

Łupki krystaliczne złóż południowo-zachodniej Polski stosowane jako kamień budowlany – ocena zróżnicowania walorów dekoracyjnych i możliwości ich zastosowania

Grażyna Stańczak¹



Slates, phyllites and schists from deposits of SW Poland used as dimension stones – evaluation of their decorativeness and the possibilities of use. Prz. Geol., 64: 833–843.

A b s t r a c t. In modern architecture, slates, phyllites and schists are becoming more and more popular; and the example of Polish deposits of slates, phyllites and schists indicates that, in the last 10 years, the traditional method of using these rocks as raw material, e.g. for the production of granular surface, silty carriers of plant protection products or refractory material, has become gradually dominated by their use as dimension stones. The paper presents the first ranking of the decorative aspects, carried out for slates, phyllites and schists originating from active deposits: Orłowice, Jawornica, Dewon-Pokrzywna, Jegłowa and Jenków, located in the Sudetic Block and Fore-Sudetic Block (Lower Silesian Block, SW Poland). Evaluation of the decorative aspects of slates,

phyllites and schists, which takes into account the colour, textural and structural features of the rock, its ability to be polished, and petrologic type, revealed that the primary and secondary petrographic types documented in these deposits have a high decorative value, mainly because of attractive colour and structural arrangement of mineral components. It should be noted that in the group of over 150 different varieties of colourful metamorphic slates on the stone market in the European Union, Polish slates, phyllites and schists are characterised by unique colours. Therefore, the high decorative value and unique colours characteristic of the Polish slates, phyllites and schists is their essential trait that conditions their use as decorative stone material with a wide range of applications.

Keywords: slates, phyllites, mica schists, quartzitic schists, decorativeness, broken stone, ashlar, stone cladding, Lower Silesian Block, SW Poland

Łupki krystaliczne wśród surowców skalnych stanowią wyjątkowy i specyficzny materiał kamienny, którego zastosowanie, uzależnione nie tylko od jego unikatowych właściwości, ale również aktualnych potrzeb rynku, zmienia się w perspektywie ostatnich 10 lat.

W grupie skał metamorficznych, do której należą łupki krystaliczne, zgodnie z klasyfikacją genetyczno-petrograficzną surowców skalnych, wyróżniono łupki łyszczykowe, fyllitowe oraz kwarcytowe (Kozłowski, 1974, 1986). W klasyfikacji przemysłowo-gospodarczej surowców skalnych, przyjętej w Bilansie zasobów złóż kopalin (BZZK, 2016), zastosowano podobny podział na łupki łyszczykowe, fyllitowe i kwarcytowe, wyróżniając ponadto w odrębnej grupie kamieni łamanych i blocznych szarogłazy, które właściwie stanowią epimetamorficzne łupki szarogłazowe. Natomiast w Bilansie gospodarki surowcami mineralnymi (BGSM, 2015), w którym za podstawę podziału przyjęto koncepcję surowca mineralnego *sensu largo* pozyskiwanego z różnych źródeł i w różny sposób, wyróżniono podobnie łupki łyszczykowe, fyllitowe oraz kwarcytowe, a także wśród kamieni budowlanych i drogowych łupki szarogłazowe. Te dwie ostatnie klasyfikacje jako kryterium podziału przyjmują zastosowanie łupków krystalicznych, które w ostatnich 10–15 latach ulega stopniowym albo radykalnym zmianom. I tak, łupki łyszczykowe złoża Orłowice oraz łupki fyllitowe złoża Dewon-Pokrzywna (wcześniej Dewon), po odpowiedniej przeróbce, stanowiły główny składnik posypki papowej, wykorzystywanej w produkcji budowlanych materiałów izolacyjnych, zaś mączki, powstałe w procesie przeróbki tych łupków, były stosowane do produkcji pylistych nośników środków ochrony roślin, a także jako wypełniacze mas bitumicznych, farb i tworzyw sztucznych.

Jeleniogórskie Kopalnie Surowców Mineralnych Sp. J., prowadzące eksploatację w złożach Orłowice oraz Dewon-Pokrzywna, w 2008 r. zarzuciły produkcję posypki papowej z łupków łyszczykowych z Orłowic i w znacznym stopniu ograniczyły wykorzystanie do tego celu łupków fyllitowych ze złoża Dewon-Pokrzywna na korzyść produkcji kamienia stosowanego w budownictwie. Z kolei unikatowe łupki kwarcytowe złoża Jegłowa stanowiły surowiec wykorzystywany w produkcji materiałów ogniotrwałych, początkowo jako kształtki do wykładania pieców, a później jako mieliwo do krzemionkowych mas i zapraw ogniotrwałych oraz w odlewnictwie jako „kwarcoplast”. Od 2005 r. jegłowskie łupki kwarcytowe służą przede wszystkim do produkcji kamieni budowlanych, zaś podrzędnie są wykorzystywane w przemyśle materiałów ogniotrwałych i odlewniczym (BGSM, 2011, 2015; BZZK, 2016).

Łupki krystaliczne stosunkowo niedawno udokumentowanych złóż Jawornica (2001 r.) oraz Jenków (2000 r.), od samego początku, znajdują zastosowanie jako kamień budowlany. W Jawornicy są eksploatowane łupki łyszczykowe, zaś w Jenkowie jest wydobywany łupek szarogłazowy, przy czym to pierwsze złożo zostało ujęte w bilansie zasobów jako złożo łupku łyszczykowego, natomiast to drugie zakwalifikowano do grupy kamieni łamanych i blocznych jako złożo szarogłazu (właściwie są to słabo zmetamorfizowane łupki szarogłazowe i fyllity; BZZK, 2008, 2016).

Śród nieczynnych złóż łupków krystalicznych ujętych w Bilansie zasobów (kamienie łamane i bloczne; BZZK, 2016) należy wspomnieć złożo Złoty Stok, którego kopalnia w latach 1959–1990 była eksploatowana jako kamień drogowy na grysy do wytwarzania nawierzchni bitumicznych i od tamtej pory zaniechano jej wydobywania. Ponadto

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; stanczak@agh.edu.pl.

łupki fyllitowe z Chomiąży były stosowane jeszcze przed 1914 r. jako łupek dachówkowy i od tego czasu nie prowadzono eksploatacji (BZZK, 2008, 2016).

Następująca w ostatnich 10–15 latach zmiana zastosowania łupków krystalicznych, polegająca na całkowitym lub częściowym zarzuceniu tradycyjnego sposobu ich wykorzystania jako surowca do produkcji posypki papowej, pylastych nośników środków ochrony roślin czy materiałów ogniotrwałych, na korzyść produkcji kamienia stosowanego w budownictwie, powoduje rozproszenie udokumentowanych złóż tej kopaliny w bilansach gospodarki surowcami mineralnymi, czy zasobów złóż kopalin (BGSM, 2011, 2015; BZZK, 2008, 2016).

Niniejsza publikacja ma na celu zwrócenie uwagi na potencjał polskich łupków krystalicznych jako kamienia budowlanego w obliczu rosnącego zainteresowania tym naturalnym materiałem kamiennym. Przedstawia zróżnicowanie petrograficzne oraz ranking walorów dekoracyjnych dominujących i podrzędnych odmian skał udokumentowanych w pięciu czynnych złóżach łupków krystalicznych (Orłowice, Jawornica, Devon-Pokrzywna, Jegłowa i Jenków). Podejmuje również ocenę atrakcyjności polskich łupków krystalicznych wśród odmian barwnych łupków dostępnych na rynku kamieniarskim Unii Europejskiej. Prezentuje także aktualny stan rozpoznania właściwości fizyczno-mechanicznych łupków krystalicznych wymienionych złóż oraz szerokie spektrum ich zastosowań.

CZYNNE ZŁOŻA ŁUPKÓW KRystalicznych

Złoże łupków łyszczykowych Orłowice

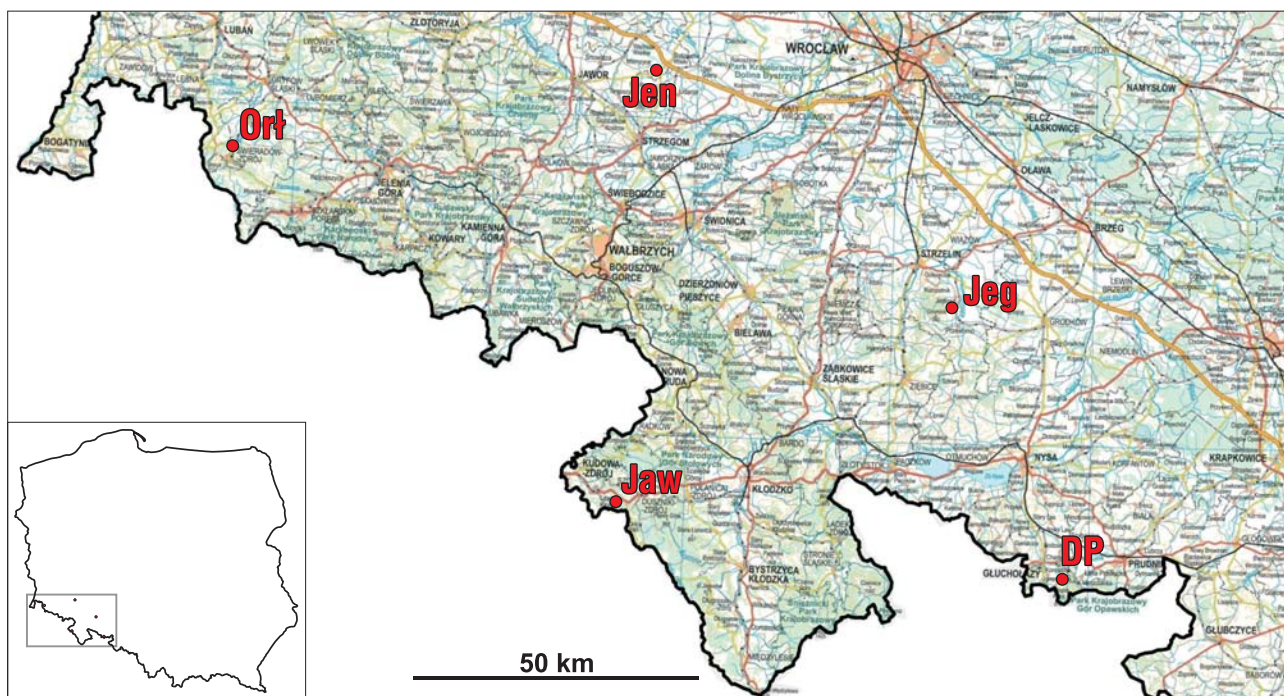
Lokalizacja. Złoże łupków łyszczykowych Orłowice jest usytuowane w zachodniej części województwa dolnośląskiego, w południowo-zachodniej części powiatu Włocławskiego.

weckiego i oddalone o ok. 5,5 km na południowy-zachód od Mirska (ryc. 1). Znajduje się ono na północnych zboczach Gór Izerskich, w Sudetach Zachodnich.

