

Podaż surowców skaleniowych w Polsce ze źródeł krajowych i zagranicznych w świetle potrzeb rynku

Ewa Lewicka¹



Supply of feldspathic raw materials in Poland from domestic and foreign sources in the light of market demand. Prz. Geol., 65: 392–399.

Abstract. The paper presents characteristics of the domestic market of feldspathic raw materials, analysing the most important features that influenced the supply and demand in the past decades as well as changes which have taken place in recent years due to economic crisis in western countries at the turn of 2008 and 2009 and the ongoing military conflict in the East, initiated in 2014. In this context, the quality requirements related to feldspar raw materials utilized in the ceramic and glass-making industries being their main users are depicted. In Poland, from the mid-1990s to the end of the first decade of the 21st century the growth in demand for these materials was observed, mostly due to the expansion of the domestic ceramic tiles industry. That resulted in the necessity of supplementing of the domestic production by increasing importation, coming not only from traditional suppliers, such as the Czech Republic and Scandinavian countries, but also – since 2002 – from Turkey. This article presents the most important current foreign suppliers of feldspathic raw materials to Poland, describing the sources of these raw materials as well as the quality characteristics of the most important ones.

Keywords: feldspathic raw materials, leucogranite, nepheline syenite, domestic supply, importation

Źródłem pozyskiwania surowców skaleniowych są kopaliny zasobne w minerały glinokrzemianowe, bogate w składniki alkaliczne (min. 8% $K_2O + Na_2O$) i odznaczające się niskim udziałem tlenków barwiących (Fe_2O_3 , FeO , TiO_2 , MnO). Znajdują one szerokie zastosowanie w przemyśle ceramicznym i szklarskim.

Termin „surowiec skaleniowy” odnosi się zarówno do surowców bogatych w skalenie sodowe – z min. 7% Na_2O , bądź potasowe – z min. 10% K_2O , jak i surowców skaleniowo-kwarcowych (>69% SiO_2) oraz sjenitu nefelinowego. Ten ostatni to niemal pozbawiona kwarcu skała zasadowa, której głównymi składnikami mineralnymi są skalenie alkaliczne i nefelin – zaliczany do skaleniowców glinokrzemian sodu i potasu, przy proporcji $Na : K$ wynoszącej 3 : 1. Bywa on stosowany alternatywnie do skaleni sodowych, choć jest to surowiec znacznie droższy. Za jego wykorzystaniem przemawia większa zawartość Al_2O_3 i alkaliów ($K_2O + Na_2O$) oraz zwykle mniejszy udział związków żelaza, niż w przypadku większości surowców skaleniowych, a także brak kwarcu w składzie mineralnym (spowalnia proces topienia), korzystniejsza proporcja $K_2O + Na_2O$ do Al_2O_3 oraz mniejszy zakres topienia. Dzięki temu faza ciekła powstaje w niższej temperaturze i przy użyciu mniejszej ilości surowca, co skutkuje skróceniem czasu wypalania i mniejszym zużyciem energii (Harben & Kužvart, 1996).

W Polsce pozyskuje się wyłącznie surowce skaleniowo-kwarcowe. Czyste surowce skaleniowe i sjenit nefelinowy są importowane, głównie z Turcji i Czech oraz Norwegii.

Celem pracy jest analiza gospodarki surowcami skaleniowymi w Polsce na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci (1980–2014). Zagadnienie to stało się szczególnie istotne od momentu wprowadzenia w krajowym przemyśle płytek ceramicznych technologii szybkiego wypalania w piecach rolkowych, w której czas trwania tego procesu został zre-

dukowany do niespełna jednej godziny. Pociągnęło to za sobą konieczność wprowadzenia do zestawu surowcowego znacznie większej niż w tradycyjnej technologii wielogodzinnego wypalania w piecach tunelowych ilości składnika zasobnego w alkalia ($K_2O + Na_2O$), tj. surowca skaleniowego. Należy zaznaczyć, że dzięki dynamicznemu rozwojowi przemysłu płytek ceramicznych Polska awansowała do czołówki europejskich producentów tych wyrobów. Równocześnie, ze względu na ograniczone zasoby kopalin skaleniowych odpowiedniej jakości, potrzeby rodzimego przemysłu płytek ceramicznych w coraz mniejszym stopniu mogły być zaspokajane z krajowych źródeł. Spowodowało to napływ surowców skaleniowych z zagranicy. Zamiarem autorki była prezentacja aktualnych źródeł zaopatrzenia w te surowce w Polsce, najważniejszych ich dostawców krajowych i zagranicznych, a także omówienie szczególnie istotnej dla odbiorców charakterystyki jakościowej tych surowców.

ZASTOSOWANIE SUROWCÓW SKALENIOWYCH

Surowce skaleniowe w ceramice pełnią rolę topnika, powodując tworzenie się fazy szklistej oraz pożądane zagęszczenie masy, dzięki któremu po wypaleniu uzyskuje się wyroby o niskiej porowatości. W przemyśle szklarskim są one nośnikiem Al_2O_3 , który zmniejsza skłonność do rekrystalizacji oraz poprawia wytrzymałość mechaniczną i trwałość szkła. Alkalia (zwłaszcza Na_2O), działające jako topnik, obniżają temperaturę kąpieli, pozwalając na zmniejszenie zużycia kosztownej sody. Sodowe odmiany surowców skaleniowych ($Na_2O : K_2O < 1$ lub ok. 1), ze względu na niższą od potasowych temperaturę topnienia (1118°C), małą lepkość powstającego z nich stopu oraz wąski zakres spiekania, są preferowane w produkcji szkła oraz m.in. płytek ceramicznych wytwarzanych w technologii szybkiego wypalania. Natomiast odmiany potasowe są stosowane w

¹ Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, ul. Wybickiego 7, 31-261 Kraków; lewicka@min-pan.krakow.pl.

