



Możliwości edukacji geologii na podstawie wrocławskiego kamienia architektonicznego

Paweł P. Zagożdżon¹, Katarzyna D. Zagożdżon¹



P. Zagożdżon



K.D. Zagożdżon

Bogactwo skał wykorzystanych w architekturze Wrocławia stwarza szerokie możliwości w zakresie edukacji geologii oraz zagadnień pokrewnych – związanych z eksploatacją i obróbką kamienia. Niestety w literaturze dotychczasowe rozpoznanie tych „zasobów” jest skromne. Szczegółowo zostały opracowane nieliczne obiekty (Michniewicz, 1996; Grodzicki i in., 2001, 2003; Kryza, 2009, 2011; Rembiś & Smoleńska, 2009), opisy wykorzystanych w nich elementów kamiennych znajdujemy również w opracowaniach popularnonaukowych (Korzeniowski, 2001; Kryza i in., 2006; Wysocki, 2009a, b). Przegląd wybranych obiektów wykonanych z wykorzystaniem kamienia dolnośląskiego przedstawili Lorenc i Mazurek (2010). W ostatnich latach jest prowadzone systematyczne dokumentowanie i badanie kamienia w różnego rodzaju budowlach (Prell & Zagożdżon, 2011; Prell i in., 2012; Pietrzykowska & Prell, 2013), wskazywane są możliwości wykorzystania tych informacji w zakresie geoturystyki miejskiej (Zagożdżon & Śpiewak, 2011; Zagożdżon & Zagożdżon, 2012), przede wszystkim regularnie w postaci artykułów popularnonaukowych (m.in. Zagożdżon, 2008a–c; Zagożdżon & Zagożdżon, 2009a, b, 2014a, b).

Ogólny zarys problematyki dotyczącej informacji dostępnych w kamieniu architektonicznym, możliwych do wykorzystania w zakresie nauczania i popularyzacji geologii oraz zagadnień pokrewnych, autorzy przedstawili w swoim poprzednim opracowaniu (Zagożdżon & Zagożdżon, 2015). Tu można stwierdzić jedynie, że dotychczasowe publikacje nie ilustrują wystarczająco dobrze bardzo szerokiego wachlarza problemów, jakie mogą być przedstawiane na podstawie widocznych na ulicach Wrocławia odmian kamienia. Temu celowi służy niniejszy tekst. Szereg zagadnień, ze względu na ograniczone rozmiary artykułu, jedynie zasygnalizowano.

Problemy z zakresu petrografii i petrologii można prezentować najszerzej na bazie bogatej gamy skał magmowych, a zwłaszcza powszechnie stosowanego granitu strzegomskiego. Niejednokrotnie na przestrzeni kilku ulic można przedstawić np. ich zróżnicowanie strukturalne (ryc. 1; Zagożdżon, 2008a), czy zagadnienie ewolucji magm, na podstawie płyt wykonanych z gabr, diorytów, granodiorytów i granitów.

W wielu miejscach dostępne są piaskowce (głównie dolnośląskie: bolesławieckie, radkowskie, szczelinięckie, szczytnieńskie i in., rzadziej – pochodzące spoza tego obszaru) doskonale ilustrujące zróżnicowanie strukturalne (frakcję szkieletu ziarnowego, jego wysortowanie), a także struktury sedymentacyjne i dzięki temu zagadnienia genezy tych skał. Jako przykłady można podać rozległe powierzchnie elewacji nowoczesnych budowli (Galeria Arkady – Żerkowice, budowana biblioteka uniwersytecka – Brenna). Bardzo ciekawe z geologicznego punktu widzenia elementy piaskowcowe znajdujemy również w mniejszych aranżacjach, jak np. wykonany z piaskowca radkowskiego portal dawnego głównego (Cesarskiego) wejścia do Politechniki Wrocławskiej czy elewacja banku przy ul. Kuźniczej, z dobrze widocznymi strukturami sedymentacyjnymi w piaskowcu noworudzkim (ryc. 2). Przynajmniej na wzmiankę zasługuje również Most Zwierzyniecki, którego pylony wykonano z tego samego czerwonego kamienia (Zagożdżon & Zagożdżon, 2014a, b). W wielu miejscach obserwować możemy struktury skał węglanowych. Przykładów dostarczają tu ponownie budynki Politechniki Wrocławskiej: główny (A-1) ze zróżnicowanymi kolorystycznie wapieniami chemogenicznymi na posadzkach parteru, biogenicznym Jura Grau w holu budynku, a także kilka odmianami trawertynu (Zagożdżon & Zagożdżon, 2009a) oraz C-7, gdzie posadzka parteru jest w całości wykonana ze zlepieńca zyguntowskiego. W szeregu obiektów zabytkowych znajdujemy różnorodne wapienie importowane (Kryza i in., 2011).