Tło geologiczne i geneza. Złoże Orłowice jest położone w pasmie łupkowym Starej Kamienicy, które wchodzi w skład kompleksu izersko-kowarskiego, stanowiącego najbardziej wewnętrzną i najniższą jednostkę strukturalną osłony metamorficznej waryscyjskiego plutonu granitowego Karkonoszy (Mazur i in., 2006; Cymerman, 2008).

Jednostka (pasmo) Starej Kamienicy rozciąga się niemal równoleżnikowo wśród granitów izerskich, przekształconych w różnym stopniu w gnejsy izerskie, i biegnie od Czarnawy-Zdroju na zachodzie przez Orłowice, Gierczyn, Starą Kamienicę po Wojcieszycę k. Jeleniej Góry na wschodzie. Od północy (jednostka Mirska) i południa (jednostka Świeradowa-Zdroju) pasmo łupkowe Starej Kamienicy ostro kontaktuje z gnejsami izerskimi, których przewarstwienia występują również wewnątrz tego pasma, a cały kompleks łupkowy stromo zapada ku północy. Po południowej stronie pasma zaznacza się leukokratyzacja, której podlegają zarówno łupki łyszczykowe, jak i granity oraz gnejsy izerskie. Efektem tego procesu jest powstanie odpowiednio leptynitów (łupki kwarcowo-skalieniowe) oraz leukogranitów i leukognejsów. Skały budujące kompleks izersko-kowarski zostały poddane progresywnemu metamorfizmowi średnich temperatur i średnich ciśnień aż po dolną fację amfibolitową, lokalnie zaznaczył się metamorfizm kontaktowy wywołany intruzją plutonu Karkonoszy (Szałamacha & Szałamacha, 1984a, b; Michniewicz i in., 1990; Kryza & Mazur, 1995; Bobiński, 1999; Cymerman, 2008).

Charakterystyka. Kamieniołom łupków łyszczykowych w Orłowicach, nazywany również kopalnią „Jerzy”, został założony w środkowym członie litofacjalnym. W tej strefie



Ryc. 1. Lokalizacja złóż łupków krystalicznych na tle mapy topograficznej Polski udostępnionej przez Geoportal Web Map Service (mapa sporządzona w programie QGIS 2.16.0). DP – złoże Devon-Pokrzywna, Jaw – złoże Jawornica, Jeg – złoże Jegłowa, Jen – złoże Jenków, Orł – złoże Orłowice

Fig. 1. Digital topographic map of Poland with the locations of the slate, phyllite and schist deposits: DP – Devon-Pokrzywna deposit, Jaw – Jawornica deposit, Jeg – Jegłowa deposit, Jen – Jenków deposit, Orł – Orłowice deposit. Map based on a topographic layout from the Geoportal Web Map Service, compiled using the QGIS software (ver. 2.16.0)

pasma łupkowego dominującym składnikiem są łupki łyszczykowo-chlorytowo-kwarcowe, bogate w porfiroblasty granatów, a także chloryt żelazisty (typu szamozyt-turyngit), chlorytoid-dysten, a lokalnie staurolit i kasyteryt oraz laminy, soczewy i buły kwarcu. Tworzą one kilka naprzemianległych poziomów z łupkami łyszczykowo-kwarcowymi, stanowiących charakterystyczny składnik pozostałych dwóch członów litofacjalnych, północnego i południowego. W łupkach łyszczykowych tej części pasma Starej Kamienicy występują kaserytonośne skały łupkowe, w których udokumentowano dwa złoża rud cyny, Krobica oraz Gierczyn, zakwalifikowane do pozabilansowych ze względu na niską zasobność i skomplikowaną budowę (Szałamacha & Szałamacha, 1974; Szałamacha & Szałamacha, 1984a, b; Różański i in., 2004; BZZK, 2016).

Łupki łyszczykowo-chlorytowo-kwarcowe odznaczają się szarozieloną, ciemnoszarą i zielonoszarą barwą. Są cienko laminowane, czasami brak im wyraźnej laminacji, wykazują złupkowanie i zafałdowanie, grubości ich ławic są zmienne od kilku do kilkudziesięciu metrów. Ponadto, zawierają porfiroblasty granatów oraz liczne laminy (do 1 cm) i płaskie soczewki (grubości do 5 cm) szklistego kwarcu. Częste są również w nich laminy i ławice łupków wzbogaconych w chloryt, którym niekiedy towarzyszy porfiroblastyczny biotyt. Te wkładki „chlorytowe” przewarstwiają się z łupkami bogatymi w porfiroblasty granatów. Wielkość i sposób ułożenia granatów są bardzo zmienne, od pojedynczych porfiroblastów o średnicy 2–3 mm do gęsto upakowanych w kilkucentymetrowych warstewkach, najczęściej w otoczeniu lub wewnątrz soczewek i lamin kwarcu; do większych kryształów (5–6 mm) ściśle ułożonych lub pojedynczych, aż do bardzo licznych i bardzo dużych granatów (do 10 mm). W obrębie środkowego członu litofacjalnego występuje jeden lub dwa poziomy utworzone z szeregu wkładek i soczewek łupków z granatami miąższości od 10 do 200 cm (Kornaś, 1959; Szałamacha & Szałamacha, 1984a, b).

W profilu odsłoniętym w zachodniej ścianie kamieniołomu Orłowice na odcinku ok. 70 m wyróżniono kilka poziomów łupków łyszczykowych z granatami i soczewkami kwarcu mlecznego, które zapadają stromo ku północy (kąty 50–70°). W części północnej tego profilu poziomy łupków z granatami są cienkie i występują wśród przeważającej masy łupków łyszczykowo-chlorytowo-kwarcowych w stosunkowo dużych odstępach. Oceniono, że w Orłowicach udział granatów w łupkach sięga 10%. Laminy chlorytowe (do 2 cm grubości) oraz ławice łupku bogatego w chloryt odcinają się na tle szarych łupków łyszczykowych i łyszczykowo-kwarcowych. Miąższości ławic łupku wzbogaconego w chloryt sięgają nawet do 100 cm i więcej. W połowie profilu kamieniołomu łupki łyszczykowe z granatami tworzą coraz bardziej miąższe poziomy i stopniowo zaczynają przeważać. Obok łupków z granatami lub w obrębie tych skał występują zmiennej miąższości ławice łupków z soczewkami kwarcu o długościach kilkunastu lub kilkudziesięciu centymetrów. Duże buły i soczewy kwarcu szklisto-mlecznego, które są wydłużone zgodnie z biegiem i upadem łupków, stanowią poziom charakterystyczny dla środkowego członu litofacjalnego pasma Starej Kamienicy. Ich rozmiary wahają się od 30 × 50 cm do 50 × 100 cm. W profilu zachodniej ściany wyrobiska zarejestrowano także zgodnie zalegające wkładki białych lub białoszarych

sfeldspatyzowanych łupków skaleniowych z porfiroblastami biotytów i granatów, których miąższość nie przekracza 10 cm. Ponadto, blisko środkowej części profilu występuje wkładka amfibolitu grubości ok. 1 m, a w jego części północnej i południowej pojawiają się pionowe żyły silnie zwietrzałego bazaltu (grubości ok. 0,5 m), które przecinają skośnie łupki łyszczykowe i są widoczne zarówno w ścianie zachodniej, jak i wschodniej kamieniołomu (Kozłowski & Pawłowska, 1967; Szałamacha M. & Szałamacha J., 1974; Szałamacha J. & Szałamacha M., 1984b).

Złoże łupków łyszczykowych Jawornica

Lokalizacja. Złoże łupków łyszczykowych Jawornica znajduje się w południowej części województwa dolnośląskiego, w zachodniej części powiatu kłodzkiego, oddalone o ok. 3,5 km na południowy-wschód od Lewina Kłodzkiego (ryc. 1). Jest położone na Pogórzu Orlickim w Sudetach Środkowych.

Tło geologiczne i geneza. Złoże Jawornica jest usytuowane w zachodniej części kopuły orlicko-śnieżnickiej, w obrębie metamorfiku Gór Orlickich i Bystrzyckich. Ten ostatni stanowi osłonę gnejsowego jądra kopuły orlicko-śnieżnickiej (gnejsy śnieżnickie i gierałtowskie i ich odpowiedniki: gnejsy bystrzyckie i orlickie). W okolicach Jawornicy ukazuje się fragment wyższej części tej osłony reprezentowany przez formację strońską (neoproterozoik górny – paleozoik starszy), której głównym składnikiem są łupki łyszczykowe przechodzące płynnie w paragnejsy plagioklazowe. Wśród łupków łyszczykowych i paragnejsów w części spągowej występują jasne i ciemne kwarcyty. Natomiast w środkowej i górnej części profilu łupkom łyszczykowym towarzyszą, w formie soczew i wkładek, marmury dolomitowe, a także felzytowe oraz maficzne skały metawulkaniczne o strukturach masywnych bądź złupkowanych (metaryolity, amfibolity, łupki amfibolowe). Cały kompleks osłony został zmetamorfizowany aż do facji staurolitu, a lokalnie do facji kyanitu/silimanitu, przy czym stopień metamorfizmu wzrasta w kierunku E i SE (Don i in., 1990; Cymerman, 1995, 1996; Bobiński i in., 2004; Mazur i in., 2006; Żelaźniewicz i in., 2014).

Charakterystyka. Łupki łyszczykowe formacji strońskiej wykazują zmienną barwę od szarej przez ciemnoszarą do szarobrunatnej, która jest uzależniona od proporcji jasnych i ciemnych łyszczyków. Są to skały drobno- lub średnioziarniste, o wybitnie kierunkowej strukturze i oddzielności łupkowej lub cienkopłytkowej. W miarę wzrostu zawartości plagioklazów łupki łyszczykowe przechodzą stopniowo w paragnejsy plagioklazowe, odznaczające się jaśniejszą barwą w stosunku do ciemnoszarych łupków łyszczykowych. Wysoka zmienność składu mineralnego tych skał, a zwłaszcza duże wahania zawartości plagioklazów (0–25%), powodują płynne i częste przejścia od łupków łyszczykowych do paragnejsów plagioklazowych. W tych ostatnich, widoczne makroskopowo plagioklasy formują pojedyncze ziarna bądź skupienia, czy pasma wielkości kilku milimetrów, które przewarstwiają się z pakietami jasnych łyszczyków. Wśród łupków łyszczykowych występują również cienkie wkładki i soczewki łupków kwarcytowo-serycytowych oraz łupków grafitowych (Lorenc, 1981; Cymerman, 1992, 1995, 1996).

