średnioroczne ceny nawozów mineralnych były o 17% niższe niż rok wcześniej.

W 2014 r. nadal miały miejsce spadki cen nawozów mineralnych. Powodem obniżek był pogłębiający się spadek cen zbóż, skutkujący zmniejszonym popytem na podstawowe środki produkcji, ale także malejące ceny surowców energetycznych, wpływające na zmniejszenie kosztów produkcji. Szacuje się, że w 2014 r. średnioroczne ceny nawozów były o ponad 10% niższe niż rok wcześniej.

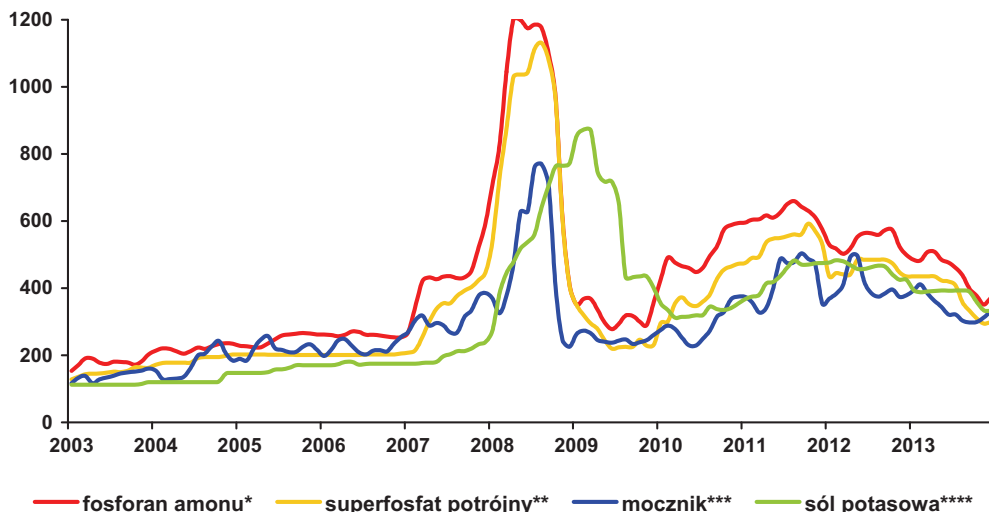
#### *Ceny podstawowych nawozów mineralnych*

Miesięczne ceny podstawowych nawozów mineralnych w handlu światowym, tj. mocznika, fosforanu amonu, superfosfatu potrójnego oraz soli potasowej, w latach 2003-2013 charakteryzowały się podobnymi tendencjami, co wynika przede wszystkim z uwarunkowań popytowych. Rosnącemu zapotrzebowaniu na jedną grupę nawozów towarzyszy zwiększający się popyt na inne grupy nawozów, ponieważ poszczególne grupy asortymentowe nawozów mineralnych (azotowe, fosforowe i potasowe) nie są komplementarne.

W analizowanym okresie tempo zmian cen poszczególnych nawozów było podobne, chociaż rozkład w czasie wzrostów i spadków cen był odmienny. Silne wzrosty, a następnie spadki cen mocznika, fosforanu amonu oraz superfosfatu potrójnego wystąpiły prawie rok wcześniej niż soli potasowej.

Wystąpiły silne liniowe zależności cen poszczególnych nawozów mineralnych. Najsilniejsze powiązania wystąpiły pomiędzy cenami fosforanu amonu i superfosfatu potrójnego (współczynnik determinacji  $R^2=0,98$ ) oraz mocznika z tymi nawozami ( $R^2=0,80$ ). Stosunkowo najsłabszy związek wykazały ceny soli potasowej z cenami pozostałych nawozów ( $R^2=0,35$ ). Nieco odmienne kształtowanie się cen soli potasowej wynika z silnej koncentracji produkcji i eksportu.

**Rysunek 35. Ceny nawozów mineralnych w handlu światowym (USD/t)**



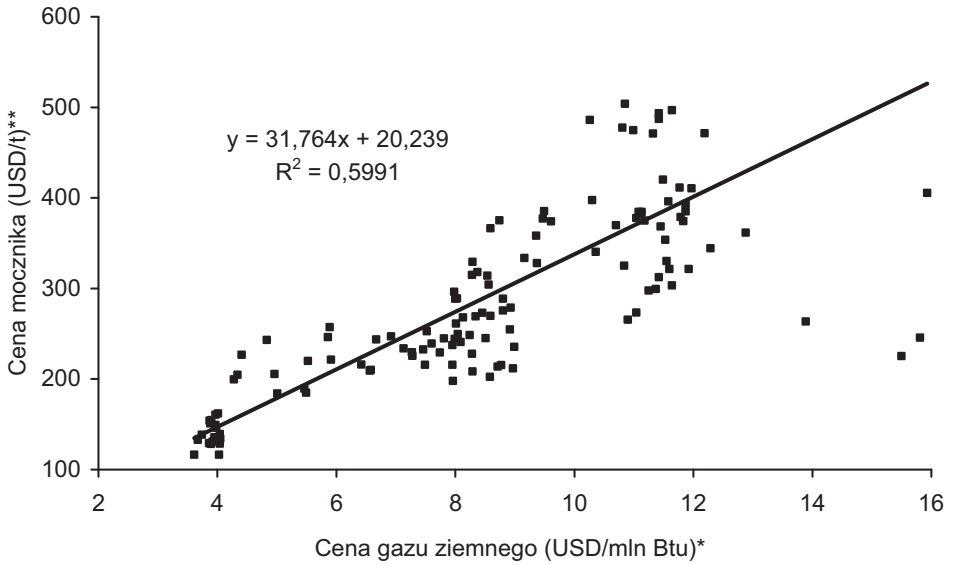
\* notowania f.o.b. US Gulf, \*\* notowania f.o.b. Tunis, \*\*\* notowania f.o.b. Jużnyj, \*\*\*\* notowania f.o.b. Vancouver

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Banku Światowego.