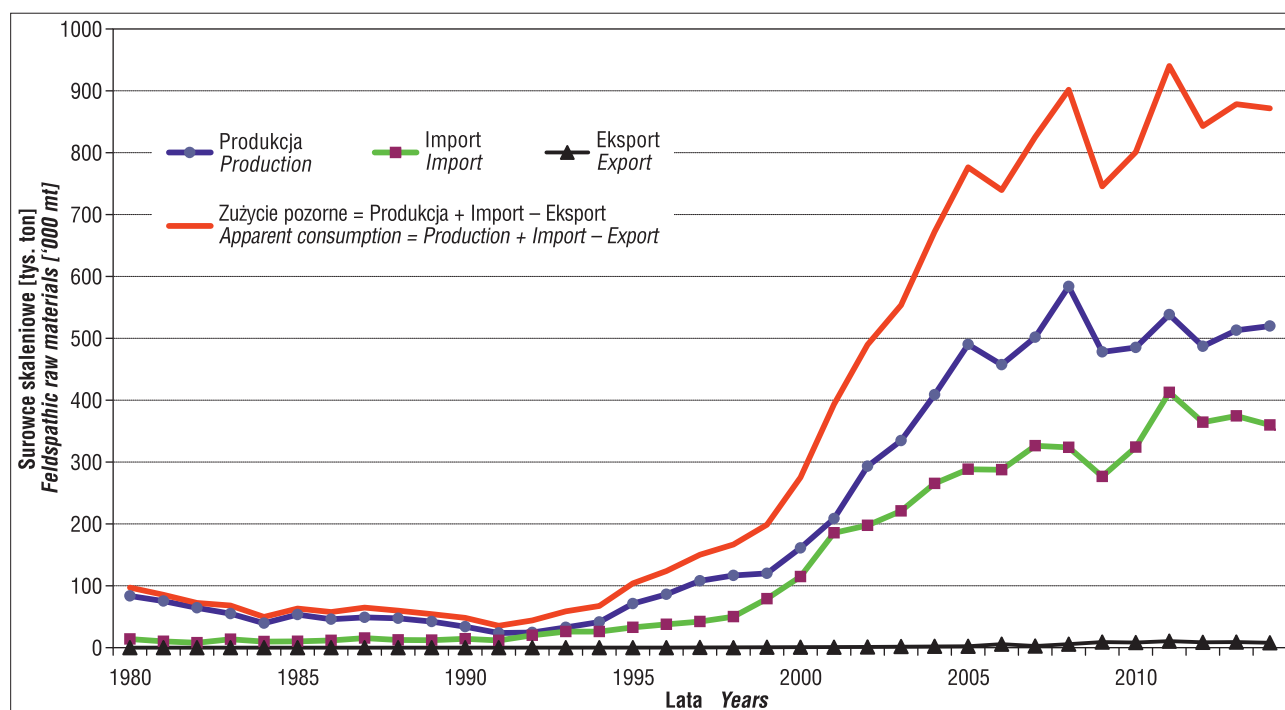
produkcji wyrobów ceramiki szlachetnej, zwłaszcza porcelanowych, wymagających długotrwałego wypalania (wysoka lepkość tworzącego się z udziałem skaleni potasowych stopu zapobiega deformacji wyrobów). Zagadnienie to wiąże się z charakterem termicznego rozkładu faz skaleniowych, który jest kongruentny w przypadku Na-skaleni, względnie inkongruentny dla K-skaleni (Wyszomirski & Galos, 2007; Lewicka, 2010). Surowce skaleniowe znajdują również inne, mniej powszechne zastosowania, m.in. w przemyśle tworzyw sztucznych, farbiarskim i chemii gospodarczej, gdzie pełnią rolę dodatków wypełniających. Dla celów użytkowych jest pożądana jak najniższa zawartość związków barwiących, zwłaszcza Fe_2O_3 i TiO_2 , a także MgO i CaO . Surowce skaleniowe stosowane do wytwarzania wyrobów ceramicznych o wysokiej białości (porcelanowych) nie mogą zawierać więcej niż 0,15% Fe_2O_3 i 0,05% TiO_2 , szkła wysokogatunkowych – powyżej 0,08% Fe_2O_3 , a szkła bezbarwnych – 0,2% Fe_2O_3 , natomiast w przypadku barwnych szkła opakowaniowych udział Fe_2O_3 może dochodzić do 1,0%. Surowce skaleniowe stosowane w masach ceramicznych przeznaczonych do produkcji wyrobów porcelitowych i fajansowych mogą zawierać od 0,2 do 0,4% Fe_2O_3 , natomiast w produkcji wyrobów kamionkowych dopuszczalne są wyższe zawartości tego tlenku (0,4–0,6% dla kamionki szlachetnej, >0,6% dla kamionki sanitarnej i budowlanej) (Lewicka, 2012).

POPYT NA SUROWCE SKALENIOWE I ICH NAJWIĘKSI UŻYTKOWNICY W POLSCE

W Polsce – podobnie jak w innych krajach – poziom zużycia surowców skaleniowych kształtuje się w zależności od popytu przemysłu ceramicznego i szklarskiego, a pośrednio również kondycji budownictwa i koniunktury w gospodarce. Począwszy od połowy lat 90. XX w. do roku 2008 zwiększyło się ono ok. 9-krotnie, osiągając – w wyni-

ku niemal nieprzerwanego wzrostu – 900 tys. t/r. (Bilans, 2002, 2008, 2011, 2015; ryc. 1). Było to konsekwencją ożywienia gospodarczego, do którego impuls dało wprowadzenie zasad rynkowych oraz przełamanie zastoju w budownictwie. Gwałtowne zahamowanie tego wzrostu nastąpiło w 2009 r., który przyniósł 23-procentowy spadek zużycia, będący pokłosiem ogólnoswiatowego kryzysu gospodarczego. W Polsce przejawiał się on m.in. osłabieniem popytu w budownictwie na materiały wykończeniowe, takie jak płytki ceramiczne, wyroby sanitarne i szkło. Znalazło to odzwierciedlenie w statystykach GUS, które wykazały znaczny spadek podaży tych wyrobów oraz dynamiki rozwoju produkcji budowlano-montażowej (o 9,2 punktu procentowego) (tab. 1). W ostatnich kilku latach krajowy rynek surowców skaleniowych był areną gwałtownych wahań zapotrzebowania, które mimo to utrzymało się na wysokim poziomie rzędu 800–900 tys. t/r. (ryc. 1).

Struktura zużycia surowców skaleniowych w Polsce jest od wielu lat zdominowana przez przemysł płytek ceramicznych, którego udział przekraczał ostatnio 80% łącznej konsumpcji (tj. 650–750 tys. t/r.), podczas gdy w 1999 r. wynosił on niespełna 70%, a w 1994 r. – zaledwie 30% (Lewicka, 2010). Wzrost zapotrzebowania na surowce skaleniowe miał związek z upowszechnieniem technologii szybkiego wypalania oraz rozwojem produkcji płytek gresowych. Płytki te charakteryzują się bliską zeru nasiąkliwością i podwyższonymi parametrami fizykomechanicznymi. Uzyskuje się to przez silne spieczenie masy ceramicznej o odpowiednim składzie surowcowym, w którym istotny jest duży udział surowców skaleniowych charakteryzujących się przewagą cząstki sodowej, rzędu 40–50% lub więcej. Skrócenie czasu wypalania i obniżenie jego temperatury przez zmianę kompozycji zestawu surowcowego przyniosło znaczną redukcję zużycia energii i paliw oraz poprawę konkurencyjności krajowych producentów płytek. Dzięki zmianom technologicznym i rozbudowie



Ryc. 1. Gospodarka surowcami skaleniowymi w Polsce w latach 1980–2014 [tys. t] (GUS)

Fig. 1. The management of feldspathic raw materials in Poland in the years 1980–2014 [‘000 mt] (GUS)

Tab. 1. Produkcja płytek ceramicznych, wyrobów sanitarnych i wyrobów ze szkła na tle dynamiki rozwoju produkcji budowlano-montażowej w Polsce [tys. t] (Bilans, 2011, 2015; GUS)**Table 1.** The production of ceramic tiles, sanitaryware and glassware on the background of the growth rate of the building and construction production in Poland [‘000 mt] (Bilans, 2011, 2015; GUS)