Do głównych komponentów budujących łupki łyszczykowe oraz paragnejsy plagioklazowe należą: kwarc, jasne łyszczyki, biotyt, plagioklasy oraz chloryt, zaś wśród minerałów akcesorycznych pojawiają się granaty, apatyt, cyrkon, turmalin, epidot i tytanit; stwierdzono ponadto obecność tlenków żelaza (hematyt), kalcytu oraz grafitu, przy czym zawartości tych składników są bardzo zmienne. Kwarc występuje w różnych, ale stosunkowo dużych ilościach i najczęściej tworzy wydłużone soczewki lub występuje w odrębnych warstewkach, przy czym w tych ostatnich pokruszone ziarna kwarcu często są poprzerastane z plagioklazami. Soczewki i laminy kwarcu są wydłużone równolegle do foliacji. Niekiedy zawartości kwarcu przekraczają 60% i wówczas skała staje się kwarcytem łyszczykowym. Plagioklasy, reprezentowane głównie przez oligoklaz, a podrzędnie przez albit, są silnie poprzerastane łyszczykami i kwarcem. Ulegają one w różnym stopniu wtórnym przeobrażeniom, przede wszystkim serycytyzacji, i rzadziej kaolinityzacji. Łyszczyki, występujące w zmiennych ilościach, wśród których przeważnie jasne miki dominują nad ciemnym biotytem, tworzą smugi i warstewki zbudowane z dobrze wykształconych blaszek (Lorenc, 1981; Cymerman, 1992, 1995, 1996).

W okolicach Jawornicy, tam, gdzie odsłania się dolna część profilu formacji strońskiej, w łupkach łyszczykowych i paragnejsach występują wkłady mylonitów kwarcowych, których wychodnie tworzą wydłużone pasy o szerokościach do 100 m. Są to skały drobnokrystaliczne, cienkolaminowane o barwach jasnoszarych lub kremowych, zbudowane z kwarcu i jasnych łyszczyków. W ich składzie pojawia się również skałen potasowy, a podrzędnie występuje apatyt, cyrkon, tlenki żelaza i grafit. Wraz ze wzrostem zawartości grafitu jasny mylonit kwarcowy staje się ciemnoszarym lub nawet czarnym kwarcytem grafitowym. Ten ostatni tworzy wkładki o miąższościach od kilku do kilkunastu centymetrów (Lorenc, 1981; Cymerman, 1992, 1995, 1996).

Złoże łupków fyllitowych Dewon-Pokrzywna

Lokalizacja. Złoże łupków fyllitowych Dewon-Pokrzywna jest położone w południowo-zachodniej części województwa opolskiego, w południowej części powiatu nyskiego i oddalone 4,9 km na południowy-wschód od Głucholaz (ryc. 1). Znajduje się ono u podnóża północnych stoków Gór Opawskich, w Sudetach Wschodnich.

Tło geologiczne i geneza. Złoże Dewon-Pokrzywna jest zlokalizowane w północnym segmencie morawsko-śląskiego pasma fałdowo-nasuwczego, w obrębie morawsko-śląskiego basenu przedgórskiego. W tym rejonie, między Głucholazami na zachodzie a Głubczycami na wschodzie, odsłaniają się synorogeniczne osady silikoklastyczne dolnego karbonu (flisz waryscyjski, facja kulmu), które wypełniły dystalny subbasen Niskiego Jesenika. Zgodnie z podziałem przyjętym przez geologów czeskich dolnokarbońska sekwencja turbidytowa obejmuje formację andelskohorską, hornobeneszowską, morawicką oraz hradecko-kyjovicką. Utwory dwóch pierwszych formacji odsłaniają się w zachodniej części strefy kulmu, natomiast osady pozostałych dwóch formacji zachowały się we wschodniej części tego basenu. Ze względu na zaangażowanie zachodniej części morawsko-śląskiej strefy kulmu w system płaszczowinowy metamor-

fiku wschodniosudeckiego (masywy Jesenika i Strzelina), sukcesja karbońska została poddana procesom metamorfizmu regionalnego w facji zieleńcowej, przy czym stopień przeobrażenia tych skał zmniejsza się od zachodu ku wschodowi aż do skał nie noszących już znamion tego zjawiska (Dvořák, 1973; Unrug, 1977; Bobiński i in., 1997; Hartley & Otava, 2001; Kalvoda i in., 2008; Mazur i in., 2006, 2010; Żelaźniewicz & Aleksandrowski 2008).

Charakterystyka. Profil złoża Dewon-Pokrzywna ukazuje fragment dolnowizeńskiej formacji z Andelskiej Hory, której protolitem były rytmicznie powtarzające się łupki ilaste i ilasto-piaszczyste, wraz z podrzędnymi cienkolawicowymi szarogłazami, przechodzącymi lokalnie w zlepieńce, oraz towarzyszące im wkładki tufów i tufitów. Zatem formację andelskohorską budują rytmicznie alternujące ze sobą ciemnoszare i czarne bardzo drobnoziarniste laminowane fyllity oraz fyllity piaszczyste o nieco grubszym ziarnie (drobnoziarniste) i jaśniejszych barwach, a także szare i jasnoszare, drobno- i średnioziarniste fyllitowe szarogłazy, które miejscami przechodzą w drobnoziarniste metazlepieńce. Tym silnie złupkowaconym, miejscami również silnie zdeformowanym, skałom towarzyszą żyły i soczewy białego kwarcu, ułożone zgodnie ze złupkowaniem, warstewki kwarcowo-skaleniowe oraz soczewy zieleńców (okolice Moszczanki), (Sawicki, 1955, 1959, 1997; Wilgocka-Łazarewicz, 1982; Bobiński i in., 1997; Awdankiewicz i in., 2004).

W składzie mineralnym fyllitów dominuje kwarc, a podrzędnie występują okruchy skał, muskowit, serycyt, węglany, minerały nieprzezroczyste oraz substancja organiczna. Natomiast w fyllitach piaszczystych stwierdzono kwarc, okruchy kwarcytów, fragmenty skał metamorficznych i osadowych, plagioklasy, serycyt, muskowit, sporadyczny biotyt lub chloryt, węglany oraz minerały nieprzezroczyste. Większe ziarna są spłaszczone, a lokalnie występują smugi mylonityczne (Bobiński i in., 1997).

Złoże łupków kwarcytowych Jegłowa

Lokalizacja. Złoże łupków kwarcytowych Jegłowa znajduje się w południowo-wschodniej części województwa dolnośląskiego, i w takiej samej (SE) części powiatu strzebińskiego, jest oddalone 3,5 km na północ od Przeworna (ryc. 1). Jest ono położone na Przedgórzu Sudeckim, w obrębie Wzgórz Strzebińskich, na obszarze Sudetów Wschodnich.

Tło geologiczne i geneza. Złoże Jegłowa jest usytuowane w północnym segmencie morawsko-śląskiego pasma fałdowo-nasuwczego, w jego wschodniej części obejmującej metamorfik wschodniosudecki strefy morawsko-śląskiej w obrębie północno-wschodniego skrzydła brzeżnego uskoku sudeckiego (masyw Strzelina). Na tym obszarze odsłaniają się w izolowanych wychodniach utwory kompleksu strzebińskiego oraz towarzyszące im intruzyjne ciała waryscyjskich granitoidów. We fragmencie masywu Strzelina najbardziej wewnętrzną część kompleksu stanowią neoproterozoiczne ortognejsy (gnejsy Strzelina), zawierające wkładki amfibolitów. Są one otulone dwoma osłonami, starszą i młodszą serią łupkową. Tę pierwszą stanowi neoproterozoiczna seria zbudowana z amfibolitów, łupków łyszczykowych, skał wapniennie-krzemiano-

wych oraz marmurów. Natomiast młodsza, dewońska seria łupkowa warstw z Jegłowej, w skład której wchodzi kwarcyty, łupki kwarcytowo-serycytowe i metazlepieńce, stanowi zewnętrzną osłonę wspomnianych ortognejsów Strzelina. Cały ten kompleks strzeleński, obejmujący ortognejsy wraz z osłoną starszej i młodszej serii łupkowej został zmetamorfizowany w warunkach facji amfibolitowej (Oberc-Dziedzic & Szczepański, 1995; Buła & Żaba, 2005; Mazur i in., 2006, 2010; Żelaźniewicz & Aleksandrowski, 2008).

Charakterystyka. W złożu Jegłowa odsłania się fragment dewońskiej serii łupkowej warstw z Jegłowej, zbudowany z kwarcytów i łupków kwarcytowych, którym towarzyszą liczne wkładki łupków serycytowych i fyllitów oraz soczewkowo-gniazdowe i pokładowe partie wypełnione kaolinami, a także pokładowe żyły sekrecyjnego kwarcu, zawierające grubokrystaliczne szczotki kwarcowe. W profilu tego kompleksu dominują białe, niekiedy jasnoszare, drobnoziarniste łupki kwarcytowe, które odznaczają się strukturą kierunkową i smużystą oraz oddzielnością cienkopłytkową lub płytkową, zgodną z dobrze wykształconą foliacją. Skład mineralny tych łupków jest stały, zmienia się jedynie proporcja dwóch głównych składników – kwarcu i jasnych łyszczyków (muskowitu i serycytu). Ziarna kwarcu, występujące w przewodzie, są silnie kierunkowo wydłużone i często tworzą poikiloblasty, zamykające w sobie liczne drobne blaszki jasnych łyszczyków, które są ułożone zgodnie z kierunkową strukturą łupku. Łyszczyki występują w zmiennych ilościach (do 15%) i najczęściej budują równoległe, niekiedy przerywane smugi, które przebiegają zgodnie z łupkową strukturą skały. W profilu obserwuje się sporadycznie wkładki łupków, w których łyszczyki dominują nad kwarcem. W łupkach kwarcytowych skalenie są sporadycznym składnikiem mineralnym, bardzo często są silnie zwietrzałe i zastąpione przez serycyt. Obok wymienionych komponentów występują również pojedyncze blaszki biotyту oraz cienkie igiełki turmalinu (długości do 1 cm), ułożone linijnie na powierzchniach foliacji łupku. Ponadto, licznie występują drobne grudki tlenków żelaza. Kwarcyty są jasne, kremowe, i wyróżniają się najczęściej strukturą masywną i bezładną, rzadziej natomiast obserwuje się kwarcyty złupkowacone, które pojawiają się przeważnie w pobliżu stref dyslokacyjnych. Masywne kwarcyty stanowią gruboławicowe, silnie przekrystalizowane skały, które zawierają głównie kwarc z niewielką domieszką łyszczyków i pojedynczymi blaszkami ciemnego biotyту o różnej orientacji. Z kolei kwarcyty złupkowacone, o strukturach kierunkowych i smużystych są wzbogacone we wtórny biotyt, skałek potasowy i sylimanit. Biotyt tworzy kilkucentymetrowe wkładki, natomiast silimanit najczęściej pojawia się w formie promienistych skupień, widocznych na powierzchniach oddzielności, rzadziej buduje włókniste pakiety, które również wnikają pomiędzy ziarna kwarcu. Sylimanitowi towarzyszą liczne, drobne łuseczki jasnego łyszczyku. Łupki serycytowe, które tworzą wkładki w serii łupków kwarcytowych i kwarcytów, są białe lub żółtawe, o jedwabistym połysku i liściastej oddzielności, i to one ulegają procesom kaolinityzacji, dzięki czemu powstają soczewki, gniazda oraz partie pokładowe wypełnione kaolinem. W składzie mineralnym łupków serycytowych dominuje kwarc nad muskowitem i serycytem, przy niewielkich ilościach turmalinu, cyrkonu

oraz minerałów nieprzezroczystych. Struktura tych łupków jest nieregularnie laminowana. Przewarstwienia o stosunkowo ciemnych barwach tworzą, oprócz kwarcytów złupkowaconych i wzbogaconych w biotyt, również szare fillity (Wójcik, 1974; Szepietowska, 1980; Berezowska i in., 1994; Speczik i in., 2010).