Ceny nawozów mineralnych wykazują silne powiązania z cenami produktów rolnych (efekt popytowy), tj. głównie z cenami zbóż, ale także z cenami bezpośrednich nośników energii (efekt podaży), w tym głównie gazu ziemnego. W analizie zależności cen uwzględniono powiązania pomiędzy miesięcznymi cenami mocznika i gazu ziemnego importowanego z Rosji do Europy oraz cenami mocznika i pszenicy HRW<sup>64</sup>. Statystyczna analiza zależności cen mocznika od cen gazu ziemnego oraz cen mocznika od cen pszenicy HRW wykazała, że są one dodatnio skorelowane. Silną liniową zależność potwierdzają wysokie wartości wskaźnika determinacji  $R^2$  na poziomie 0,60 dla cen mocznika i gazu ziemnego oraz 0,56 dla cen mocznika i pszenicy. Wzrost ceny gazu ziemnego o 1 USD/mln Btu powodował wzrost ceny mocznika o 32 USD/t, natomiast wzrost ceny pszenicy o 100 USD/t skutkowało wzrostem ceny mocznika o 122 USD/t.

<sup>64</sup> Notowania f.o.b. US Gulf.

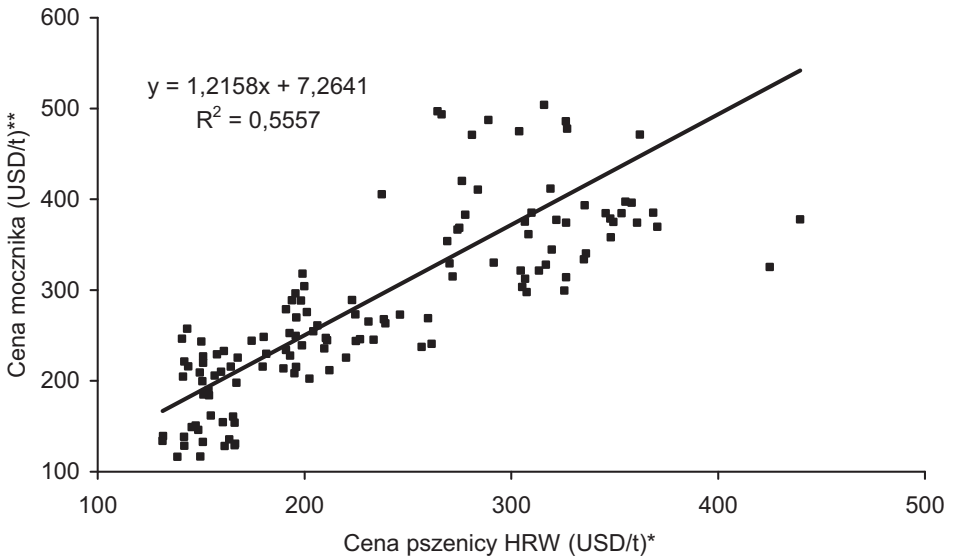
**Rysunek 36. Zależność cen mocznika i gazu ziemnego w latach 2003-2013**



\* cena importowanego z Rosji do Europy gazu ziemnego , \*\* średnia cena f.o.b. Jużnyj

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Banku Światowego.

**Rysunek 37. Zależność cen mocznika i pszenicy HRW w latach 2003-2013**



\* średnia cena f.o.b. US Gulf , \*\* średnia cena f.o.b. Jużnyj

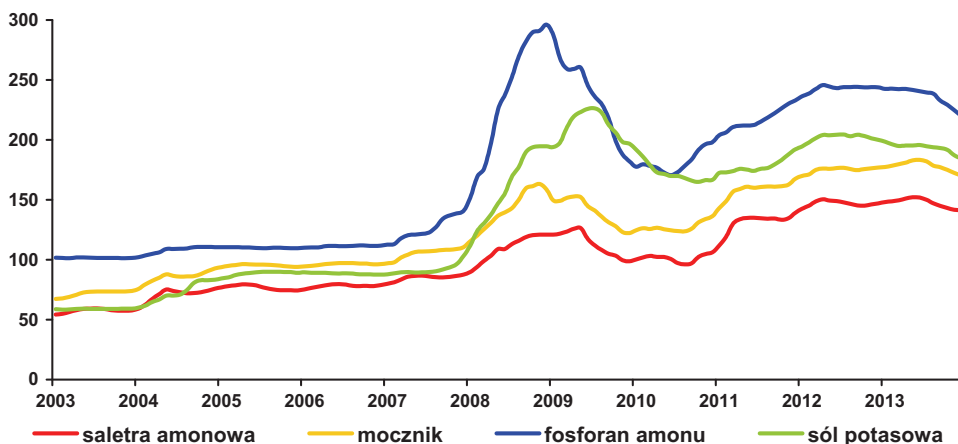
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Banku Światowego.

## 8.5. Ceny nawozów mineralnych w Polsce i ich powiązania z rynkiem światowym

Polska należy do grupy krajów o średniej produkcji i zużyciu nawozów mineralnych. Udział Polski w światowej produkcji nawozów wynosi około 1%, natomiast w handlu międzynarodowym około 1,2% [Rembeza, Zalewski 2013]. W ramach Unii Europejskiej Polska jest drugim po Niemczech producentem nawozów ogółem, w tym największym producentem nawozów azotowych i fosforowych. W przypadku nawozów azotowych Polska jest również znaczącym ich eksporterem, a udział eksportu w krajowej produkcji przekracza 30%. Z kolei w przypadku nawozów potasowych większa część krajowego zużycia pochodzi z importu. Poziom handlu zagranicznego nawozami mineralnymi oraz wysokie uzależnienie krajowej produkcji od surowców importowanych wskazuje na silne powiązanie z rynkiem międzynarodowym.