Rok / Year	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Płytki ceramiczne, łącznie <i>Ceramic tiles, total</i>	1511,1	1534,4	1886,1	1932,2	1758,6	1789,4	1960,2	1836,9	1828,3	1830,0
w tym: płytki kamionkowe i gresowe <i>including: stoneware and gres tiles</i>	1134,7	1131,4	1465,8	1523,5	1463,1	1531,2	1817,3	1692,3	1701,7	1700,0
Ceramiczne wyroby sanitarne <i>Sanitaryware</i>	85,2	93,9	103,7	111,4	89,1	93,8	93,3	83,7	91,4	87,2
w tym: porcelanowe <i>including: porcelain</i>	45,2	49,2	52,2	52,5	38,8	36,0	38,9	30,1	40,3	35,9
Wyroby ze szkła <i>Glassware</i>	1977	2205	2346	2425	2159	2377	2479	2652	2656	2673
Dynamika produkcji budowlano-montażowej [% , r./r.] <i>Dynamics of the building and construction production [% , y/y]</i>	107,4	117,5	115,7	112,9	103,7	103,5	116,3	99,0	88,0	103,6

zdolności produkcyjnych, nasz kraj uplasował się w czołówce europejskich wytwórców tych wyrobów (na czwartym miejscu po Włoszech, Turcji i Hiszpanii). Produkcja płytek ceramicznych w Polsce, po wzroście do 1,9 mln t w 2008 r., w kolejnych latach ustabilizowała się na poziomie 1,8 mln t/r., z czego płytki kamionkowe i gresowe stanowiły niemal 93% (tab. 1). Na ograniczenie podaży największy wpływ miała początkowo stagnacja gospodarcza, determinująca dekonstrukcję w budownictwie państw Unii Europejskiej, na którą nałożył się w ostatnim czasie spadek sprzedaży płytek z Polski na Ukrainę i do Rosji, związany z osłabieniem popytu oraz silną deprecjacją walut tych krajów w stosunku do walut obcych, głównie EUR. W połączeniu z destabilizacją rynku ukraińskiego, spowodowanego konfliktem zbrojnym we wschodniej części tego kraju w 2014 r., skutkowało to znacznym obniżeniem opłacalności eksportu wyrobów ceramicznych z Polski.

Innym ważnym użytkownikiem surowców skaleniowych i skaleniowcowych jest w Polsce przemysł ceramicznych wyrobów sanitarnych (ok. 5% łącznej konsumpcji). Do ich produkcji są stosowane przeważnie surowce importowane, tj. norweskie sjenity nefelinowe (część trafia do przemysłu szklarskiego), a także surowce skaleniowe zarówno pochodzenia krajowego, jak i importowane (głównie z Turcji). Przemysł ceramicznych wyrobów sanitarnych, podobnie jak sektor płytek ceramicznych, przeszedł na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat gruntowną modernizację. W największych zakładach wdrożono technologię szybkiego wypalania wyrobów w piecach tunelowych, narzucającą m.in. sposób przygotowania masy lejj (z surowców o bardzo drobnym uziarnieniu, głównie w celu obniżenia temperatury spiekania i topienia zestawu surowcowego). Dzięki tym zmianom uzyskano duże oszczędności energii, a wdrożenie innowacyjnych rozwiązań technologicznych awansowało polski przemysł wyrobów sanitarnych do grona najnowocześniejszych w Europie. Towarzyszył temu dynamiczny rozwój eksportu, który stanowił 80% produkcji. Maksymalny poziom krajowej podaży wyrobów sanitarnych (ok. 110 tys. t) odnotowano w 2008 r. W kolejnych latach obniżył się on wyraźnie w związku z wahaniem koniunktury na rynku budowlanym (tab. 1).

Dużym konsumentem surowców skaleniowych i skaleniowcowych pozostaje przemysł szklarski (ok. 10% łącz-

negu zużycia). Odpowiedniej czystości koncentraty skaleniowe (do 2011 r.) oraz deficytowe w naszym kraju sjenity nefelinowe są importowane niemal wyłącznie z Norwegii. Przemysł ten stosuje także surowce krajowe. Do największych ich użytkowników należą wytwórcy opakowań szklanych i szkła budowlanego, dominujący w strukturze krajowej produkcji wszystkich wyrobów ze szkła (odpowiednio ponad 50% i ok. 40% łącznej podaży, szacowanej w latach 2011–2014 na 2,5–2,7 mln t rocznie) (Bilans, 2015; GUS). Dynamiczny rozwój tych sektorów w Polsce został zapoczątkowany w drugiej połowie lat 90. XX w. wraz z napływem zagranicznego kapitału i uruchomieniem nowoczesnych zakładów światowych potentatów, takich jak m.in. Saint-Gobain, Pilkington i Guardian Industries – w przemyśle szkła budowlanego, oraz Owens-Illinois, Ardagh Glass i Stolze Oberglass – w przemyśle opakowań szklanych.

KRAJOWE ŹRÓDŁA PODAŻY I PRODUKUCJI SUROWCÓW SKALENIOWYCH (SKALENIOWO-KWARCOWYCH)

Od połowy lat 90. XX w. do 2008 r. podaż surowców skaleniowo-kwarcowych w Polsce ze źródeł krajowych nieprzerwanie rosła, osiągając poziom ok. 600 tys. t (ryc. 1). Rok 2009 przyniósł, wraz z zahamowaniem tempa rozwoju budownictwa i osłabieniem zapotrzebowania, wyraźny spadek wielkości produkcji, która w kolejnych latach zmieniła się w przedziale 480–540 tys. t/r.

Największym i najstarszym krajowym producentem surowców skaleniowo-kwarcowych typu sodowo-potasowego (ostatnio 380–480 tys. t/r., tj. 80–90% produkcji krajowej) są Strzeblowskie Kopalnie Surowców Mineralnych w Sobótce. Ich potencjał produkcyjny sięga 500 tys. t/r. Główny asortyment stanowią grysy skaleniowo-kwarcowe o uziarnieniu 0–8, 0–5 i 5–8 mm, uzyskiwane na drodze prostej przeróbki mechanicznej (kruszenie, przesiewanie, homogenizacja), o średnim udziale Fe_2O_3 i TiO_2 odpowiednio 0,3–0,6 i 0,03–0,04% (tab. 2). W mniejszych ilościach są produkowane mączki ceramiczne skaleniowo-kwarcowe w klasach ziarnowych <0,2; 0,063 i <0,071 mm oraz mączki szklarskie <0,1 i 0,1–0,5 mm otrzymywane w toku dalszego rozdrabniania grysu (mielenia), klasyfikacji oraz (w przypadku mączek szklarskich) separacji magnetycznej (Lewicka, 2012). Surowce te są pozyskiwane ze złóż granitoidów zlokalizowanych w masywie Strzegom–Sobótka

Tab. 2. Średni skład chemiczny surowców skaleniowo-kwarcowych oferowanych przez Strzeblowskie Kopalnie Surowców Mineralnych (wg danych producenta)

Table 2. Average chemical composition of feldspar-quartz raw materials offered by the Strzeblowskie Mineral Mines (acc. to the producer)