Złoże łupków szarogłazowych Jenków

Lokalizacja. Złoże łupków szarogłazowych Jenków jest położone w środkowej części województwa dolnośląskiego, we wschodniej części powiatu jaworskiego i oddalone 6 km na południowy-wschód od Wądroża Wielkiego (ryc. 1). Jest usytuowane na Nizinie Śląskiej, w zachodniej części wysoczyzny średzkiej.

Tło geologiczne i geneza. Złoże Jenków znajduje się na obszarze przedsudeckiej części pasma kaczawskiego, gdzie słabo zmetamorfizowane (epimetamorficzne) serie skalne pochodzenia osadowego i wulkanicznego, należące do starszego paleozoiku, odsłaniają się w izolowanych wychodniach, skoncentrowanych głównie między Wądrożem Wielkim, Goczałkowem a Udaninem. Tworzy te stania wschodnie przedłużenie łupkowo-zieleńcowego pasma kaczawskiego (metamorfiku kaczawskiego), które mimo rozcięcia przez uskoki sudecki brzeżny kontynuuje się w bloku przedsudeckim w ramach jednostki Złotoryja–Luboradz. W tym rejonie epimetamorficzne kompleksy łupkowo-fyllitowe dewonu, budujące wzgórza okolic Mierczyc, Luboradza i Jenkowa, stanowią zarazem osłonę metamorficzną waryscyjskiego masywu granitoidowego Strzegom-Sobótka, przez co na epimetamorfizm regionalną nałożył się metamorfizm kontaktowy, który w miarę oddalania się od intruzji był coraz słabszy (Kural & Jerzmański, 1972, 1974; Berezowska & Berezowski, 1978, 1979; Kural, 1983, 1986; Cwojdzński & Żelaźniewicz, 1995; Jamrozik, 1995; Majerowicz & Mierzejewski, 1995; Żelaźniewicz & Aleksandrowski, 2008).

Charakterystyka. Wychodnia obejmująca obszar złoża Jenków jest zbudowana z łupków szarogłazowych, które współwystępują z łupkami kwarcowo-serycytowymi i fyllitami, tworząc kompleks naprzemianległych ławic i soczew o na ogół ostrych granicach i zmiennej proporcji wymienionych składników. Łupki szarogłazowe wyróżniają się szarą lub oliwkowoszarą barwą, na powierzchniach zwietrzałych są żółtordzawe lub brunatnawe. Tworzą naprzemianległe lub zazębiające się partie równoziarniste i nierównoziarniste oraz fragmenty bardziej masywne lub bardziej łupkowe. Skały te charakteryzują się słabo zaznaczoną foliacją, zwykle posiadają gęste spękania, dzięki czemu wykazują oddzielność płytkową. Wśród składników mineralnych wyróżniono kwarc, albit, serycyt, a także muskowit, biotyt i chloryt oraz tlenki żelaza. Fyllity towarzyszące łupkom szarogłazowym są przeważnie barwy szarej do niemal czarnej. Odznaczają się oddzielnością liściastą, a ich powierzchnie łupliwości są matowe lub błyszczące. W ich składzie petrograficznym dominuje pelit kwarcowy, drobnołuszczkowy serycyt, tlenki żelaza oraz substancja węglista, która kumuluje się w laminach serycytowych. Łupki kwarcowo-serycytowe wykazują cechy pośrednie między łupkami szarogłazowymi a fyllitami. Cechą wyróżniającą te skały jest wstęgowa lub smużysta struktura, będąca wynikiem

naprzemianległych lamin serycytowych oraz lamin materiału piaszczystego, przy czym grubości tych ostatnich osiągają 2–3 mm. Ponadto, miejscami pojawiają się żyłki i soczewki mlecznego kwarcu o grubościach od kilku do kilkudziesięciu centymetrów. Barwa tych łupków jest szara i ciemnoszara, niekiedy z odcieniem zielonkawym, zaś po zwietrzeniu staje się jasnobrązowa. Powierzchnie złupkowania są błyszczące. W składzie petrograficznym albit ma mniejszy udział w porównaniu z łupkami szarogłazowymi (Kural & Jerzmański, 1972, 1974; Berezowska & Berezowski, 1978, 1979; Kural, 1983, 1986; Połaniecka, 1996).

W profilu złoża Jenków wyróżniono dwie odmiany kopaliny. Pierwszą, dominującą odmianę stanowią łupki szarogłazowe bez przewarstwień fyllitów lub z niewielkim ich udziałem w postaci cienkich wkładek, lamin czy nieregularnych smug. Tę odmianę określono mianem seria łupkowa. Natomiast drugą odmianę, reprezentowaną w znacznie mniejszym udziale przez łupki szarogłazowe z częstymi cienkimi wkładkami fyllitów, określono jako seria łupkowo-fyllitowa (Bogacz, 1996).

Badania mikroskopowe zróżnicowanych pod względem barwy oraz cech strukturalno-teksturalnych łupków szarogłazowych oraz fyllitów wykazały, że zarówno pierwsze, jak i drugie są wykształcone jako fyllity o rytmicznie alternujących warstewkach bogatszych albo w kwarc, albo w łyszczyki. W zależności od zawartości tych dwóch składników oraz cech mikrostrukturalno-teksturalnych skały wyróżniono trzy główne typy fyllitów (Połaniecka, 1996):

1. Fyllity serycytowo-kwarcowe typu metawaki szarogłazowej o silnie zaznaczającej się strukturze kierunkowej, podkreślonej przez żyłki kwarcowo-węglanowe, ułożone równolegle do płaszczyzn foliacji. Skała zbudowana z naprzemiennych warstewek o zmiennym udziale łyszczyków i kwarcu, wykształconych granolepido- i lepidoblastycznie. W składzie dominuje kwarc nad łyszczykami. Makroskopowo ma barwę szarą z odcieniem zielonkawym, są widoczne jaśniejsze smużki i żyłki zgodne z foliacją, powierzchnie oddzielności są matowe i nierówne; tekstura skały jest aleurytowa;

2. Fyllity kwarcowo-serycytowe przechodzące w serycytowo-kwarcowe o strukturze kierunkowej, gdzie cieniutkie białawe laminy są ułożone zgodnie z foliacją. Kwarc tworzy wydłużone, soczewkowate skupienia, wokół których w sposób opływający układają się łyszczyki (serycyt z domieszką biotyту i chlorytu). Zawartości kwarcu i łyszczyków są na podobnym poziomie. Tekstura lepidoblastyczna przeważa nad granolepidoblastyczną;

3. Fyllity kwarcowo-serycytowe i kwarcowo-chlorytowo-serycytowe o teksturze lepidoblastycznej, wyróżniające się znacznym nagromadzeniem substancji węglistej, która koncentruje się w warstewkach serycytowych i nadaje skałę barwę ciemnoszarą, prawie czarną. Udział łyszczyków zdecydowanie przeważa nad zawartością kwarcu. Skała charakteryzuje się oddzielnością liściastą i wyraźną lineacją, a powierzchnie złupkowania posiadają jedwabisty połysk.

Pierwszy z wymienionych typów fyllit serycytowo-kwarcowy o charakterze metawaki szarogłazowej reprezentuje wyróżnione makroskopowo łupki szarogłazowe. Drugi typ fyllitu kwarcowo-serycytowego z przejściem do fyllitu serycytowo-kwarcowego jest identyfikowany jako łupki szarogłazowe z częstymi przewarstwieniami fyllitów. Natomiast trzeci typ fyllitu kwarcowo-serycytowego