Zainteresowanie mogą wzbudzić rzadko spotykane, mało znane odmiany skalne lub kamień w zastosowaniach nietypowych, uwydatniających cechy jego budowy wewnętrznej. Pierwszy z przypadków ilustruje tzw. „zielony marmur” (w rzeczywistości serpentynit), dominujący w wystroju kaplicy błogosławionego Czesława w kościele św. Wojciecha (ryc. 3 – patrz str. 315), albo ciekawie wyglądający tektonit wykorzystany w aranżacji wnętrza budynku Dyrekcji Kolei Państwowych (ul. Joannitów; ryc. 4 – patrz str. 315). Wiele zabytkowych detali rzeźbiarskich wykonano z alabastru. Teksturę skały umiejętnie uwypuklono, wykorzystując duży blok marmuru Biała Marianna do wykonania symbolicznego nagrobka Edyty Stein w kościele Michała Archanioła (Zagożdżon & Śpiewak, 2011).

W wielu przypadkach, w bardzo różnych elementach kamiennych, można obserwować doskonale wykształcone ziarna mineralne, są to zarówno minerały skałotwórcze, jak i wtórne. Dobrze rozpoznawalne są ich niektóre cechy fizyczne, tj. pokrój, barwa, a nawet łupliwość (odosobnio-

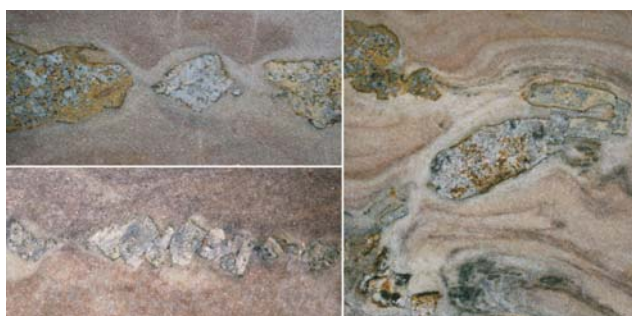
¹ Instytut Górnictwa, Politechnika Wroclawska, wybrzeże Stanisława Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław; pawel.zagozdzon@pwr.edu.pl, katarzyna.zagozdzon@pwr.edu.pl.



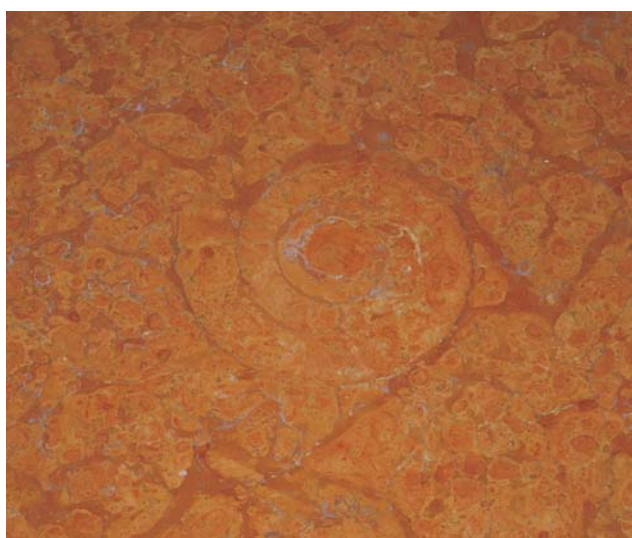
Ryc. 1. Zróżnicowanie struktury granitów w płytach elewacyjnych i chodnikowych – przykłady z centrum Wrocławia (długość pół widzenia ok. 20 cm; por. Zagożdżon, 2008a)



Ryc. 7. Enklawy w płytach granitu strzegomskiego, enklawa jasna (długość ok. 30 cm), enklawa maficzna ulegająca dyspersji – 12 cm oraz ksenolit hornfelsu – 12 cm (por. Zagożdżon, 2008c)



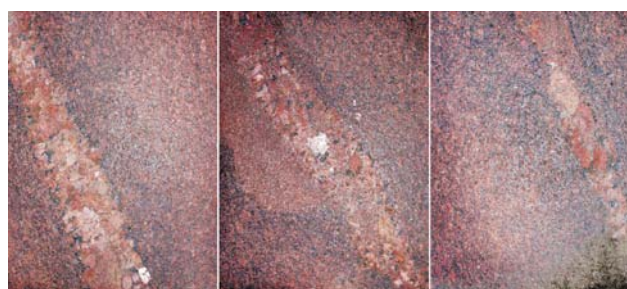
Ryc. 9. Budinaż, tektoniczna imbrykacja i sfałdowana strefa budin pegmatytu w marmurze sławniowickim (kościół Bożego Ciała; długość pół widzenia ok. 50 cm). Fot. K. Zagożdżon



Ryc. 12. Doskonale eksponowany amonit (średnica ok. 25 cm) w wapieniu facji ammonitico rosso (Dom Handlowy Fenix, Rynek)