Skład chemiczny Chemical composition [%]	Grys / Grit			Mączka / Flour	
	GS.05.D/01	GS.08.D/02	GS.08.T/01	MS.500D/01	MS.063D/02
SiO ₂	75,89	75,54	75,99	76,82	76,16
Al ₂ O ₃	13,56	13,78	13,40	13,12	13,46
K ₂ O	4,50	4,60	4,32	4,57	4,51
Na ₂ O	4,40	4,25	4,37	4,08	4,35
Fe ₂ O ₃	0,44	0,38	0,58	0,22	0,28
TiO ₂	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
MgO	maks. 0,50	maks. 0,50	maks. 0,50	maks. 0,50	maks. 0,50
CaO	maks. 0,50	maks. 0,50	maks. 0,50	maks. 0,50	maks. 0,50

na Dolnym Śląsku: Pagórki Wschodnie (od 1956 r.), Pagórki Zachodnie (od 1963 r.), Strzeblów I (od 2007 r.) i Stary Łom (od 2011 r.). Ze względu na znaczną zmienność kopaliny w eksploatowanych złożach oraz dążenie producenta do zapewnienia stabilnych parametrów oferowanych surowców, w 2011 r. uruchomiono nowoczesną linię automatycznej homogenizacji, gwarantującą uzyskanie grysów skaleniowych o pożądanym składzie chemicznym (Lewicka, 2012). Zdecydowana większość oferty tej firmy trafia do produkcji płytek ceramicznych (80–90%), a mniejsze ilości – do przemysłu ceramiki sanitarnej, porcelanowego, szklarskiego i in. W najbliższych latach jest planowana istotna przebudowa ciągu technologicznego mielenia, która umożliwi zwiększenie produkcji surowców skaleniowych o drobnym uziarnieniu odpowiadających wymaganiom wytwórców ceramiki sanitarnej (ok. 56 µm), a także poszerzenie portfolio przedsiębiorstwa o mączki kwarcowe o bardzo drobnej granulacji, przeznaczone dla przemysłu chemii budowlanej.

W latach 2005–2010 na krajowym rynku surowców skaleniowych funkcjonowała firma Pol-Skal z Krakowa. Oferowała ona produkty o składzie potasowo-sodowym, pozyskiwane ze złoża zwietrzałego porfirowatego granitu Karpniki k. Jeleniej Góry, w maksymalnej ilości 100 tys. t/r. (Bilans, 2015).

Relatywnie niewielkim dostawcą surowców skaleniowych (5–10 tys. t/r.) są Jeleniogórskie Kopalnie Surowców Mineralnych ze Szklarskiej Poręby (Bilans, 2015). Oferują one produkowane z granitu mączki skaleniowo-kwarcowe o zawartości Fe₂O₃ do 0,25%, przeznaczone głównie dla przemysłu szklarskiego.

Jako źródło alkaliów dla przemysłu ceramicznego są również stosowane najdrobniejsze frakcje ziarnowe, powstające w toku produkcji kruszyw łamanych w innych dolnośląskich kopalniach granitu. Mimo dużej zawartości tlenków barwiących są one z powodzeniem wykorzystywane do produkcji wyrobów szklanych, znajdując popyt m.in. ze względu na niską cenę. Największe ilości tych surowców (maksymalnie 80 tys. t/r., w latach 2012–2013 ok. 20 tys. t/r.) dostarczały od połowy lat 90. XX w. Wrocławskie Kopalnie Surowców Mineralnych (obecnie Eurovia Kruszywa). Produkt handlowy stanowiły klasy

ziarnowe <2 i <1 mm, powstające podczas produkcji kruszyw łamanych z kopaliny złoża Graniczna. Drobnociarniste frakcje granitowe były również sprzedawane przez innych dolnośląskich producentów kamieni budowlanych i kruszyw łamanych, m.in. Kopalnię Gniewków (oferującą tzw. niesort granitowy 0–5 mm), czy Kopalnię Granitu Rogoźnica II (kruszywo drobnogranulowane 0–5 mm) i in. Szacuje się, że łączne zużycie tych ubocznie pozyskiwanych surowców skaleniowo-kwarcowych w przemyśle ceramicznym (nie ujmowane w oficjalnych statystykach) mogło sięgać w ostatnich latach 50 tys. t/r.

ZAGRANICZNE ŹRÓDŁA PODAŻY SUROWCÓW SKALENIOWYCH I ICH GŁÓWNI DOSTAWCY DO POLSKI

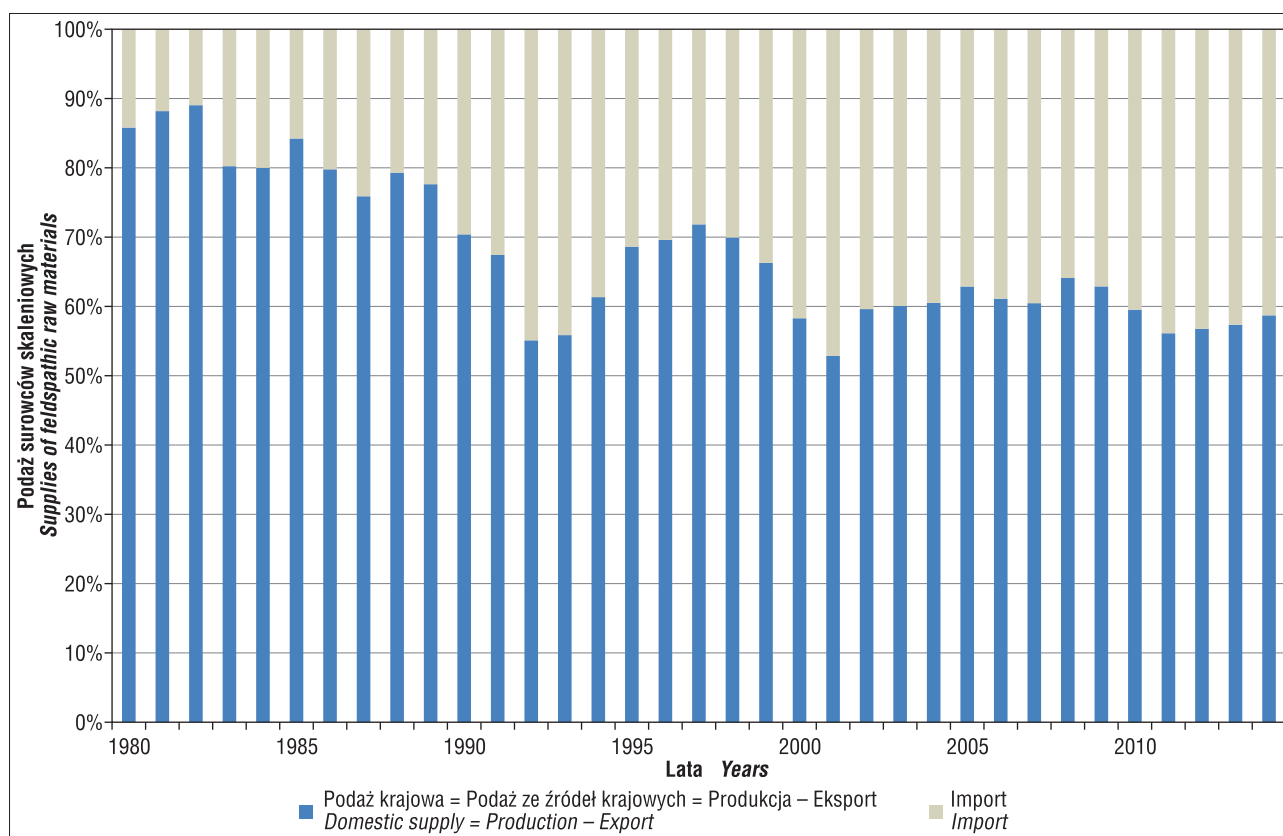
Ze względu na przeciętną jakość surowców skaleniowo-kwarcowych oferowanych przez krajowych producentów, surowce skaleniowe i skaleniowcowe o wyższym udziale i odpowiedniej proporcji alkaliów oraz niższej zawartości tlenków barwiących są sprowadzane do Polski z zagranicy. Import ma istotny udział w podaży tych surowców na krajowym rynku (w ostatnich latach 40–44%; ryc. 2). Od połowy lat 90. XX w. do 2008 r. ich dostawy zwiększały się systematycznie, osiągając poziom ok. 330 tys. t (ryc. 1). W 2009 r. miała miejsce wyraźna redukcja, z prawie 21-procentowym spadkiem wielkości importu surowców skaleniowych (głównie z Turcji) i 5-procentowąwyżką zakupów norweskiego sjenitu nefelinowego. W kolejnych latach wielkość dostaw zmieniała się w przedziale 240–316 tys. t/r. (tab. 3).