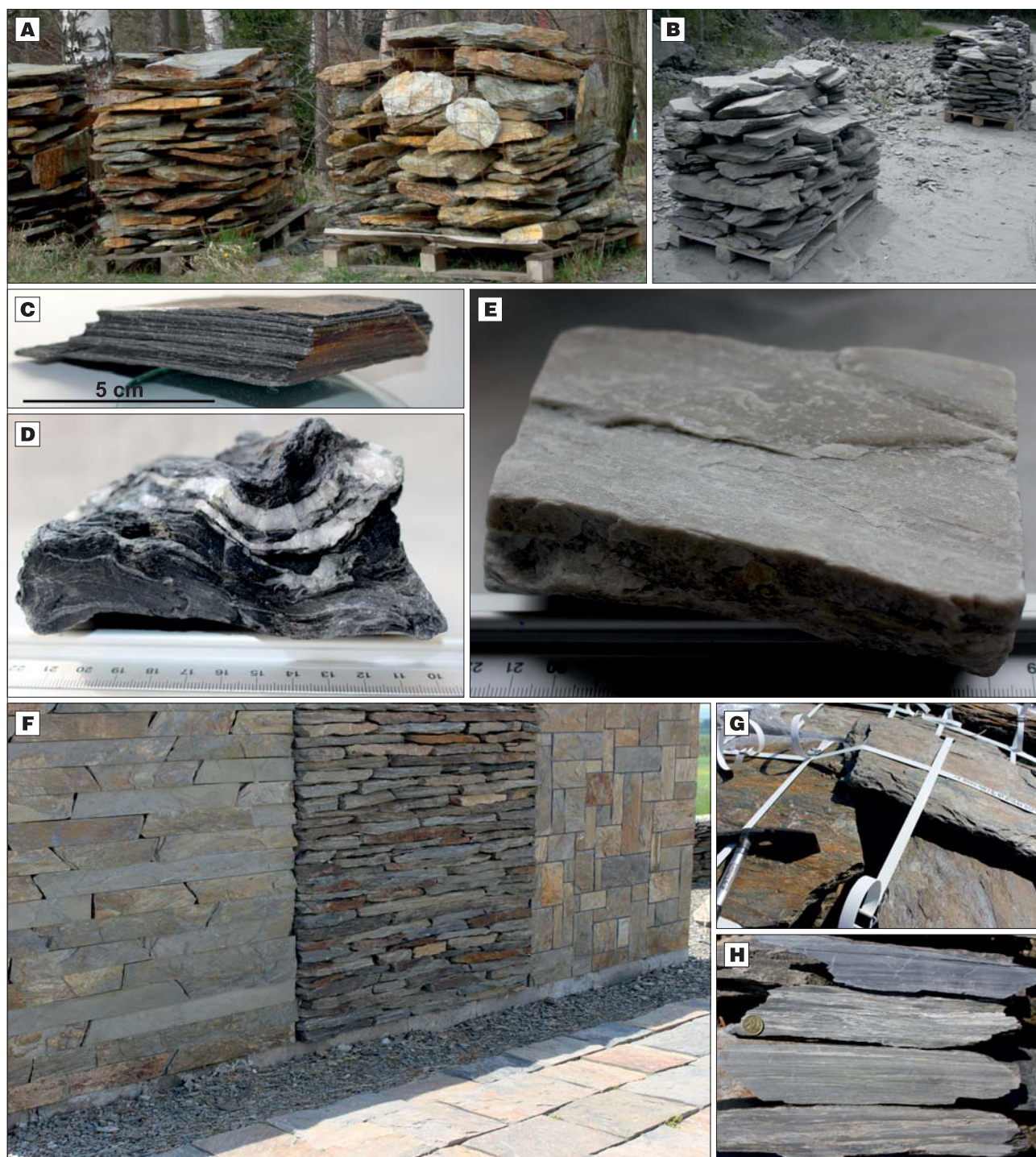
i kwarcowo-chlorytowo-serycytowego z dużym udziałem substancji węglistej odpowiada rozpoznawanym makroskopowo fyllitom (Bogacz, 1996). Fyllity pierwszego i drugiego typu stanowią główne składniki odpowiednio serii łupkowej i łupkowo-fyllitowej, natomiast trzeci typ fyllitu reprezentuje podrzędny komponent obu tych serii (Stańczak, 2015).

OCENA WALORÓW DEKORACYJNYCH

Ocenę właściwości dekoracyjnych łupków krystalicznych wykonano zgodnie z metodyką opracowaną w Katedrze Złóż Surowców Skalnych Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, która waloryzuje skały ze względu na ich (1) genetyczne cechy jakościowe, takie jak barwa, wykształcenie teksturalne składników mineralnych, sposób ich ułożenia i wypełnienia przez nie przestrzeni, oraz (2) zdolność do przyjmowania faktury kamieniarskiej, a także (3) odmianę petrologiczną. Każde z wymienionych kryteriów posiada odrębną klasyfikację wartościującą odpowiednie cechy skały, bądź uzyskiwane dla niej faktury, czy samą jej litologię, w której stopniowo wyższą punktację z zakresu 0–10 otrzymują coraz bardziej cenne właściwości skały, albo coraz bardziej unikatowe faktury i rzadziej występujące w Polsce odmiany petrologiczne kopaliny. Suma punktów otrzymanych dla poszczególnych kryteriów pozwala na ilościową ocenę walorów dekoracyjnych skały, począwszy od unikatowych, przez wysokie, korzystne i mierne, aż do ich braku (Bromowicz & Karwacki, 2002; Bromowicz i in., 2004, 2005).

Ocenę walorów dekoracyjnych przeprowadzono odrębnie dla dominujących oraz podrzędnych, ale istotnych w danym złożu, odmian petrograficznych skał. Ze względu na niejednokrotnie duże zróżnicowanie barwy, oraz zmienność cech teksturalnych i strukturalnych tych odmian przyjęto, że odpowiednią liczbę punktów przyznaje się dla dominującej barwy oraz dla najbardziej atrakcyjnych (najwyżej punktowanych) tekstur i struktur. Charakterystyczne złupkowanie, będące efektem oddziaływania sprzężonych procesów metamorfizmu i deformacji tektonicznej, warunkuje naturalną oddzielność omawianych skał, którą można uzyskać w procesie obróbki kamienia przez rozłupywanie. Ponadto te naturalne powierzchnie oddzielności charakteryzują się zmienną barwą i zróżnicowanym połyskiem i to stanowi ich wyjątkowy walor, który starano się zaznaczyć w kryterium zdolności do przyjmowania faktury kamieniarskiej, przyjmując dla wszystkich omawianych odmian identyczną ilość punktów (2 punkty) jaką przyznano we wspomnianej klasyfikacji dla udarowych faktur kamieniarskich. Ponieważ waloryzacji podlegały w przewadze łupki krystaliczne (1 punkt), oraz dwie odmiany kwarcytów z Jęglowej (3 punkty) i paragnejsy z Jawornicy (3 punkty), dlatego wartościowanie według kryterium odmiany petrologicznej w ograniczonym stopniu różnicowało analizowane rodzaje skał, jednak miało ono wpływ na sumaryczną liczbę punktów rzutującą na klasyfikację walorów dekoracyjnych tych skał.

Łupki łyszczykowo-chlorytowo-kwarcowe oraz łupki łyszczykowo-kwarcowe stanowią główne odmiany petrograficzne kopaliny złoża Orłowice (ryc. 2A). Barwa pierwszej odmiany, uzależniona od udziału lamin i wkładek chlorytowych, zmienia się od szarozielonej, przez ciemno-



Ryc. 2. Zmienność barwy, struktur i tekstur łupków krystalicznych. **A** – łupki łuszczykowo-chlorytowo-kwarcowe i łuszczykowo-kwarcowe z Orłowic; **B, C, D** – fyllity ze złoża Dewon-Pokrzywna: **B** – szary nalot na produkcie to pył pochodzący z mielenia fyllitu, **C** – szaroczarny fyllit laminowany, **D** – czarny fyllit z warstewkami kwarcowo-skaliennymi; **E** – łupek kwarcytowy z Jegłowej; **F, G, H** – łupki szarogłazowe i kwarcowo-serycytowe z Jenkowa: **F** – przykłady zastosowań łupka jenkowskiego, **H** – laminacja widoczna w płaszczyźnie ciętej prostopadłe do uławicenia łupków

Fig. 2. Variations in colour, structure and texture of the slates, phyllites and schists: **A** – mica-chlorite-quartz schists and mica-quartz schists of the Orłowice deposit; **B, C, D** – phyllites of the Dewon-Pokrzywna deposit: grey dust covering broken stones comes from grinding of phyllites (**B**), dark grey laminated phyllite (**C**) and black phyllite with quartz-feldspar layers (**D**); **E** – quartzitic schist of the Jegłowa deposit; **F, G, H** – greywacke slates and quartz-sericite slates of the Jenkow deposit: examples of possible use of the Jenkow slates (**F**), lamination visible in a plane cut perpendicularly to the bedding in slates (**H**)

szarą do zielonoszarej i nawet seledynowej, podczas gdy druga odznacza się szarą barwą. Cienkie laminy i płaskie soczewki szklanego kwarcu obecne w obu odmianach łupków łuszczykowych wzmacniają strukturę laminowaną i smużystą tych skał, która ponadto jest zbity. Natomiast

wydłużone buły i soczewy szklisto-mlecznego kwarcu przewarstwiające łupki łuszczykowe, w obróbce dzielące się wraz z łupkiem wzdłuż płaskich powierzchni, wywołują dodatkowy efekt zmienności barwy kamienia w kierunku odcieni jasnej szarości (fragmenty soczew i buł kwarcu-

wych). Tekstura tych odmian petrograficznych skał jest drobnoblastyczna: lepidoblastyczna dla wkładek łyszczykowo-chlorytowych i łyszczykowych oraz granolepidoblastyczna dla lamin i płaskich soczewek kwarcu oraz granoblastyczna dla buł i soczew kwarcowych. Porfiroblasty granatów, występujące w łupkach łyszczykowych bądź towarzyszące laminom i płaskim soczewkom kwarcu, w niewielkim stopniu zaznaczają swoją obecność, powodując lokalną lub strefową zmianę zabarwienia skały na czarne albo czerwono-rdzawe.

Łupki łyszczykowe oraz paragnejsy plagioklazowe przechodzące płynnie jedne w drugie stanowią dominujące odmiany petrograficzne kopaliny złoża Jawornica. Barwa pierwszej odmiany, w zależności od proporcji jasnych i ciemnych łyszczyków, zmienia się od szarej przez ciemnoszarą do szarobrunatnej, natomiast druga wyróżnia się jaśniejszymi odcieniami. Należy zaznaczyć, że barwa obu tych rodzajów kopaliny jest zmodyfikowana przez domieszki barwiące, takie jak hematyt i grafit, odpowiednio do odcieni czerwieni (nawet barwy różowej) oraz stalowej czerni. Łupek łyszczykowy charakteryzuje się strukturą laminowaną, wybitną oddzielnością łupkową lub cienkopłytkową, natomiast paragnejs plagioklazowy odznacza się strukturą smużystą, pasemkową i gnejsową w zależności od formy nagromadzeń plagioklazów, a jego oddzielność jest kostkowa. Tekstury obu odmian są drobno- i średnioblastyczne: lepidoblastyczne w łupkach i granolepidoblastyczne w paragnejsach.

Równorzędne odmiany petrograficzne kopaliny złoża Dewon-Pokrzywna stanowią ciemnoszare i czarne fyllity laminowane oraz fyllity piaszczyste o nieznacznie grubszym ziarnie i jaśniejszych barwach (ryc. 2B–D). Struktura tych skał jest laminowana i silnie złupkowacona. Żyły i soczewki białego kwarcu oraz warstewki kwarcowo-skaleniowe podkreślają ich strukturę laminowaną, przez co miejscami jest ona smużysta i pasemkowa (ryc. 2D). Tekstura fyllitów laminowanych jest bardzo drobnodziarnista z przewagą lepidoblastycznej nad granolepidoblastyczną, natomiast w fyllitach piaszczystych – drobnodziarnista i przeważnie granolepidoblastyczna.