W latach 2003-2013 na rynku nawozów mineralnych w Polsce obserwowano duże wahania zmian cen, przy czym tendencje cenowe poszczególnych nawozów były podobne. Biorąc pod uwagę poziom i kierunki zmian cen, analizowany okres można podzielić na pięć podokresów. Pierwszy z nich obejmujący lata 2003-2007 to okres umiarkowanego wzrostu cen. Gwałtowny wzrost cen nastąpił w 2008 r., co wynikało przede wszystkim z dynamicznego wzrostu cen światowych. Od początku 2009 r. ceny zaczęły maleć, a od połowy 2010 r. znalazły się ponownie w trendzie rosnącym, co było spowodowane m.in. poprawą koniunktury w rolnictwie, przy czym skala podwyżek była wyraźnie niższa w porównaniu z 2008 r. Od drugiej połowy 2013 r. ceny ponownie zaczęły maleć.

Rysunek 38. Ceny nawozów mineralnych w Polsce (zł/dt)



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

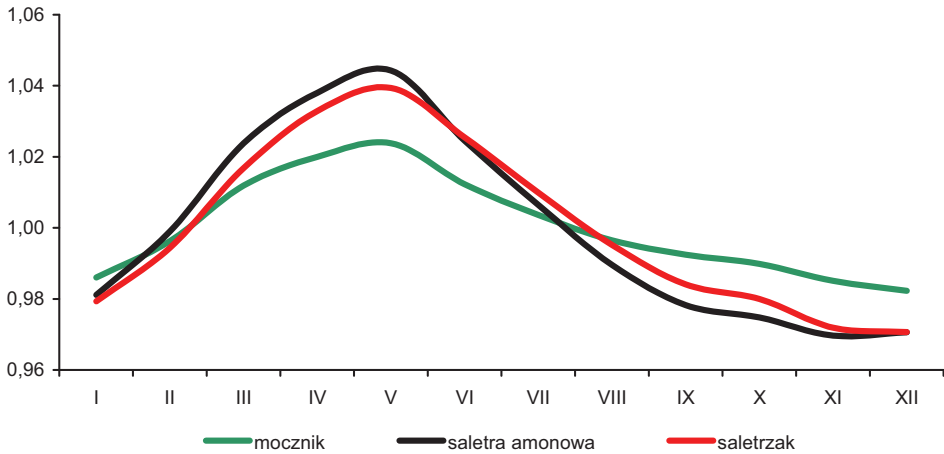
## *Sezonowość cen na rynku nawozów mineralnych w Polsce*

Dla rynku nawozów mineralnych jest charakterystyczna sezonowość zakupów i związana z nim sezonowość cen [Piwowar 2008]. 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 głównie okresu wiosennego. 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. Ponadto producenci i dystrybutorzy nawozów w swoich strategiach cenowych mogą starać się wykorzystywać okres zwiększonego popytu, który dodatkowo zbiega się w czasie z wypłatą dopłat bezpośrednich dla rolników, do dodatkowego wzrostu cen.

Analizę wahań sezonowych cen nawozów mineralnych w Polsce przeprowadzono wykorzystując dekompozycję multiplikatywnego modelu szeregow czasowego oraz 12-miesięczną średnią ruchomą. Idea klasycznej dekompozycji sezonowej zakłada, że szereg czasowy ( $Y_t$ ) składa się z następujących składników: trendu ( $T_t$ ), cyklicznego ( $C_t$ ), sezonowego ( $S_t$ ) i losowego ( $I_t$ ) [Hamulczuk i Stańko 2011]. Sezonowe składniki cen wyznaczono jako iloraz danych empirycznych i odpowiadających im wartości średniej ruchomej ( $TC_t$ ), a następnie uśredniono je dla poszczególnych miesięcy. Przedstawione składniki sezonowe wskazują na występowanie wyraźnej sezonowości cen na rynku nawozów mineralnych w Polsce.

Generalnie największą sezonową zmiennością cen charakteryzowały się nawozy azotowe. Sezonowe wzrosty cen nawozów azotowych obserwowano w okresie styczeń-maj, natomiast sezonowe spadki występowały w drugiej połowie roku kalendarzowego. Przykładowo, ceny saletry amonowej w maju są przeciętnie o ponad 4% wyższe od poziomu długookresowego trendu (TC), natomiast w listopadzie i grudniu ceny są niższe o około 3%. Producent rolny, kupując nawóz w okresie relatywnie niskich cen, może uniknąć spodziewanych podwyżek przed zbliżającym się sezonem wiosennym. Wcześniejszy zakup nawozów wiąże się jednak z koniecznością magazynowania oraz kosztem alternatywnym (utraconych korzyści) w wyniku dokonanego zakupu i wydatkowania środków pieniężnych.

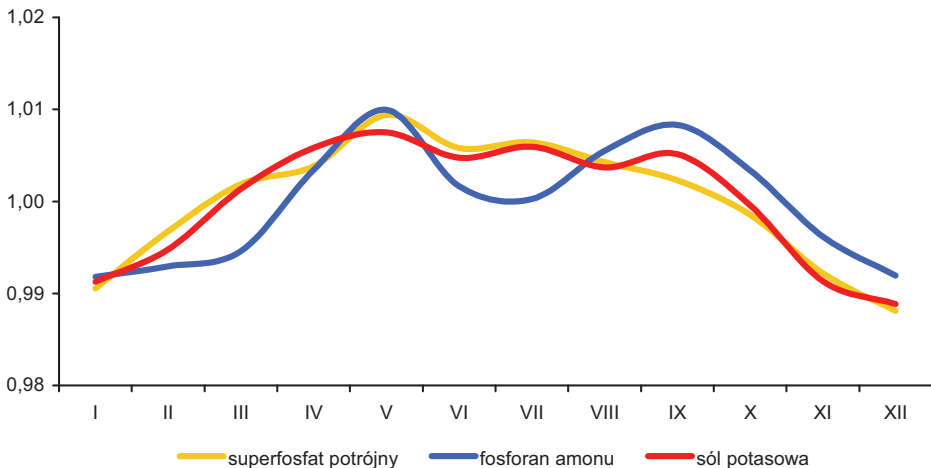
**Rysunek 39. Sezonowe zmiany cen nawozów azotowych w Polsce w latach 2003-2013**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Sezonowość cen nawozów fosforowych, potasowych oraz wieloskładnikowych charakteryzowała się wyraźnie mniejszą amplitudą wahań, w porównaniu z cenami azotowymi. Sezonowe wzrosty cen występowały, podobnie jak w przypadku nawozów azotowych, w pierwszych miesiącach roku kalendarzowego, natomiast okresowe spadki obserwowano w ostatnim kwartale.