W ostatnim czasie import surowców skaleniowych do Polski został zdominowany przez trzech dostawców: Turcję (36–42% łącznych dostaw) – obecnie największego po Włoszech światowego producenta tych surowców, Czechy (29–37%) i Norwegię (22–26%, niemal 100% importu sjenitu nefelinowego) (tab. 3).

Ocenia się, że odbiorcą ponad 60% dostaw jest sektor płytek ceramicznych. Są to głównie odmiany sodowe surowców skaleniowych (K₂O/Na₂O < 1), sprowadzane przeważnie z Czech, a od 2002 r. również z Turcji. Producenci ceramiki szlachetnej, a zwłaszcza porcelany stołowej i elektrotechnicznej, stosują deficytowe na polskim rynku surowce skaleniowe o przewodze cząstki potasowej (K₂O/Na₂O > 3 lub nawet > 5), importowane przede wszystkim z Czech, a także z Francji, Niemiec i innych kierunków.

Tureccy dostawcy surowców skaleniowych do Polski

Turcja zadebiutowała wśród dostawców surowców skaleniowych do Polski dopiero w latach dwutysięcznych. W okresie 2002–2008 zakupy z tego kraju zwiększyły się ok. 10-krotnie, do 110 tys. t (tab. 3). Po ograniczeniu dostaw w 2009 r. (o ok. 36%) ich poziom się odrodził, osiągając w 2011 r. rekordową wielkość 173 tys. t. W ostatnich latach Turcja umocniła się na pozycji czołowego dostawcy surowców skaleniowych do Polski, dystansując dotychczasowego lidera, tj. Czechy. Do głównych kontrahentów krajowych producentów wyrobów ceramicznych,



Ryc. 2. Podaż surowców skaleniowych na rynku polskim ze źródeł krajowych i zagranicznych [%]

Fig. 2. Supplies of feldspathic raw materials on the Polish market from domestic and foreign sources [%]

Tab. 3. Import surowców skaleniowych i skaleniowcowych do Polski w latach 2005–2014 [tys. t] (GUS)

Table 3. Imports of feldspathic and feldspathoid raw materials to Poland in the years 2005–2014 [‘000 mt] (GUS)

Rok / Year	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Łącznie / Total	288,2	287,6	326,2	323,7	276,7	324,1	412,4	364,3	374,5	359,8
Skaleń / Feldspar	217,3	222,0	250,1	245,2	194,3	244,9	316,0	285,0	283,9	267,4
Czechy / Czech Rep.	118,0	103,5	141,9	106,3	93,7	90,0	120,5	136,2	136,4	124,0
Finlandia / Finland	6,6	7,7	6,1	2,9	0,4	1,0	1,8	1,5	1,6	0,9
Francja / France	1,0	2,3	7,6	9,3	9,5	6,3	6,2	6,2	0,3	3,3
Niemcy / Germany	1,9	1,8	1,7	2,8	2,4	4,5	3,1	3,5	4,8	5,5
Norwegia / Norway	18,9	24,7	15,5	11,4	10,6	13,8	8,8	–	–	–
Turcja / Turkey	67,9	81,1	74,1	110,7	71,1	125,0	173,5	133,3	137,7	131,9
Inne / Others	3,0	0,9	3,2	1,8	6,6	4,3	2,1	4,3	3,1	1,8
Sjenit nefelinowy Nepheline syenite	70,9	65,6	76,2	78,5	84,2	79,2	96,4	79,3	90,6	92,4
Norwegia / Norway	70,9	65,6	76,1	78,5	82,3	79,2	96,1	79,2	90,6	92,4
Inne / Others	–	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0

a równocześnie największych tureckich eksporterów, należą firmy: Kaltun, Esan Eczasibasi, Çine Akmaden, Kalemaden, Ermad i in. (Bilans, 2015). Głównym rejonem wydobywania kopalni skaleniowych w Turcji jest masyw Menderes położony w zachodniej części kraju (Anatolia). Wewnętrzna część masywu budują skały metamorficzne wieku prekambryjskiego (głównie ortognejsy, podrzędnie łupki mikowe i migmatyty), w których licznie występują bogate w skalenie sodowe ciała aplitowe i pegmatytowe wykształcone w formie żył, dajek i wydłużonych soczewek (Wyszomirski i in., 2012; Catlos i in., 2008). Osiągają one rozmiary 300 × 40–50 m i zalegają na głębokości do

80 m (Bozdoğan & Göknel, 2004). Złóża kopalni skaleniowych koncentrują się w południowej części masywu Menderes zwanej „trójkątem skaleniowym” lub submasywem Çine. Jego wierzchołki wyznaczają miasta: Çine – największy ośrodek produkcji surowców skaleniowych, oraz Izmir i Güllük – gdzie znajdują się dwa główne porty, z których surowce skaleniowe są ekspediowane drogą morską do odbiorców europejskich (m.in. poprzez port Ravenna we Włoszech). Większość importowanych do Polski surowców tureckich charakteryzuje się wysoką zawartością alkaliów (>10%) i znaczną przewagą cząstki sodowej nad potasową ($\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$) oraz relatywnie

niskim udziałem tlenków barwiących (Fe_2O_3 i TiO_2 , zazwyczaj przy typowej dla tych surowców przewodze TiO_2).

Jednym z największych tureckich producentów i zarazem światowych dostawców surowców skaleniowych jest Kaltun (35% zagranicznej sprzedaży skaleni sodowych Turcji), którego produkcję szacuje się na ok. 2 mln t/r., z czego ok. 80% jest przedmiotem eksportu (Karaca, 2015). Zasoby 79 złóż kopalni skaleniowych jakimi dysponuje ta firma przekraczają 150 mln t. Większość z jej kopalń jest zlokalizowana w rejonie Çine–Milas–Yatagan, uznawanym za najbardziej zasobny w kopaliny skaleniowe w Turcji. W ofercie firmy znajdują się nie tylko skalenie sodowe (przeznaczone dla przemysłu ceramicznego i szklarskiego) – w ok. 30 gatunkach (gatunki szklarskie stanowią 5% produkcji), ale i potasowe (do produkcji porcelany) – w siedmiu gatunkach (www.kaltun.com.tr). Są one otrzymywane na drodze prostej przeróbki (kruszenie, mielenie, przesiewanie), a także separacji magnetycznej i flotacji. Uzyskiwane koncentraty flotacyjne skaleni sodowych, z 10,35% Na_2O i zredukowanym udziałem tlenków barwiących (nawet do 0,025% Fe_2O_3 i 0,03% TiO_2), znajdują zastosowanie głównie w przemyśle ceramicznym (tab. 4). Mają one wyższą wilgotność niż produkty separacji magnetycznej, które są zwykle wykorzystywane w przemyśle szklarskim. Bogatą ofertę przedsiębiorstwa uzupełniają wysokiej białości (*L = 91,5 ÷ 97,5, przy udziale 0,01% Fe_2O_3 i 0,02% TiO_2), drobno uziarnione gatunki skaleni sodowych przeznaczone do produkcji powłok (farb) oraz kompozytowych wyrobów kamiennych.