Dominujące odmiany kopaliny w złożu Jegłowa to łupki kwarcytowe i kwarcyty o strukturach masywnych i bezładnych, zaś podrzędne odmiany stanowią kwarcyty złupkowacone, a także łupki serycytowe i fyllity. Łupki kwarcytowe wyróżniają się barwą białą lub niekiedy jasnoszarą. Ich struktura jest kierunkowa i smużysta, podkreślona równoległym ułożeniem blaszek łyszczyków, zaś oddzielność – cienkopłytkowa lub płytkowa. Łupki te są drobnodziarniste i lepidogranoblastyczne (ryc. 2E). Kwarcyty masywne nie wykazują struktur kierunkowych, a ułożenie składników mineralnych jest bezładne. Są one jasnokremowe i tworzą grube ławice. Natomiast kwarcyty złupkowacone odznaczają się strukturą kierunkową i posiadają podobne jasnokremowe barwy, przy czym w strefach wzbogaconych w biotyt ich barwa ciemnieje, a struktura staje się smużysta. Ogólnie kwarcyty wykazują teksturę granoblastyczną i heteroblastyczną, kwarcytową (zazębiające się ksenoblasy kwarcu), miejscami mozaikową (poligonalne blasty), niekiedy poikiloblastyczną. Łupki serycytowe wyróżniają się barwą białą lub żółtawą, natomiast fyllity są szare. Połysek tych skał jest jedwabisty, a oddzielność liściasta (tj. bardzo cienkopłytkowa). Wyka-

zują one tekstury drobno- i nierównodziarniste oraz lepidogranoblastyczne (Berezowska i in., 1994).

Łupki szarogłazowe i fyllity, stanowiące dwa skrajne człony oraz łupki kwarcowo-serycytowe, będące członem pośrednim, reprezentują trzy makroskopowo zidentyfikowane odmiany skał występujące w profilu złoża Jenków (ryc. 2F–H). Tworzą one wzajemnie przewarstwiające się pakiety, wkładki i laminy, przy czym łupki szarogłazowe oraz kwarcowo-serycytowe stanowią dwa dominujące składniki profilu, natomiast fyllity występują podrzędnie. Łupki szarogłazowe odznaczają się szarą lub oliwkowoszarą barwą, przy czym na powierzchniach zwietrzałych są żółtordzawe lub brunatnawe (ryc. 2G). Są one zbudowane z naprzemianległych pakietów równodziarnistych i nierównodziarnistych oraz partii bardziej masywnych lub złupkowacych. Ich tekstura jest granolepido- i lepidoblastyczna. Łupki kwarcowo-serycytowe, utworzone z naprzemianległych lamin i soczewek serycytu oraz materiału piaszczystego, wyróżniają się strukturą wstęgową lub smużystą, zaś tekstura lepidoblastyczna przeważa nad granolepidoblastyczną (ryc. 2H). Ich barwa jest szara i ciemnoszara z odcieniem zielonkawym, a po zwietrzeniu – jasnobrązowa. Fyllity, tworzące cienkie wkładki, bądź laminy, czy nieregularne smugi wśród łupków charakteryzują się liściastą oddzielnością i zmienną barwą od szarej do niemal czarnej, a także zróżnicowanym połyskiem, od matowego do błyszczącego. Ich tekstura jest lepidoblastyczna.

W klasyfikacji walorów dekoracyjnych czynnikiem różnicującym poszczególne odmiany kopaliny ocenianych dla złóż łupków krystalicznych okazała się być dominująca barwa (zakres od 2 do 8 punktów) oraz struktura zdefiniowana jako sposób rozmieszczenia składników mineralnych w skale (zakres od 0 do 8 punktów, ocena dla najbardziej atrakcyjnej struktury). Natomiast kryterium wykształcenia teksturalnego (wielkość i forma składników mineralnych; zakres od 9 do 10 punktów) oraz masywność, rozumiana jako stopień wypełnienia przestrzeni skały przez jej komponenty (wartość stała na poziomie 10 punktów), stanowią najmniej różnicujący czynnik z uwagi na charakter genetyczny analizowanych skał.

Wśród dominujących odmian petrograficznych najwyższą liczbę punktów ze względu na przeważającą barwę otrzymały białe i jasnoszare łupki kwarcytowe z Jegłowej (8 punktów) oraz łupki łyszczykowe i paragnejsy plagioklazowe z Jawornicy o barwach czerwono-różowych przechodzących w stalową czerń (6 punktów). Nieco mniejszą liczbę punktów uzyskały ciemnoszare i czarne fyllity laminowane złoża Dewon-Pokrzywna (5 punktów), szare i ciemnoszare (z odcieniem zielonkawym) łupki kwarcowo-serycytowe z Jenkowskiej (5 punktów) oraz szare, oliwkowoszare i brunatne (po zwietrzeniu) łupki szarogłazowe z Jenkowskiej (4 punkty), a także kwarcyty masywne z Jegłowej (4 punkty). Natomiast najniższe wartości punktów zostały przyznane łupkom łyszczykowo-chlorytowo-kwarcowym i łyszczykowo-kwarcowym z Orłowic, których barwa zmienia się w odcieniach szarozielonych, ciemnoszarych do zielonoszarych z odcieniem seledynu i przechodzi w tonację szarości (odcienie „jesieni orłowickiej”; odpowiednio 2 i 3 punkty) oraz jasnoszarym i szaroczarным fyllitom piaszczystym złoża Dewon-Pokrzywna (2 punkty).

Wśród podrzędnych odmian petrograficznych najwyższą liczbę punktów za dominującą barwę otrzymały białe

i żółtawe łupki serycytowe z Jegłowej (8 punktów). O połowę niższe wartości punktów uzyskiwały jasnokremowe kwarcyty złupkowacone z Jegłowej (4 punkty) i dalej szaroczarne i czarne fyllity z Jenkowa (3 punkty) oraz szare fyllity z Jegłowej (3 punkty).

W klasyfikacji z uwagi na najbardziej atrakcyjne ułożenie składników mineralnych najwyższą punktację wśród dominujących odmian petrograficznych otrzymały fyllity złoża Devon-Pokrzywna, paragnejsy plagioklazowe z Jawornicy oraz łupki kwarcowo-serycytowe z Jenkowa, które wykazują struktury laminowane, smużyste, wstęgowe, pasemkowe lub gnejsowe (8 punktów). Najniżej w tym rankingu znalazły się kwarcyty masywne o strukturach bezładnych z Jegłowej (0 punktów). Pozostałe odmiany skał zarówno dominujące, jak i podrzędne, otrzymały po 6 punktów, ponieważ wykazują one struktury laminowane.

Analizując sumę punktów uzyskanych dla obu różniących kryteriów (barwa i struktura – ułożenie składników skały) przez poszczególne główne odmiany petrograficzne występujące w danym złożu, należy stwierdzić, że łupki i paragnejsy złoża Jawornica znajdują się najwyżej w tym rankingu (odpowiednio 12 i 14 punktów), drugie miejsce zajmują fyllity laminowane i piaszczyste złoża Devon-Pokrzywna (odpowiednio 13 i 10 punktów) oraz łupki szarogłazowe i kwarcowo-serycytowe złoża Jenków (odpowiednio 10 i 13 punktów), natomiast na trzecim miejscu znalazły się łupki kwarcytowe i kwarcyty masywne z Jegłowej (odpowiednio 14 i 4 punkty), zaś najniższe czwarte miejsce w tym rankingu zajmują łupki łuszczkowo-chlorytowo-kwarcowe i łuszczkowo-kwarcowe złoża Orłowice (odpowiednio 8 i 9 punktów). Z kolei dla podrzędnych odmian petrograficznych suma punktów przyznanych za dominującą barwę oraz najbardziej atrakcyjną strukturę jest najwyższa dla jegłowskich łupków serycytowych (14 punktów), nieco niższa dla kwarcytów złupkowaconych z Jegłowej (10 punktów), natomiast fyllity z Jenkowa i Jegłowej otrzymały najniższą sumę punktów (9 punktów).

W ilościowej klasyfikacji, która uwzględnia również pozostałe kryteria (masywność, wykształcenie teksturalne składników mineralnych skały, jej odmianę petrologiczną oraz przyjmowaną przez nią fakturę kamieniarską) niemal wszystkie główne odmiany petrograficzne kopalin zidentyfikowane w analizowanych złożach wykazują wysokie walory dekoracyjne (suma punktów od 31 do 38), jedynie łupki łuszczkowo-chlorytowo-kwarcowe z Orłowic oraz kwarcyty masywne z Jegłowej odznaczają się korzystnymi walorami dekoracyjnymi (odpowiednio 30 i 28 punktów). Natomiast wszystkie analizowane podrzędne odmiany petrograficzne wyróżniają się wysokimi walorami dekoracyjnymi.

Na światowym rynku kamieni architektonicznych ok. 1/3 wszystkich genetycznych odmian skał stanowią skały metamorficzne, a wśród nich ok. 25% reprezentują łupki krystaliczne. Podczas gdy w skali rynku kamieniarskiego Unii Europejskiej łupki te stanowią niespełna 10% i są reprezentowane przez ponad 150 odmian, wśród których zdecydowanie przeważają łupki dachówkowe o barwach szarych, przy znacznie mniejszym udziale odmian czarnych, zielonych, niebieskich, czy brązowych, i znikomych ilościach odmian czerwonych, różowych, żółtych czy białych (Bromowicz, 2015a, b). Zatem na tle takiej statystyki, do której nie włączono polskich złóż łupków krysta-

licznych, Polska dysponuje unikatowymi pod względem barwy odmianami łupków krystalicznych, a biorąc pod uwagę również wysokie walory dekoracyjne tych skał, należy uznać wyjątkową wartość omawianych złóż.

WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-MECHANICZNE I ZASTOSOWANIE ŁUPKÓW KRystalicznych