**Rysunek 40. Sezonowe zmiany cen wybranych nawozów mineralnych w Polsce w latach 2003-2013**



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

## Ceny nawozów mineralnych w Polsce na tle cen światowych

Tendencje cenowe na rynku polskim i światowym były zbliżone, jednak ich dynamika była w poszczególnych okresach odmienna. W konsekwencji, różnice w poziomie cen pomiędzy tymi rynkami ulegały zmianom. Aby zapewnić porównywalność cen, wyrażono je w USD/t, wykorzystując średniomiesięczne kursy NBP. Notowania cen na porównywanych rynkach nie dotyczyły tych samych poziomów handlu, więc na podstawie przedstawionych różnic cen nie można wnioskować o tym, na którym rynku są one wyższe. Zaprezentowane dane pozwalają natomiast na ocenę tendencji zmian różnic cenowych. Na przykładzie cen mocznika i fosforanu amonu można stwierdzić, że od początku 2003 r. do połowy 2008 r. ceny na rynku polskim rosły wolniej niż na rynku światowym, 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 światowych niż cen w Polsce nastąpił krótkookresowy wzrost różnic cen pomiędzy tymi rynkami. Od początku 2010 r. różnice cen pomiędzy rynkiem polskim a rynkiem międzynarodowym zaczęły się zmniejszać, natomiast od połowy 2012 r. ponownie zaczęły się zwiększać.

**Rysunek 41. Różnice logarytmów cen nawozów mineralnych pomiędzy rynkiem polskim a rynkiem światowym**

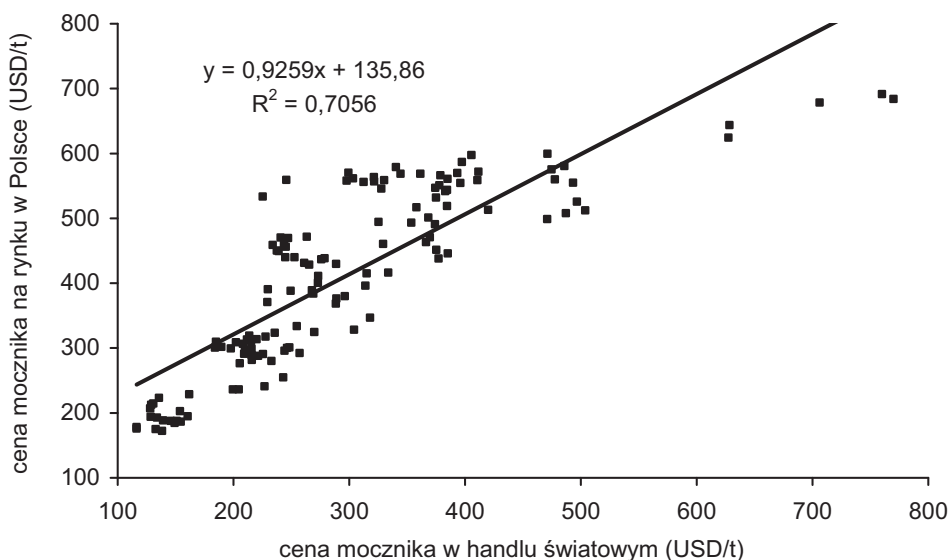


Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS i Banku Światowego.

Statystyczna analiza zależności cen nawozów mineralnych na polskim i światowym rynku wykazała, że są silnie dodatnio skorelowane. Silną liniową zależność potwierdzają wysokie wartości wskaźnika determinacji  $R^2$  na poziomie 0,73 dla cen soli potasowej, 0,71 dla cen mocznika oraz 0,66 dla cen fosfo-

ranu amonu. Na tej podstawie można oszacować, że – przykładowo – wzrost światowej ceny mocznika o 100 USD/t powodował wzrost ceny mocznika na rynku w Polsce o około 93 USD/t.

**Rysunek 42. Zależność cen mocznika na krajowym i światowym rynku**



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

Długookresowe silne zależności cenowe między rynkiem polskim a światowym potwierdzają również wysokie wartości współczynników korelacji Pearsona obliczone dla tendencji rozwojowych (TC) poszczególnych par nawozów. Wartości trend-cyklów (TC) obliczono wykorzystując klasyczną metodę dekompozycji szeregu czasowego. Uzyskane współczynniki korelacji były statystycznie istotne na poziomie  $\alpha \leq 0,01$ . Najsilniejsze powiązania wystąpiły pomiędzy cenami (pozbawionym wahań sezonowych i przypadkowych) mocznika w Polsce i na świecie, o czym świadczy wskaźnik korelacji na poziomie 0,94. Nieco słabsze zależności wystąpiły dla cen soli potasowej (0,93) oraz fosforanu amonu (0,88).



## Podsumowanie

W latach 2003-2013 na światowym rynku nawozów mineralnych wyraźnie zmieniały się uwarunkowania popytu i podaży, które w dużym stopniu były kształtowane przez sytuację na rynku rolnym oraz rynku bezpośrednich nośników energii. Popyt na nawozy mineralne jest popytem pochodnym, wynikającym przede wszystkim z popytu na surowce rolne. Dynamicznie rosnący popyt na żywność dotyczył przede wszystkim krajów rozwijających się, gdzie z jednej strony szybko rosła liczba ludności, z drugiej zaś następował proces wzrostu dochodów, co skutkowało stopniowym przechodzeniem na dietę wysokobiałkową, opartą na mięsie, do której wytworzenia potrzeba więcej kalorii pierwotnych. Wzrosło również wykorzystanie surowców rolnych w sektorach pozażywnościowych, w tym głównie w sektorze paliwowo-energetycznym. Rozwój produkcji biopaliw wpłynął na zmniejszenie światowej podaży żywności, ale spowodował również wyraźne ograniczenie zasobów ziemi wykorzystywanej do produkcji surowców rolnych dla sektora żywnościowego oraz paszowego.