Do czołówki największych światowych producentów i eksporterów surowców skaleniowych należy drugi (pod względem potencjału) ich turecki wytwórca – firma Esan Eczasibasi, zaopatrujący ponad 40 krajów na świecie. Większość produkcji (szacowanej na 1,0–1,4 mln t rocznie; Bilans, 2015) stanowią surowce skaleniowe bogate w albit

(zwykle 9–10% Na_2O), przeznaczone głównie dla przemysłu płytek ceramicznych i szklarskiego. Około 50% produkcji to produkty prostej przeróbki mechanicznej i homogenizacji urobku. Kopalina pochodząca z partii złóż eksploatowanych selektywnie (po odrzuceniu urobku wzbogaconego w rutyl i miki) jest poddawana flotacji i separacji magnetycznej, w wyniku których są pozyskiwane surowce o najwyższej czystości, głównie gatunki szklarskie (z udziałem tlenków barwiących obniżonym nawet do 0,015% Fe_2O_3 i 0,04% TiO_2). Według danych przedsiębiorcy (www.esan.com.tr) zdolności produkcyjne jego trzech zakładów przerobczych w Milas, Çine i Yeniköy w 2013 r. wynosiły 650 tys. t/r. koncentratów flotacyjnych oraz 72 tys. t/r. skaleni mielonych i głęboko suszonych o uziarnieniu <63 μm (gatunki *dry ground*). Odbiorcami tych ostatnich są m.in. przemysł: wyrobów sanitarnych, farb i lakierów oraz materiałów ściernych. Na niewielką skalę z kopaliny złóż w rejonie Çine pozyskuje się również koncentraty skaleni potasowych (z 8–11% K_2O).

Innym tureckim wytwórcą surowców skaleniowych dysponującym potencjałem ponad 1,2 mln t/r. jest firma Çine Akmaden (obecnie Sibelco Turkey). Zasoby dwóch obecnie eksploatowanych przez tę firmę złóż kopalni skaleniowych odmiany sodowej (min. 10% Na_2O) przekraczają 100 mln t. Firma dysponuje również jednym złożem kopaliny wzbogaconej w skałen potasowy z zasobami ok. 1,7 mln t (Karaca, 2015). Çine oferuje szeroki asortyment gatunków ceramicznych wysoko- i niskoalkalicznych (odpowiednio powyżej lub poniżej 10% $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) oraz szklarskich. Są one pozyskiwane na drodze kruszenia, mielenia i przesiewania (produkty o uziarnieniu <10 mm) w zakładzie przerobczym o zdolności 1,45 mln t/r., a także w procesie flotacji w instalacji o zdolności 120 tys. t/r. w Çine (Bilans, 2015). Dzięki zredukowanej zawartości tlenków barwiących (nawet do 0,03% Fe_2O_3 i 0,05% TiO_2 w przypadku koncentratów flotacyjnych) produkty tej firmy

Tab. 4. Specyfikacje wybranych tureckich surowców skaleniowych

Table 4. Specifications of Turkish feldspar raw materials

Skład chemiczny Chemical comp. [%]	S.FLT.45.FQ Kaltun ¹	F.PQ.45 Kaltun ²	S.FLT.300.E X Kaltun ³	F501E8 Esan ⁴	ESF 504 Ext Esan ⁵	ESF501 CGG Esan ⁶	Feldspat 1040 Çine ⁷	Feldspat 1706 Çine ⁸	Feldspat 637 Kalemaden ⁹
SiO_2	70,00	69,70	68,68	70,0 ±1,00	71,0 ±1,00	68,0 ±1,00	69,9	70,2	69,2
Al_2O_3	18,50	16,50	19,40	18,0 ±1,00	16,5 ±1,00	19,0 ±1,00	18,0	18,3	19,9
Na_2O	10,35	2,20	11,20	9,80 ±0,50	2,50 ±0,50	min. 10,0	10,0	10,6	9,48
K_2O	0,25	10,60	0,12	0,40 ±0,20	10,5 ±0,50	0,30 ±0,10	0,27	0,18	0,40
Fe_2O_3	0,03	0,13	0,008	0,35 ±0,05	0,12 ±0,02	0,015	0,10	0,04	0,05
TiO_2	0,03	0,04	ślady	0,45 ±0,05	ślady	0,05 ±0,01	0,26	0,06	0,06
CaO	0,55	0,40	0,45	1,00 ±0,30	0,50 ±0,30	1,30 ±0,30	0,62	0,31	0,45
MgO	0,07	0,07	0,05	0,20 ±0,10	0,10 ±0,05	0,20 ±0,10	0,12	0,05	0,08

¹ – skałen sodowy, flotowany, gatunek ceramiczny; ² – skałen potasowy, gatunek ceramiczny; ³ – skałen sodowy, gatunek szklarski (www.kaltun.com.tr); ⁴ – skałen sodowy, gatunek standard, kruszony; ⁵ – skałen potasowy, gatunek *dry ground*; ⁶ – skałen sodowy, flotowany, gatunek szklarski (www.esan.com.tr); ⁷ – skałen sodowy, gatunek ceramiczny do produkcji płytek; ⁸ – skałen sodowy, gatunek szklarski (www.sibleco.com.tr); ⁹ – koncentrat flotacyjny skałen sodowego, gatunek szklarski (Wyszomirski i in., 2012)

¹ – sodium feldspar, floated, ceramic grade; ² – potassium feldspar, ceramic grade; ³ – sodium feldspar, glass grade (www.kaltun.com.tr); ⁴ – sodium feldspar, standard grade, crushed; ⁵ – potassium feldspar, Dry ground; ⁶ – sodium feldspar, floated, glass grade (www.esan.com.tr); ⁷ – sodium feldspar, ceramic grade for the production of tiles; ⁸ – sodium feldspar, glass grade(www.sibleco.com.tr); ⁹ – flotation concentrate of sodium feldspar, glass grade (Wyszomirski et al., 2012)

* L – parametr barwy oznaczający jasność/luminancję (wg modelu CIE $L^*a^*b^*$); jego wartość zmienia się w przedziale od 0 (czerni) do 100 (biel).

są wykorzystywane w produkcji szkliv, wysokiej klasy porcelany stołowej, wyrobów sanitarnych i ceramiki specjalnej, ale także płytek ceramicznych, przez największe wytwórnie w Europie (zwłaszcza we Włoszech i Hiszpanii) oraz na Bliskim Wschodzie (www.sibelco.com.tr).

Firma Kalemaden, podobnie jak wielu producentów tureckich, pozyskuje głównie odmiany sodowe surowców skaleniowych ze złóż zlokalizowanych w „trójkącie skaleniowym”. Większość urobku po prostej przeróbce i homogenizacji w zakładach w Çine i Güllük stanowi produkt handlowy. Łączne zdolności produkcyjne tych zakładów wynoszą 800 tys. t/r. (Bilans, 2015). Mniejszą część oferty przedsiębiorstwa stanowią flotacyjne koncentraty skaleni sodowego (100 tys. ton/r.). W niewielkich ilościach (1,5–2,0 tys. t/r.) są również produkowane potasowe odmiany surowców skaleniowych.