Dokumentacje geologiczne omawianych pięciu złóż łupków krystalicznych zawierają wyniki badań właściwości fizyczno-mechanicznych, które zostały wykonane w bardzo zróżnicowanym zakresie, zgodnym z ówczesnymi wymaganiami dla łupków przeznaczonych do produkcji posypki papowej (złoża Orłowice i Devon-Pokrzywna), czy będących surowcem wykorzystywanym w przemyśle materiałów ogniotrwałych (złoża Jegłowa), albo łupków stanowiących kamień stosowany w budownictwie (złoża Jenków i Jawornica) (Maziarz & Lewowicki, 1967; Szepletowska, 1980; Wilgocka-Łazarewicz, 1982, 1985; Bogacz, 1996; Kancler, 2001; Jurecki 2012). Rozpatrując średnie wartości gęstości pozornej wyznaczone dla kopalin udokumentowanych w omawianych złożach na tle klasyfikacji skał przyjętej w normie PN-B-01080: 1984, można stwierdzić, że łupki łuszczkowe z Orłowic ($2,83 \text{ g/cm}^3$) i Jawornicy ($2,65 \text{ g/cm}^3$), a także fyllity złoża Devon-Pokrzywna ($2,68 \text{ g/cm}^3$) oraz łupki z Jenkowa ($2,70 \text{ g/cm}^3$) stanowią skały bardzo ciężkie (dane dla fyllitów złoża Devon-Pokrzywna zaczerpnięto z pracy dyplomowej: Golowska, 2012; dla pozostałych złóż *vide*: Wilgocka-Łazarewicz, 1985; Bogacz, 1996; Kancler, 2001; www.kopalnia-lupka.pl). Natomiast łupki kwarcytowe złoża Jegłowa ($2,20\text{--}2,55 \text{ g/cm}^3$) należą do skał ciężkich, zaś kwarcyty z Jegłowej ($2,51\text{--}2,68 \text{ g/cm}^3$) reprezentują skały ciężkie i bardzo ciężkie (Maziarz & Lewowicki, 1967). Ze względu na fakt, że nasiąkliwość została oznaczona jedynie dla łupków złóż Jawornica (0,20%) i Jenków (0,11–3,34%, średnio 0,44%), a także dla fyllitów złoża Devon-Pokrzywna (0,70–1,70%, średnio 1,13%), to według klasyfikacji zawartej w normie PN-B-01080: 1984, te pierwsze z wymienionych należą do skał bardzo mało nasiąkliwych (łupki z Jawornicy), drugie są bardzo mało- i mało nasiąkliwe (łupki z Jenkowa), zaś fyllity z Devon-Pokrzywny stanowią skały mało nasiąkliwe (Bogacz, 1996; Kancler, 2001; Golowska, 2012). Pozostałe parametry charakteryzujące właściwości fizyczno-mechaniczne omawianych skał, takie jak wytrzymałość na ściskanie i ścieralność na tarczy Boehmego, zostały oznaczone jedynie dla łupków z Jenkowa i wskazują, że skały te odznaczają się wytrzymałością od małej i średniej do dużej i bardzo dużej oraz ścieralnością od bardzo małej i małej do średniej i dużej (Bogacz, 1996; Stańczak, 2015; PN-B-01080: 1984). Wobec tak niejednołitego rozpoznania właściwości fizyczno-mechanicznych łupków krystalicznych omawianych złóż istnieje uzasadniona potrzeba wykonania odpowiednich badań w zakresie oceny zmienności ich nasiąkliwości, a także wytrzymałości na ściskanie i ścieralności.

Dotychczasowe doświadczenia wskazują, że spektrum zastosowań łupków krystalicznych jako kamienia budowlanego jest bardzo szerokie. Otóż łupki eksploatowane w złożach Orłowice, Jawornica i Jenków, a także Devon-Pokrzywna oraz Jegłowa znajdują zastosowanie jako kamień łupany do wykończeń elewacji budynków, ogrodzeń i pod-

murówek, czy do wykładania kominków i tarasów. Są również stosowane jako łupany kamień ścieżkowy, bruk antyczny (kamień otaczany), a także w formie sortowanego grysłu łupkowego (kora łupkowa) do dekoracji ogrodów lub jako wypełnienia gabionów. W formie kamieni wielkopłytkowych są używane do budowy chodników, podjazdów, schodów, czy kaskad i oczek wodnych. Większe bryły łupku mogą stanowić elementy dekoracyjne w ogrodach, skwerach i parkach. Z kolei jako łupany kamień mурowy są stosowane do wykończeń cokołów budynków, do budowy murów oporowych i warstwowych. Poza tym płytkowy kamień łupany cięty wzdłuż jednej krawędzi lub czterech wzajemnie prostopadłych krawędzi stanowi atrakcyjną alternatywę dla ceramicznych płytek elewacyjnych i posadzkowych, a także dla betonowej kostki brukowej.

WNIOSKI

1. We współczesnej architekturze łupki krystaliczne cieszą się coraz większym zainteresowaniem, a przykład polskich złóż łupków krystalicznych wskazuje, że w perspektywie ostatnich 10 lat tradycyjny sposób wykorzystania tych skał jako surowca stosowanego między innymi do produkcji posypki papowej, pylastych nośników środków ochrony roślin, czy materiałów ogniotrwałych został stopniowo zdominowany przez ich użytkowanie jako kamienia budowlanego.

2. Niniejsza praca przedstawia pierwszy publikowany ranking walorów dekoracyjnych przeprowadzony dla łupków krystalicznych pochodzących z czynnych polskich złóż: Orłowice, Jawornica, Dewon-Pokrzywna, Jegłowa i Jenków. Ocena właściwości dekoracyjnych łupków krystalicznych uwzględniająca barwę, cechy teksturalne i strukturalne skały, jej zdolność do przyjmowania poleru oraz odmianę petrologiczną wykazała, że dominujące i podrzędne odmiany petrograficzne udokumentowane w omawianych złożach odznaczają się wysokimi walorami dekoracyjnymi, głównie z uwagi na atrakcyjne barwy i strukturalne ułożenie składników mineralnych.

3. Na tle europejskiego rynku kamieniarskiego Polska dysponuje unikatowymi pod względem barwy odmianami łupków krystalicznych, a biorąc pod uwagę również wysokie walory dekoracyjne tych skał, należy uznać wyjątkową wartość omawianych złóż.

4. Szeroki wachlarz zastosowań omawianych łupków krystalicznych można modyfikować przez tworzenie odpowiednich kompozycji barwnych wykorzystujących kontrastowe zestawienia barw albo też przez dobór łupków o barwach w podobnym odcieniu i tonacji (czerwonawe i stalowoczarne łupki z Jawornicy, ciemnoszare i czarne łupki z Dewon-Pokrzywnej, białe, jasnoszare i żółtawe łupki z Jegłowej, zielonoszare łupki w zmiennych odcieniach jesieni orłowskiej lub jenkowskiej, odpowiednio łupki z Orłowic i Jenkowa).

5. Wobec niejednołitego rozpoznania właściwości fizyczno-mechanicznych łupków krystalicznych omawianych złóż istnieje uzasadniona potrzeba wykonania dalszych badań w zakresie oceny zmienności ich nasiąkliwości, a także wytrzymałości na ściskanie, i ścieralności.

Autorka dziękuje Recenzentom za Ich cenne i istotne uwagi, które przyczyniły się do powstania ostatecznej wersji niniejszego artykułu.

Praca finansowana z funduszu badań statutowych WGGiOŚ AGH numer 11.11.140.320.

LITERATURA

- AWDANKIEWICZ H., BOBIŃSKI W., GAWLIKOWSKA E., LIS J., PASIECZNA A., BOJAKOWSKA I., WOŁKOWICZ S., BUJAKOWSKA K., HRYBOWICZ G. & WOJCIECHOWSKA K. 2004 – Objasnienia do Mapy Geosrodowiskowej Polski 1 : 50 000, arkusz Glucholazy (936). Państw. Inst. Geol., Warszawa, s. 40.
- BEREZOWSKA B. & BERZOWSKI Z. 1978 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów 1 : 25 000, arkusz Wądroże Wielkie (25). Inst. Geol., Warszawa.
- BEREZOWSKA B. & BERZOWSKI Z. 1979 – Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów 1 : 25 000, arkusz Wądroże Wielkie. Inst. Geol., Warszawa, s. 84.
- BEREZOWSKA B., BERZOWSKI Z. & CWOJDZIŃSKI S. 1994 – Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów 1 : 25 000, arkusz Jegłowa. Państw. Inst. Geol., Warszawa, s. 40.
- BGSM 2011 – Bilans gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata 2009 pod red. Smakowskiego T., Neya R. & Galosa K. IGSMiE PAN, Kraków, s. 1071.
- BGSM 2015 – Bilans gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata 2013 pod red. Smakowskiego T., Galosa K. & Lewickiej E., Inst. Gosp. Sur. Min. i En. PAN, Państw. Inst. Geol.- Państw. Inst. Bad., Warszawa, s. 1169.
- BZZK 2008 – Bilans zasobów złóż kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31 XII 2007 r. pod red. Gientki M., Malon A. & Dylag J. Państw. Inst. Geol., Warszawa, s. 463.
- BZZK 2016 – Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2015 r. pod red. Szuflickiego M., Malon A. & Tymińskiego M. Państw. Inst. Geol. – Państw. Inst. Bad., Warszawa, s. 475.
- BOBIŃSKI W., BADURA J. & PRZYBYLSKI B. 1997 – Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, 1 : 50 000, arkusz Prudnik (937), Państw. Inst. Geol., Warszawa, s. 40.
- BOBIŃSKI W., GAWLIKOWSKA E., KLONOWSKI M., KOŹMA J., LIS J., PASIECZNA A. & WOŁKOWICZ S. 2004 – Objasnienia do Mapy Geosrodowiskowej Polski 1 : 50 000, arkusze Kudowa Zdrój (899) i Duszniki Zdrój (900). Państw. Inst. Geol., Warszawa, s. 47.
- BOBIŃSKI W. (red.) 1999 – Krobica K-II/3 i Krobica K-II/4. Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol., 93: 56.
- BOGACZ A. 1996 – Dokumentacja geologiczna złoża łupków szarogłazowych i fylitów Jenków w kat. C₂, miejsc. Jenków, gm. Wądroże Wielkie, woj. legnickie. Przedsiębior. Geol. S.A., Kraków.
- BROMOWICZ J. 2015a – Skały metamorficzne Europy. Kamienie architektoniczne w złożach Polski i Europy. Część VII – marmury Europy. Nowy Kamieniarz, 82 (4): 52–56.
- BROMOWICZ J. 2015b – Skały metamorficzne Europy. Kamienie architektoniczne w złożach Polski i Europy. Część VIII – pozostałe skały metamorficzne Europy. Nowy Kamieniarz, 83 (5): 72–74.
- BROMOWICZ J. & KARWACKI A. 2002 – Dekoracyjność kamienia naturalnego (próba standaryzacji). Górn. Odkr., 44 (5/6): 9–17.
- BROMOWICZ J., FIGARSKA-WARCHOŁ B., KARWACKI A., KOLASA A., MAGIERA J., REMBIŚ M., SMOLEŃSKA A. & STAŃCZAK G. 2004 – Dekoracyjność – ważny element oceny kopaliny przy dokumentowaniu złóż kamieni budowlanych i drogowych. Górn. Odkr., 46 (3/4): 45–49.
- BROMOWICZ J. (red.), FIGARSKA-WARCHOŁ B., KARWACKI A., KOLASA A., MAGIERA J., REMBIŚ M., SMOLEŃSKA A. & STAŃCZAK G. 2005 – Waloryzacja polskich złóż kamieni budowlanych i drogowych na tle przepisów Unii Europejskiej. Wyd. AGH, Kraków, s. 113.
- BULĄ Z. & ŻABA J. 2005 – Pozycja tektoniczna Górnośląskiego Zagłębia Węglowego na tle prekambryjskiego i dolnopaleozoicznego podłoża. Przew. 76. Zjazdu Pol. Tow. Geol., Rudy k. Rybnika, 14–16 IX 2005: 14–42.
- CWOJDZIŃSKI S. & ŻELAŻNIEWICZ A. 1995 – Podłoże krystaliczne bloku przedsudeckiego. Przewodnik 66. Zjazdu Pol. Tow. Geol., Roczn. PTG, Spec. Vol.: 11–28.
- CYMERMAN Z. 1992 – Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów 1 : 25 000, arkusz Duszniki Zdrój. Państw. Inst. Geol., Warszawa, s. 72.