W analizowanym okresie rynek surowców energetycznych w różnych aspektach determinował sytuację na światowym rynku nawozów mineralnych. Przede wszystkim rosnące ceny gazu ziemnego oraz węgla zwiększały koszty wytwarzania nawozów, natomiast rosnąca cena ropy naftowej powodowała istotne zwiększenie kosztów transportu, które są ważnym elementem kształtującym końcowe ceny nawozów. Ponadto drożejąca ropa naftowa powodowała wzrost zainteresowania produkcją roślin z przeznaczeniem na biopaliwa, a w rezultacie przyczyniała się do zwiększania intensyfikacji nawożenia.

Uwidoczniły się różnice w tendencjach zużycia nawozów mineralnych pomiędzy krajami rozwijającymi się a rozwiniętymi. W krajach rozwijających się, głównie w Azji Południowej i Wschodniej oraz w Ameryce Łacińskiej na skutek dynamicznie rosnącego zapotrzebowania na żywność zaczęto dążyć do szybkiego zwiększania produkcji rolniczej. Wzrost plonów osiągnano przede wszystkim poprzez systematyczne zwiększanie poziomu nawożenia, co często było sprzeczne z zasadami rolnictwa zrównoważonego. Z kolei w krajach rozwiniętych, w tym głównie w Europie Zachodniej, zużycie zmalało, gdyż wysokie plony zaczęto osiągać przede wszystkim przy wykorzystaniu postępu genetycznego, pozwalającego lepiej wykorzystać czynniki środowiskowe przy jednoczesnej optymalizacji nawożenia mineralnego. Ponadto popyt na żywność nie ma większych podstaw do dalszego wzrostu, a w aspekcie niekorzystnego wpływu nawozów mineralnych na środowisko

coraz większe znaczenie przypisuje się rolnictwu ekologicznemu, co sprzyja ograniczaniu zużycia nawozów mineralnych.

Odmienne tendencje w stosowaniu nawozów mineralnych pomiędzy krajami rozwijającymi się a rozwiniętymi spowodowały również podobne zmiany w zakresie produkcji. Produkcję zaczęto koncentrować w pobliżu najbardziej rozwojowych rynków, które dodatkowo dysponowały dostępem do relatywnie tanich surowców wykorzystywanych w produkcji nawozów.

Uwidoczniał się proces postępującej koncentracji produkcji oraz niewielkiego wzrostu obrotów międzynarodowych. Jak wykazała analiza, najwyższym stopniem koncentracji produkcji oraz największym udziałem międzynarodowych obrotów handlowych charakteryzował się segment nawozów potasowych.

Zmieniły się kierunki geograficzne międzynarodowej wymiany handlowej, co było następstwem dynamicznie rosnącego zużycia nawozów mineralnych w krajach rozwijających się. Dynamicznie rosnący popyt na nawozy w chińskim rolnictwie, dał asumpt do szybkiego rozwoju rodzimego sektora nawozowego, dzięki czemu Chiny stały się samowystarczalne w produkcji nawozów. Nadwyżkę produkcji Chiny zaczęły kierować na rynki zagraniczne i w efekcie z jednego z największych importerów stały się czołowym eksporterem nawozów. Dynamiczny rozwój potencjału produkcyjnego Chiny zawdzięczają przede wszystkim dogodnemu dostępowi do zaplecza surowcowego. W Indiach i Brazylii rosnąca produkcja nie nadążała za dynamicznie zwiększającym się popytem, dlatego wyraźnie zwiększono import. W rezultacie kraje te stały się, obok USA, największymi importerami nawozów mineralnych w skali globalnej.

Wyraźnie wzrosła rola krajów Bliskiego Wschodu w produkcji i eksporcie nawozów mineralnych, głównie azotowych. Naturalną przewagą konkurencyjną na rynku nawozów azotowych zdobyły bowiem te kraje, które mają dostęp do relatywnie tanich surowców do wytwarzania nawozów, a więc gazu ziemnego, oraz dysponują tanią siłą roboczą. Dynamicznemu rozwojowi produkcji i eksportu nawozów mineralnych sprzyjało również dogodne położenie geograficzne między chłonnym rynkiem azjatyckim i europejskim.

W latach 2003-2013 na wielu rynkach, w tym na rynku nawozów mineralnych, bezpośrednich nośników energii, surowców do produkcji nawozów oraz produktów rolnych, obserwowano duże fluktuacje cen. Tendencje zmian cen na tych rynkach były podobne, co wynikało z powiązań między tymi rynkami. Rosnące ceny na rynkach rolnych, w tym głównie na rynku zbóż, zwiększały ekonomiczną efektywność nawożenia, co prowadziło do wzrostu popytu na nawozy, a w konsekwencji wzrostu cen. Ponadto wzrost cen produktów rol-

nych zwiększała dochody rolników, co skutkowało większą skłonnością do inwestowania w podstawowe środki produkcji dla rolnictwa, w tym nawozy mineralne. Rosnące ceny bezpośrednich nośników energii powodowały natomiast wzrost kosztów wytwarzania i transportu nawozów, co w konsekwencji zwiększało ceny nawozów dla producentów rolnych.