Czescy dostawcy surowców skaleniowych do Polski

Od końca lat 90. XX w. Czechy należą do najważniejszych dostawców surowców skaleniowych do Polski. Największe ich ilości są dostarczane przez firmy: LB Minerals/Lasselsberger – koncentraty skaleni potasowych, potasowo-sodowych i sodowo-wapniowych pozyskiwane z kopaliny złoża Halámky, oraz KMK Granit – surowce skaleniowe sodowo-potasowe otrzymywane z kopaliny złoża Krásno. Wymienione złoża należą do dwóch różnych typów genetycznych (Starý & Kavina, 2005). Stanowią one główne źródła pozyskiwania surowców skaleniowych w Czechach (łącznie ok. 65% produkcji górniczej).

Złoże Halámky ma charakter wtórny. Jest ono zbudowane z czwartorzędowych, bogatych w skalenie potasowe (55–70% we frakcji 4–16 mm) osadów piaszczysto-żwirowych, zakumulowanych w górnym biegu rzeki Lužnice w południowych Czechach (na południowy wschód od Czech Budziejowic) (Starý, 2004). Powstały one w wyniku wietrzenia i dezintegracji porfirowatego granitu, charakteryzującego się dużym udziałem głównie fenokryształów skaleni potasowych. Złoże Halámky zalega pod nadkładem o grubości do 15 m i jest eksploatowane spod wody metodą odkrywkową. Miąższość strefy złożowej waha się od 12 do 24 m. Wydobyta kopalina jest poddawana rozdrabnianiu, mieleniu na sucho, wielostopniowemu przesiewaniu oraz wzbogacaniu na drodze separacji elektromagnetycznej w silnym polu magnetycznym. Ta ostatnia operacja, mająca na celu obniżenie udziału tlenków barwiących (zwłaszcza żelaza, którego głównym nośnikiem jest biotyt), prowadzi do uzyskania najwyższej jakości gatunków skaleni (do 10,5% K₂O i 0,18% Fe₂O₃; tab. 5). Znajdują one zastosowanie m.in. w produkcji porcelany stołowej, wyrobów sanitarnych i szkliv, podczas gdy oferowane przez firmę skalenie sodowo-wapniowe, ze względu na wysoką temperaturę topnienia, są wykorzystywane głównie w produkcji fryt i emalii.

Z kolei eksploatowane przez KMK Granit złożo Krásno jest zlokalizowane w obrębie plutonicznego masywu granitoidowego Krušné Hory w północno-zachodnich Czechach. Jego kopalinę główną stanowi leukokratyczny, albitonośny granit aplitowy zawierający 55–65% skaleni sodowo-potasowych i maks. 0,6% Fe₂O₃ (Starý, 2004). Wydobywany selektywnie metodą odkrywkową urobek jest poddawany prostej przeróbce mechanicznej (kruszenie i mielenie do uziarnienia 0–5 mm oraz homogenizacja).

Tab. 5. Specyfikacje jakościowe wybranych surowców skaleniowych produkowanych w Czechach i Norwegii

Table 5. Quality specifications of selected feldspathic raw materials manufactured in the Czech Rep. and Norway

Skład chemiczny Chemical comp. [%]	Ž65K20 LB Minerals ¹ (Czechy Czech Rep.)	FKS 0-5 KMK Granit ² (Czechy Czech Rep.)	Ataflux 45 Sibelco Nordic ³ (Norwegia Norway)
SiO ₂	72,30	74,60	56,00
Al ₂ O ₃	14,70	14,70	24,00
Na ₂ O	1,79	4,20	7,80
K ₂ O	9,48	4,30	8,80
Fe ₂ O ₃	0,18	0,50	0,10
TiO ₂	0,05	0,05	0,006
CaO	0,34	0,35	1,00
MgO	0,06	0,10	maks. 0,10

¹ – głównie do produkcji porcelany (Lewicka 2010); ² – do produkcji płytek ceramicznych i in. (www.kmkgranit.cz); ³ – sjenit nefelinowy do produkcji szkła (Glass & Ceramic, 2000)

¹ – mainly for the production of porcelain (Lewicka 2010); ² – for the production of ceramic tiles and others (www.kmkgranit.cz); ³ – nepheline syenite for the production of glass (Glass & Ceramic, 2000)

Tylko niewielka jego część jest oczyszczana z tlenków barwiących na drodze separacji magnetycznej. Roczna produkcja surowców skaleniowych tej firmy kształtuje się na poziomie 150–200 tys. t/r. (www.kmkgranit.cz), co plasuje ją na pierwszym miejscu wśród sześciu czechskich wytwórców surowców skaleniowych. Oferowane surowce znajdują zastosowanie jako składnik mas ceramicznych, dla których nie jest wymagana wysoka białość po wypaleniu, tj. w produkcji płytek gresowych szklivionych, kamionkowych płytek podłogowych, ceramiki użytkowej, ceramiki sanitarnej i opakowań szklanych. Obecnie podstawowy produkt skaleniowy to gatunek FKS 0-5 (tab. 5), zawierający w składzie mineralnym 48% albitu, 23% ortoklazu, 25% kwarcu oraz niewielkie ilości kaolinitu i mik (zinnwaldytu, serycytu). W głębszych partiach złoża Krásno (Krásno–Vysoký Kámen) udokumentowano kopalinę aplitową (określaną jako feldspatyt = aplit monzonitowy) o podwyższonym do 75–90% udziale skaleni potasowo-sodowych. Przewidywane w przyszłości udostępnienie wyrobiskami podziemnymi tych partii złoża stwarza perspektywę wydłużenia okresu działalności kopalni o kilkadziesiąt lat. Odbiorcami surowców skaleniowych dostarczanych przez firmę KMK Granit do Polski są przede wszystkim wytwórcy płytek ceramicznych: Cersanit/Rovese, Ceramika Końskie, Ceramika Tubądzin, Grupa Paradyż, Opoczno/Rovese i Polcolorit/Ceramika Marconi.

Norwescy dostawcy surowców skaleniowych do Polski

Głównym i niemal wyłącznym dostawcą sjenitów nefelinowych do Polski jest norweska firma Sibelco Nordic – dawny North Cape Minerals (sporadycznie i w niewielkich ilościach były one również sprowadzane m.in. z Holandii, Czech, Niemiec, Włoch i Kanady). Do 2011 r. z Norwegii importowano również koncentraty skaleniowe, głównie odmiany potasowej, pozyskiwane na drodze selektywnej trójstopniowej flotacji z kopaliny pegmatytowej w zakładzie tej firmy w Lillesand, na południu kraju (ok. 30 km na wschód od Kristiansand). Powodem wstrzymania produkcji były wysokie koszty, uciążliwość dla środowiska,

a przede wszystkim spadek zapotrzebowania, zwłaszcza ze strony wytwórców tradycyjnych kineskopów telewizyjnych (głównego rynku zbytu tych surowców) które zostały wyparte przez ekrany ciekłokrystaliczne i plazmowe (Bilans, 2015).