- CYMERMAN Z. 1995 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów 1 : 25 000, arkusz Lewin Kłodzki (122). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CYMERMAN Z. 1996 – Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów 1 : 25 000, arkusz Lewin Kłodzki. Państw. Inst. Geol., Warszawa, s. 50.
- CYMERMAN Z. 2008 – Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1 : 50 000, arkusz Mirsk (794). Państw. Inst. Geol., Warszawa, s. 42.
- DON J., DUMICZ M., WOJCIECHOWSKA I. & ŻELAŹNIEWICZ A. 1990 – Lithology and tectonics of the Orlica-Śnieżnik Dome, Sudetes: recent state of knowledge. *Neues Jahrb. Geol. Paläontol. Abh.*, 179: 159–188.
- DVOŘÁK J. 1973 – Synsedimentary tectonics of the Paleozoic of the Drahaný Upland (Sudeticum, Moravia, Czechoslovakia). *Tectonophysics*, 17 (4): 359–391.
- GOŁOWSKA K. 2012 – Łupki dachówkowe w Górach Opawskich, historia wykorzystania i perspektywy surowcowe. Praca dyplomowa pod kierunkiem J. Bromowicza, Arch. Pracowni Złóż Surowców Skalnych WGGiOŚ, AGH w Krakowie, s. 105.
- HARTLEY A.J. & OTAVA J. 2001 – Sediment provenance and dispersal in a deep marine foreland basin: the Lower Carboniferous Culm Basin, Czech Republic. *J. Geol. Soc. London*, 158: 137–158.
- JAMROZIK L. 1995 – Tektonika osłony masywu granitoidowego Strzegom-Sobótka. *Przewodnik 66. Zjazdu Pol. Tow. Geol., Rocznik PTG, Spec. Vol.*: 181–191.
- JURECKI G. 2012 – Dodatek nr 3 do dokumentacji geologicznej złoża łupku fyllitowego Dewon-Pokrzywna w kat. B+C₁ w miejscowości Jar-nołtówek, gm. Głuchołazy, pow. Nysa, woj. opolskie. Biur. Ust.-Geodez. GEO-MAT, Przegęda.
- KALVODA J., BABEK O., FATKA O., LEICHMANN J., MELICHAR R., NEHYBA S. & SPACEK P. 2008 – Brunovistulian terrane (Bohemian Massif, Central Europe) from late Proterozoic to late Paleozoic: a review. *Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundsch.)*, 97 (3): 497–518. DOI 10.1007/s00531-007-0183-1 (wydanie online: 21-03-2007).
- KANCLER M. 2001 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża łupków łyszczykowych „Jawornica” w Jawornicy, gm. Lewin Kłodzki, pow. kłodzki, woj. dolnośląskie. Usługi Konsult. i Geol. Wałbrzych.
- KORNAŚ J. 1959 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów 1 : 25 000, arkusz Pobiedna (43). Inst. Geol., Warszawa.
- KOZŁOWSKI S. 1974 – Problem klasyfikacji surowców skalnych. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 280: 33–48.
- KOZŁOWSKI S. 1986 – Surowce skalne Polski. *Wyd. Geol., Warszawa*, s. 539.
- KOZŁOWSKI S. & PAWŁOWSKA J. 1967 – Surowce skalne w Górach Izerskich. *Kwart. Geol.*, 11 (2): 373–388.
- KRYZA R. & MAZUR S. 1995 – Contrasting metamorphic paths in the SE part of the Karkonosze-Izera Block (Western Sudetes, SW Poland). *Neues Jahrb. Miner., Abh.*, 169: 157–192.
- KURAL S. 1983 – Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów 1:25000, arkusz Udanin (39). Instytut Geologiczny, Warszawa.
- KURAL S. 1986 – Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów 1 : 25 000, arkusz Udanin. Inst. Geol., Warszawa, s. 95.
- KURAL S. & JERZMAŃSKI J. 1972 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów 1 : 25 000, arkusz Goczałków (38). Inst. Geol., Warszawa.
- KURAL S. & JERZMAŃSKI J. 1974 – Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów 1 : 25 000, arkusz Goczałków. Inst. Geol., Warszawa, s. 64.
- LORENC M.W. 1981 – Petrografia łupków metamorficznych okolic Dusznik i Zieleńca. *Acta Uniw. Wratisl.*, 521, Pr. Geol.-Miner., 8: 77–96.
- MAJEROWICZ A. & MIERZEJEWSKI M. 1995 – Petrologia pozycja tektoniczna i geotektoniczna skał krystalicznych NE i SE osłony masywu granitowego Strzegom-Sobótka. *Przewodnik 66. Zjazdu Pol. Tow. Geol., Rocznik PTG, Spec. Vol.*: 59–84.
- MAZIARZ E. & LEWOWICKI S. 1967 – Dodatek do dokumentacji geologicznej złoża łupku kwarcytowego „Jęglowa”, miejsc. Jęglowa, pow. Strzelin, woj. Wrocław. Zjednoczenie Przemysłu Materiałów Ogniotrwałych, Inst. Materiałów Ogniotrwałych, Gliwice.
- MAZUR S., ALEKSANDROWSKI P., KRYZA R. & OBERC-DZIEDZIC T. 2006 – The Variscan Orogen in Poland. *Geol. Quart.*, 50 (1): 89–118.
- MAZUR S., ALEKSANDROWSKI P. & SZCZEPAŃSKI J. 2010 – Zarys budowy i ewolucji tektonicznej warwicyjskiej struktury Sudetów. *Prz. Geol.*, 58 (2): 133–145.
- MICHNIEWICZ M., BOBIŃSKI W., BORUCKI J., GAWLIKOWSKA E., SEIFERT K., SIEMĄTKOWSKI J., SOKOŁOWSKA G. & WOJNAR B. 1990 – Poszukiwanie złóż rud cyny w osłonie metamorficznej granitu karkonoskiego i bloku karkonosko-izerskiego. *Badania specjalne (zachodnia część pasma kamienickiego)*. Państw. Inst. Geol., Wrocław.
- OBERC-DZIEDZIC T. & SZCZEPAŃSKI J. 1995 – Geologia krystaliniku Wzgórz Strzebińskich. *Przewodnik 66. Zjazdu Pol. Tow. Geol., Roczn. PTG, Spec. Vol.*: 111–126.
- PN-B-01080:1984 – Kamień dla budownictwa i drogownictwa. Podział i zastosowanie według własności fizyczno-mechanicznych, s. 8.
- POŁANIECKA B. 1996 – Opracowanie mineralogiczno-petrograficzne próbek skał z otworów złoża Jenków k. Legnicy. *Zał. 5 Dokumentacji geologicznej złoża łupków szarogłazowych i fyllitów Jenków w kategorii C₂*. Przedsięb. Geol. S.A., Kraków.
- RÓŻAŃSKI P., GAWLIKOWSKA E., KLONOWSKI M., KOŹMA J., LIS J., PASIECZNA A. & WOŁKOWICZ S. 2004 – Objaśnienia do Mapy Geośrodowiskowej Polski 1 : 50 000, arkusz Mirsk (794). Państw. Inst. Geol., Warszawa, s. 48.
- SAWICKI L. 1955 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów 1 : 25 000, arkusz Głuchołazy (137). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SAWICKI L. 1959 – Seria zieleńcowa w warstwach andelohorskich (Sudety Wschodnie). *Kwart. Geol.*, 3 (1): 25–29.
- SAWICKI L. 1997 – Mapa geologiczna regionu dolnośląskiego z przyległymi obszarami Czech i Niemiec. Państw. Inst. Geologiczny, Warszawa.
- SPECZIK S., GAŚIŃSKI A. & KONOPKA G. 2010 – Nowe dane o kaolinie ze złoża łupków kwarcytowych Jęglowa. *Zesz. Nauk. Inst. Gosp. Sur. Min. i En. PAN*, 79: 233–244.
- STAŃCZAK G. 2015 – Dolnośląski łupek z Jenkowa i możliwości jego zastosowania. *Górn. Odkr.*, 56 (2): 146–153.
- SZAŁAMACHA J. & SZAŁAMACHA M. 1984a – Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów 1 : 25 000, arkusz Świeradów-Zdrój (57). Inst. Geol., Warszawa.
- SZAŁAMACHA J. & SZAŁAMACHA M. 1984b – Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów 1 : 25 000, arkusz Świeradów Zdrój. *Wyd. Geol., Warszawa*, s. 62.
- SZAŁAMACHA M. & SZAŁAMACHA J. 1974 – Geologiczna i petrograficzna charakterystyka łupków zmineralizowanych kasyterytem na przykładzie kamieniołomu w Krobicy. *Biul. Inst. Geol.*, 279: 59–90.
- SZPIETOWSKA H. 1980 – Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej złoża łupków kwarcytowych „Jęglowa”, w kategorii B+C₁+C₂. *Zakł. Proj. i Dok. Geol. KG Zachód*, Wrocław.
- UNRUG R. 1977 – Dolnokarboński flisz (kulm) w rejonie Głubczyc. *Roczn. Pol. Tow. Geol.*, 47 (1): 73–92.
- WILGOCKA-ŁAZAREWICZ B. 1982 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża łupków fyllitowych w kat. B+C₁ w rej. miejscowości Pokrzywna. Kopalnia „Dewon” w Jarnołtówku, miejsc. Jarnołtówek, gm. Głuchołazy, woj. opolskie. Jeleniogórskie Kopalnie Sur. Miner. w Szklarskiej Porębie, Szklarska Poręba.
- WILGOCKA-ŁAZAREWICZ B. 1985 – Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej złoża łupków łyszczykowych „Orłowice” w kat. B, miejsc. Orłowice, gm. Mirsk, woj. jeleniogórskie. Jeleniogórskie Kopalnie Sur. Miner., Szklarska Poręba.
- WÓJCIK L. 1974 – Budowa geologiczna masywu strzebińskiego w okolicach Strzelina. *Biul. Inst. Geol.*, 279: 5–58.
- WWW.kopalnia-lupka.pl – strona internetowa kopalni łupku w Jawornicy.
- ŻELAŹNIEWICZ A. & ALEKSANDROWSKI P. 2008 – Regionalizacja tektoniczna Polski – Polska południowo-zachodnia. *Prz. Geol.*, 56 (10): 904–911.
- ŻELAŹNIEWICZ A., JASTRZĘBSKI M., REDLIŃSKA-MARCZYŃSKA A. & SZCZEPAŃSKI J. 2014 – The Orlica-Śnieżnik Dome, the Sudetes, in 2002 and 12 years later. *Geol. Sud.*, 42: 105–123.