W latach 2003–2007 obserwowano umiarkowane, systematyczne wzrosty cen w handlu światowym. W 2008 r. nastąpił skokowy ich wzrost, po czym ceny wyraźnie zmalowały. Od 2011 r., pod wpływem rosnących cen na rynku zbóż oraz surowców energetycznych, ceny nawozów znów zaczęły rosnąć, jednak skala podwyżek była niższa w porównaniu z rekordowym 2008 r. W latach 2012–2013 obserwowano obniżki cen nawozów, które wynikały ze spowolnienia wzrostu popytu w warunkach wyraźnego zwiększenia potencjału produkcyjnego. Spadek popytu odnotowano przede wszystkim w Indiach, gdzie zredukowano subsydia do nawozów. Z kolei w Chinach obserwowano spowolnienie szybko rosnącego dotychczas zużycia nawozów mineralnych, ponieważ dalsze zwiększanie poziomu nawożenia w wielu rejonach nie przyczynia się do wzrostu plonów. Spadkom cen nawozów mineralnych w handlu światowym sprzyjały również malejące ceny zbóż, ale także surowców energetycznych, w tym głównie gazu ziemnego, co jest następstwem tzw. rewolucji łupkowej w USA.

Analiza powiązań pomiędzy cenami w Polsce i na świecie wskazała na istnienie silnych długookresowych zależności, co potwierdziły wysokie wskaźniki korelacji. Stwierdzono występowanie wahań sezonowych cen nawozów mineralnych w Polsce. Sezonowe wzrosty cen nawozów obserwowano najczęściej w pierwszych miesiącach roku kalendarzowego, natomiast sezonowe spadki cen – w ostatnim kwartale.

W kolejnych latach należy oczekiwać dalszego wzrostu światowego zużycia nawozów mineralnych, przy czym tempo wzrostu będzie uzależnione od sytuacji popytowej w krajach rozwijających się. Wyraźny wzrost potencjału produkcyjnego w ostatnich latach oraz obniżenie kosztów produkcji w związku z taniejącymi surowcami energetycznymi powinny 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. Asche F., Oglend A., Osmundsen, P., 2012., *Gas versus oil prices. The impact of shale gas*, *Energy Policy*, 47(3), 2012.
4. Beddington Sir J., *The future of food and farming*, *International Journal of Agricultural Management*, 1(2), 2011.
5. Bednarek W., Lipiński W., *Kadm i nikiel w glebie przy zróżnicowanym nawożeniu mineralnym*, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 448/1997.
6. *Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry. Production of Ammonia*, EFMA, Brussels 2000.
7. Biskupski A., Górecki H., Gabryel H. *Kwas fosforowy [w:] Najlepsze Dostępne Techniki (BAT), Wytyczne dla Branży Chemicznej w Polsce. Przemysł Wielkotonażowy Chemikaliów Nieorganicznych, Amoniak, Kwasów i Nawozów Sztucznych*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2005.
8. Blanco M., *Supply of and access to key nutrients NPK for fertilizers for feeding the world in 2050*, UPM, Madrid 2011.
9. *BP Statistical Review of World Energy*, British Petroleum, London 2014.
10. Bump B., Baanante C., *World trends in fertilizer use and projections to 2020*, IFPRI, Washington 1996.
11. Buttel F.H., *Internalizing the society costs of agricultural production*, *Plant Physiology*, 12 (133), 2003.
12. Chen X., Khanna M., *Food vs. Fuel: The Effect of Biofuel Policies*, *American Journal of Agricultural Economics*, 95(2), 2013
13. Czarnomski K., Głogowska M., Osiecka R., Bartnik A., Wowkonowicz P., Łabętowicz J., *Środowiskowe i społeczne aspekty przemysłu chemicznego, [w:] Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego – foresight technologiczny*, INS, Gliwice 2012.
14. Czuba R., *Nawożenie mineralne roślin uprawnych*, Police 1996.
15. De Janvry A., *Agricultural for development: New paradigm and options for success*, *Agricultural Economics*, 41/2010.
16. Dembowska H., *Coraz wyższy popyt na nawozy generuje zapotrzebowanie na amoniak*, *Chemia i biznes*, 6, 2011.
17. Domagała-Świątkiewicz I., *Wpływ działalności rolniczej na środowisko naturalne, [w:] Ochrona środowiska naturalnego w XXI wieku – nowe wyzwania i zagrożenia*, Kraków 2005.

18. *Energy Technology Perspectives 2012. Pathways to a Clean Energy System*, International Energy Agency, Paris 2012.
19. Erisman, J.W., Sutton M.A., Galloway J., Klimont Z., and Winiwarter W., *How a century of ammonia synthesis changed the world*, *Nature Geoscience*, 1, 2008.
20. Filipek-Mazur B., *Metale ciężkie, fluor oraz chlor w środowisku jako efekt stosowania nawozów*, [w:] *Środowiskowe aspekty stosowania nawozów i środków ochrony roślin w rolnictwie*, Uniwersytet Rolniczy, Kraków 2011b.
21. Filipek-Mazur B., *Nawożenie a odczyn gleby*, [w:] *Środowiskowe aspekty stosowania nawozów i środków ochrony roślin w rolnictwie*, Uniwersytet Rolniczy, Kraków 2011a.
22. Fink A., *Fertilizer and fertilization*, Verlag Chemie GmbH, Weinheim 1982.
23. Fixen P., *World fertilizer nutrient reserves – a view to the future*, *Better crops*, 3, 2009.
24. Folek S., Grzesiak P., Paszek A., Walawska B., *Technologie odzysku i unieszkodliwiania odpadów nieorganicznych*, [w:] *Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego – foresight technologiczny*, INS, Gliwice 2012.
25. Fotyma M., *Chemia zażegnała widmo głodu na świecie. Żywność – Nawozy*, *Chemik*, 7-8, 2010.
26. Fotyma M., Igras J., Kopiński J., Podyma W., *Ocena zagrożeń nadmiarem azotu pochodzenia rolniczego w Polsce na tle innych krajów europejskich* [w:] *Ocena zrównoważenia gospodarowania zasobami środowiska rolniczego w wybranych gospodarstwach, gminach, powiatach i województwach*, IUNG, Puławy 2010.
27. Fotyma M., Igras J., Kopiński J., *Produkcyjne i środowiskowe uwarunkowania gospodarki nawozowej w Polsce*, [w:] *Kierunki zmian w produkcji roślinnej do roku 2020*, IUNG, Puławy 2009.
28. Górlach E., Gambuś F., *Nawozy fosforowe i wieloskładnikowe jako źródło zanieczyszczenia gleby metalami ciężkimi*, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 448, 1997.
29. Górlach E., Mazur T., *Chemia rolna*, PWN, Warszawa 2001.
30. Górlach E., *Toksykologia Środowiska*, Wyd. Wszechnica Mazurska, Olecko 2001.
31. Górecki H., *Środowiskowe skutki produkcji i stosowania nawozów*, *Przemysł Chemiczny*, 8-9, 2003.
32. Górecki H., *Trudno przecenić rolę chemii i nauk chemicznych w rozwoju zrównoważonego rolnictwa*, *Chemik*, 3, 2012.
33. Górecki H., *Wpływ nawozów i nawożenia na środowisko*, *Przemysł Chemiczny*, 10, 2002.
34. Gradziuk P., Wojtaszek Z., *Alternatywne wykorzystanie gruntów rolniczych na cele niezwiązane z produkcją żywności*, [w:] *Procesy dostosowawcze produkcji roślinnej w Polsce w kontekście integracji z Unią Europejską*, SGGW, Warszawa 2001.
35. Grochowska R., Łopaciuk W., Rosiak E., Szajner P., *Światowa produkcja biopaliw w kontekście bezpieczeństwa żywnościowego*, Program Wieloletni 2011-2014, nr 70, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2013.
36. Gruszczyński M., Podgórska M., *Ekonometria*, SGH, Warszawa 2004.