Sjenit nefelinowy jest wydobywany na południowym wybrzeżu arktycznej wyspy Stjernøy, ok. 400 km na północ od koła podbiegunowego. Rocznie pozyskuje się ok. 320 tys. t tej kopaliny, z czego 70% trafia do przemysłu szklarskiego, a 28% – do ceramiki. Sjenit nefelinowy tworzy lokalnie dajki i większe formy intruzyjne (kopuły). Otoczenie intruzji od strony NE tworzą m.in. karbonatyty i hornblendyty, a od SW – gnejsy gabrowy (Harben & Kužvart, 1996). Utwory te należą do kaledońskiej prowincji skał zasadowych, ultrasasadowych i alkalicznych. Eksploatowane są dwie odmiany sjenitu nefelinowego: biotytowa i hornblendowo-piroksenowa. Ta ostatnia występuje powszechniej i ma większe znaczenie rynkowe. W składzie mineralnym obu tych odmian dominuje skałen pertytowy – przeciętnie ok. 56%, nefelin stanowi 34%, a resztę – minerały akcesoryczne, tj. hornblenda, biotyt, podrzędnie albit, magnetyt, piroksen, kalcyt, tytanit. Na podstawie badań mineralogicznych przypuszcza się (Harben & Kužvart, 1996), że sjenit nefelinowy powstał w wyniku metasomatozy sodowej (nefelinizacji) czystego, niemal monomineralnego sjenitu (ze skałen dominującym w składzie mineralnym) w okresie orogenezy kaledońskiej. Stąd podwyższona zawartość alkaliów i brak kwarcu w składzie mineralnym tej skały, co jest cenione zwłaszcza w przemyśle ceramicznych wyrobów sanitarnych. Skały te cechuje wysoki udział Al_2O_3 wymagany w przemyśle szklarskim (tab. 5).

PODSUMOWANIE

Podaż surowców skałeniowo-kwarcowych w Polsce jest obecnie zdominowana przez Strzeblowskie Kopalnie Surowców Mineralnych. Pewne ich ilości, jednak gorszej jakości, były pozyskiwane również w dolnośląskich kopalniach granitu, głównie Granicznej (Eurovia Kruszywa). Były to bogate w alkalia drobnoziarniste frakcje, powstające w procesie produkcji kruszyw łamanych. Surowce skałeniowo-kwarcowe z krajowych źródeł charakteryzuje zazwyczaj stosunkowo wysoka zawartość tlenków barwiących i umiarkowany udział alkaliów, przy proporcji $K_2O : Na_2O$ ok. 1. Z tego względu deficytowe na polskim rynku surowce o obniżonej zawartości tlenków barwiących (<0,1%), wymagane zwłaszcza w technologiach wytwarzania wyrobów porcelanowych, są do Polski od wielu lat importowane. Również podaż surowców skałeniowych do zakładów płytek ceramicznych, ze względu na szybki rozwój ich zapotrzebowania, była w znacznym stopniu uzupełniana importem. Wielkość zagranicznych dostaw surowców skałeniowych i skałeniowcowych do Polski od połowy lat 90. XX w. do 2008 r. wzrosła prawie dziesięciokrotnie, a w ostatnich latach kształtowała się na poziomie 800–900 tys. t/r., wykazując znaczne wahania. Największe ilości pochodziły z Turcji, Czech i Norwegii. Sprowadzane z tych krajów surowce cechuje przede wszystkim duży udział alkaliów oraz wysoka czystość, przejawiająca się obniżonym udziałem tlenków barwiących. Dotyczy to zwłaszcza skałeni tureckich, których jakość wynika z ko-

rzystnych cech wydobywanych kopaliny (w większości niemal czysto albitowych), z których nawet na drodze prostej przeróbki, tj. kruszenia, mielenia i homogenizacji, jest możliwe otrzymanie surowców o pożądanym parametrach. Decyduje to o ich konkurencyjnej cenie na rynku międzynarodowym. Można zakładać, że kraj ten mimo znacznej odległości od Polski pozostanie czołowym zagranicznym dostawcą surowców skałeniowych do krajowych zakładów, zwłaszcza płytek ceramicznych.

Przypuszcza się, że w najbliższych latach zużycie surowców skałeniowych w Polsce utrzyma się na zbliżonym poziomie do dotychczasowego lub może nieco wzrosnąć. Wskazuje na to poprawa wskaźników produkcji budowlano-montażowej i sygnały ożywienia gospodarczego. Zapowiadany rozwój krajowej produkcji surowców skałeniowych o odpowiednich parametrach jakościowych i uziarnieniu pozwala spodziewać się zwiększenia udziału polskich dostawców w strukturze podaży surowców skałeniowych na rynku, np. przez częściowe zastąpienie sjenitu nefelinowego, importowanego przez wytwórców ceramicznych wyrobów sanitarnych i szkła, mączką skałeniowo-kwarcową rodzimego pochodzenia.

Autorka pragnie podziękować Recenzentom artykułu oraz Redaktorowi Naczelnemu Przeglądu Geologicznego za cenne wskazówki i komentarze. Praca została zrealizowana w ramach działalności statutowej Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN w Krakowie.

LITERATURA

- BILANS gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata – 2002, 2008, 2011. Smakowski T., Ney R. & Galos K. (red.), Wyd. IGSMiE PAN, Kraków.
- BILANS gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata – 2015, Smakowski T., Galos K. & Lewicka E. (red.), Wyd. IGSMiE PAN, Kraków.
- BOZDOĞAN I. & GÖKNEL I. 2004 – Turkish feldspar. *Ceramika/Ceramics*, 84: 115–118, Kraków.
- CATLOS J., BAKER C.B., ÇEMEN I. & OZERDEM C. 2008 – Whole rock major element influences on monazite growth: examples from igneous and metamorphic rocks in the Menderes Massif, western Turkey. *Mineralogia*, 39 (1/2): 7–30.
- GLASS & CERAMIC SOURCEBOOK – 2000, Feldspar. *Ind. Min. Inf. Ltd.*, Londyn: 17–22.
- GUS – niepublikowane dane statystyczne produkcji i handlu zagranicznego za lata 1980–2014.
- HARBEN P.W. & KUŽVART M. 1996 – *A Global Geology*. *Ind. Min. Inf. Ltd.*, London: 267.
- KARACA A. 2015 – Feldspars in Turkey. *Ind. Min.*, 47–48.
- LEWICKA E. 2010 – Conditions of the feldspathic raw materials supply from domestic and foreign sources in Poland. *Gosp. Sur. Miner.*, 26 (4): 5–19.
- LEWICKA E. (red.) 2012 – Innowacyjne technologie pozyskiwania najważniejszych surowców ceramicznych i szklarskich. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków. *Studia, Rozprawy, Monografie*, 177, s. 147.
- STARÝ J. 2004 – Feldspar raw materials in the Czech Republic: present state and future prospects. *Mat. XIV Konf. „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi”*, Zakopane 29.09–1.10.2004, 331–342.
- STARÝ J. & KAVINA P. 2005 – Feldspar Czechs in. *Ind. Min.*, October, 48–53.
- www.kmkgranit.cz.
- www.esan.com.tr.
- www.kaltun.com.tr.
- www.sibelco.com.tr.
- WYSZOMIRSKI P., GACKI F. & SZYDŁAK T. 2012 – Tureckie surowce skałeniowe w krajowej produkcji płytek ceramicznych. *Gosp. Sur. Miner.*, 28 (1): 5–24.
- WYSZOMIRSKI P. & GALOS K. 2007 – Surowce mineralne i chemiczne przemysłu ceramicznego. Wyd. AGH, Kraków: 80–81.

Praca wpłynęła do redakcji 27.04.2016 r.
Aceptowano do druku 16.08.2016 r.