37. Grzebisz W., *Potas w produkcji roślinnej*, Akademia Rolnicza, Poznań 2004.
38. Gulbicka B., *Problemy wyżywienia ludności na kontynencie afrykańskim*, Program Wieloletni 2011-2014, nr 98, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2013.
39. Hamulczuk M., Stańko S., *Istota prognozowania na podstawie szeregów czasowych*, [w:] *Prognozowanie cen surowców rolnych z wykorzystaniem modeli szeregów czasowych*, Program wieloletni 2011-2014, nr 10, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2011.
40. Hernandez M., Torero M., *Fertilizer market situation: market structure, consumption and trade patterns and pricing behavior*, IFPRI Discussion Paper 1058, IFPRI, Washington 2011.
41. Hillel D., *Gleba w środowisku*, PWN, Warszawa 2012.
42. Hilton J., *Phosphogypsum Management and Opportunities for Use*, International Fertiliser Society, 587/2006 2006.
43. Huang W., *Impact of rising natural gas prices on U.S. ammonia supply*, USDA 2007.
44. Igras J., Kopiński J., *Zużycie nawozów mineralnych i naturalnych w układzie regionalnym*, [w:] *Sprawdzenie przydatności wskaźników do oceny zrównoważonego gospodarowania zasobami środowiska rolniczego w wybranych gospodarstwach, gminach i województwach*, IUNG, Puławy 2007.
45. Jadczyżyn J., Mroczkowski W., Gosek S., *Erozyjne straty fosforu w doświadczeniu modelowym*, Inżynieria i Ochrona Środowiska, 1(17), 2014.
46. Kahrl F., Yunju L., Roland-Holst D., Jianchu X., Zilberamn D., *Toward sustainable use of nitrogen fertilizers in China*, University of California Giannini Foundation of Agricultural Economics, ARE Update 14(2), 2010.
47. Kerckow B., *Competition between agricultural and renewable energy production*, Quarterly Journal of International Agricultural, 46 (4), 2007.
48. Korzeniowska J., Robaczyk Z., *Czy światu grozi brak fosforu do produkcji nawozów?* Nasza Rola, 2, 2011.
49. Kowalik S., Herczakowska J.: *Analiza i prognoza cen ropy naftowej na rynkach międzynarodowych*, Polityka energetyczna, 2, 2010.
50. Krasowicz S., *Sposoby realizacji idei zrównoważonego rozwoju w gospodarstwie rolniczym*, Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej, Rolnictwo, 540, 2006.
51. Kuś J., *Stan rolnictwa ekologicznego na świecie, w Unii Europejskiej i w Polsce*, [w:] *Wybrane problemy rolnictwa polskiego z uwzględnieniem stanu jego zrównoważenia*, IUNG, Puławy 2014.
52. Łęt B., *Ekonometryczne modelowanie czynników ryzyka na rynku surowców energetycznych*, Uniwersytet Ekonomiczny, Poznań 2012.
53. 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.

54. Matyka M., *Tendencje w zużyciu nawozów mineralnych w Polsce na tle krajów Unii Europejskiej*, Roczniki Naukowe SERiA, Tom XVI, Zeszyt 3, 2013.
55. Misala J., *Istota i mierniki międzynarodowej konkurencyjności gospodarki w świetle teorii wymiany*, [w:] *Konkurencyjność gospodarki Polski w dobie integracji z UE i globalizacji*, SGH, Warszawa 2000.
56. Mrówczyński K., *Światowa branża nawozowa – dobre perspektywy, ale też i liczne wyzwania*, Chemia i biznes, 6, 2011.
57. Mulvaney, R.L., S.A. Khan, T.R. Ellsworth., *Synthetic nitrogen fertilizers deplete soil nitrogen: A global dilemma for sustainable cereal production*, Journal of Environmental Quality, 38, 2009.
58. Muth D., Bryden K.M., *A Conceptual Evaluation of Sustainable Variable-Rate Agricultural Residue Removal*, Journal of Environmental Quality, 41(6), 2012.
59. Nierenberg D., *Happier meals: rethinking the global meat industry*, WorldWatch Paper, 171, 2005.
60. Nowak W., Wróbel S., Pasierb K., *Oddziaływanie zanieczyszczeń emitowanych przez Zakłady Chemiczne „Widzów” S.A na glebę i rośliny*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 467, 1999.
61. Ott H., *Fertilizer markets and their interplay with commodity and food prices*, Report for the European Commission Joint Research Centre, Brussels 2012.
62. Paxton K.W., Mishra A.K., Chintawar S., Roberts R.K., Larson J.A., English B.C., Lambert D.M., Marra M.C., Larkin S.L., Reeves J.M., Martin S.W., *Intensity of precision agriculture technology adoption by cotton producers*, Agricultural and Resource Economics Review, 40(1), 2011.
63. Piwowar A., *Analiza cen nawozów mineralnych w latach 2000-2010*, Journal of Agribusinesses and rural Development, 3(21), 2011.
64. Piwowar A., *Konkurencja na rynku nawozów mineralnych w Polsce*, Roczniki Naukowe SERiA, Tom X, Zeszyt 4, 2008.
65. Piwowar A., *Zarys problematyki nawożenia w zrównoważonym rozwoju rolnictwa w Polsce*, Ekonomia i Środowisko, 1(44), 2013.
66. Przeździecki Z., *Biologiczne skutki chemizacji rolnictwa*, PWN, Warszawa 1980.
67. Rembeza J., Zalewski A., *Ceny nawozów mineralnych w Polsce i ich powiązanie z rynkami międzynarodowymi*, Zagadnienia Ekonomiki rolnej, 4(337), 2013.
68. Rosiak E., Łopaciuk W., Krzemiński M., *Produkcja biopaliw i jej wpływ na światowy rynek zbóż oraz roślin oleistych i tłuszczów roślinnych*, Program Wieloletni 2011-2014, nr 29, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2011.
69. Rychlicki S., Siemek J., *Gaz ziemny w polityce energetycznej Polski i Unii Europejskiej*, Polityka Energetyczna, 1, 2008.
70. Sapek A., *Fosfor w łańcuchu pokarmowym człowieka a środowisko w Polsce*, Inżynieria Ekologiczna, 21, 2009.

71. Sapek A., *Rozpraszanie fosforu do środowiska – mechanizmy i skutki*, [w:] *Cele i sposoby ograniczania rozproszenia składników nawozowych z gospodarstwa rolnego do środowiska*, Zeszyty Edukacyjne, 7, 2002.
72. Sen A., *The Rich Get Hungrier*, The New York Times, 28 May, 2008.
73. Shafiee S., Topal, E., *A long-term view of worldwide fossil fuel prices*, Applied Energy, 87(3), 2010.
74. Sikora A., *Skroplony gaz ziemny a inne źródła importu gazu do Unii Europejskiej*, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków 2010.
75. Skupińska G., *Rynek soli potasowej areną konfliktu Rosji z Białorusią*, Chemia i Biznes, 6, 2013.
76. Smil V., *Long-range Perspectives on Inorganic Fertilizers in Global Agriculture*, Travis P. Hignett Memorial Lecture, International Fertilizer Development Center, 1999.
77. Sobczyński T., *O konieczności intensyfikacji produkcji rolniczej i wdrażania zasad zrównoważonego rozwoju*, [w:] *Problemy rozwoju rolnictwa i gospodarki żywnościowej w pierwszej dekadzie członkostwa Polski w Unii Europejskiej, Cz. I. Ogólne problemy ekonomii rolnej w warunkach rynkowych*, PTE, Warszawa 2014.
78. Soh K., *Global agricultural commodity price trends: possible impact on the fertilizer industry*, IFA, Paris 2001.
79. Tabak M., *Nawozy mineralne*, [w:] *Środowiskowe aspekty stosowania nawozów i środków ochrony roślin w rolnictwie*, Uniwersytet Rolniczy, Kraków 2011.
80. *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.
81. Tilman D., Cassman K.G., Matson P.A., Naylor R., Polasky S., *Agricultural sustainability and intensive production practices*, Nature, 418, 2002.
82. *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO2 Emissions 2007. Energy indicators*, International Energy Agency, Paris 2007.
83. Tujaka A., *Prognozowanie zużycia nawozów mineralnych w oparciu o wymagania nawozowe roślin*, Nawozy i Nawożenie, 1, 2006.
84. Van Kauwenbergh S., *World phosphate rock reserves and resources*, IFDC, Alabama 2010.
85. Van Vuuren D.P., Bouwman, A.F, Beusen, A.H.W., *Phosphorus demand and for the 1970-2100 period: A scenario analysis of resource depletion*, Global Environmental Change, 20, 2010.
86. Vitousek P., Naylor R., Crews T., David M., Drinkwater L., Holland E., Johnes P., Katzenberger J., Martinelli L., Matson P., Nziguheba G., Ojima D., Palm C., Robertson G., Sanchez P., Townsend A., Zhang F., *Nutrient imbalances in agricultural development*, Science, 324 (5934), 2009.
87. Wilk W., *Globalne ocieplenie i kryzys żywnościowy*, Warszawa 2008.
88. Woś A., *Rynek nawozów mineralnych w Polsce*, ZW CRS, Warszawa 1969.



89. Zalewski A., Igras J., *Światowy rynek nawozów mineralnych z uwzględnieniem zmian cen bezpośrednich nośników energii oraz surowców (2)*, Program Wieloletni 2011-2014, nr 37, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2012.
90. Zegar J., *Globalny problem żywnościowy a polskie rolnictwo*, *Więś i Rolnictwo*, 3, 2007.
91. Zegar J., *Współczesne wyzwania rolnictwa*, PWN, Warszawa 2012.

Strony internetowe:

[www.nobelprize.org](http://www.nobelprize.org)  
[www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org)  
[www.fertilizer.org/statistics](http://www.fertilizer.org/statistics)  
[www.eia.gov](http://www.eia.gov)  
[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.econ.worldbank.org](http://www.econ.worldbank.org)

**EGZEMPLARZ BEZPŁATNY**

*Nakład 450 egz., ark. wyd. 7,59  
Druk i oprawa: EXPOL Włocławek*