Ryc. 2. Warstwowanie i struktury erozyjne w piaskowcu norwudzkiem (ul. Kuźnicza; długość pola widzenia ok. 70 cm). Ryc. 2, 8, 11–15 fot. P. Zagożdżon



Ryc. 8. „Tomografia” żyły pegmatytowej w sąsiadujących płytach chodnikowych gnejsu Vanga (Rondo Reagana; długość płyt ok. 1 m)



Ryc. 11. Transpozycja foliacji w gnejsie Kashmir Gold (róg ul. Bolesława Prusa i Generała Józefa Bema; długość pola widzenia ok. 60 cm)

na kostka brukowa wykonana z megakryształu ortoklaz, ul. Szewska). Oceniać można ich własnopostaciowość, w różnych skałach magmowych widzimy skalenie o budowie zonalnej, z doskonale wykształconymi strefami wrostków biotyту (ryc. 5 – patrz str. 315), zrosty i zbliźniacznia, ślady nadtapiania porfirokryształów itd. (Zagożdżon, 2008b). Uwagę przyciągają strefy pegmatytowe często występujące w płytach granitu karkonoskiego (przejście podziemne na pl. Dominikańskim), w gnejsie Vanga (płyty chodnikowe na pl. Grunwaldzkim) oraz w powszechnie spotykanym granicie strzegomskim. Zwłaszcza na płytach polerowanych doskonale są widoczne kryształy kwarcu i skaleni, rzadziej biotyту i epidotu. Wyjątkowym wystąpieniem mineralnym tego rodzaju jest zespół pegmatytowych żył

i gniazd, ze skupieniami automorficznych kryształów kwarcu i skalenia na tylnej stronie pomnika w Parku Stanisława Tołpy (Zagożdżon & Śpiewak, 2011). Niekiedy można natrafić na interesujące, choć drobne okazy mineralne, np. 7-milimetrowej wielkości zonalny, błękitny kwarc w granicie typu Red Granite (róg ul. Kazimierza Wielkiego i Krupniczej; ryc. 6 – patrz str. 315), czy jeszcze drobniejsze automorficzne kryształy hornblendy w granicie strzegomskim (budynek domu handlowego Fenix, Rynek; por. Zagożdżon, 2008b; Zagożdżon & Zagożdżon, 2015). W atrakcyjnych, również ze względu na ciekawe struktury fluidalne i asymilowane ksenolity, płytach Porfiru (nazwa handlowa), na elewacjach Justin Center (pl. Dominikański) występują natomiast zespoły gniazd karneolu (Prell & Zagożdżon, 2011). Odmiennym rodzajem zwracających uwagę skupień mineralnych są dendryty, ich dużą różnorodność obserwuje się na wapiennych poniemieckich posadzkach głównego gmachu Politechniki Wrocławskiej (Zagożdżon & Zagożdżon, 2009b).

Przy omawianiu zagadnień geologicznych na podstawie materiałów kamiennych zastosowanych w miastach, zadziwiająco mało miejsca poświęca się zjawiskom tektonicznym, mimo że ich różnorodność i koncentracja bywają wręcz zdumiewające. Przede wszystkim trzeba tu wskazać ich ekspozycję w rozmaitych wyrobach wykonanych z granitu strzegomskiego. Obserwujemy więc szeroki wachlarz enklaw (ryc. 7; Zagożdżon, 2008c), niekiedy ich koncentracje występują w jednym elemencie budowlanym bądź w zespole elementów pochodzących z tego samego kamieniołomu albo bloku skalnego. Rozmiary niektórych enklaw sięgają jednego metra. Jednym z najlepiej dostępnych obiektów, w którym można obserwować zespoły szlir biotytowych jest fontanna na pl. Gołębim (Rynek), struktury te są wyjątkowo dobrze widoczne na mokrych powierzchniach skały. Często spotykamy różnorodne utwory żyłowe ilustrujące późną ewolucję masywu magmowego – pegmatytowe, aplitowe, lamprofirowe. Niejednokrotnie krzyżują się one na jednej płycie kamiennej, umożliwiając określanie ich następstwa czasowego (Zagożdżon, 2008c).

Podobne zjawiska występują również w innych skałach, niekiedy zespoły płyt ciętych z jednego bloku ułożono obok siebie, co pozwala na przestudiowanie zmienności danej struktury w przestrzeni 3D, dzięki uzyskaniu efektu swoistej „tomografii” (ryc. 8).

W przypadku wielu budynków mamy do dyspozycji „całe ściany”, które ilustrują skomplikowane zjawiska tektoniczne masywów gnejsowych – różne stadia procesu migmatytyzacji, czy skutki ścinania w warunkach podatnych. Są to fasady szeregu kamienic i innych budynków, ale najnowszy i najbardziej eksponowany przykład stanowi tu apartamentowiec Sky Tower, którego elewacje wykończono 1000 m² chińskiego gnejsu Pergola (Prell & Zagożdżon, 2011).

Bardzo ciekawe zjawiska tektoniczne wielokrotnie znajdujemy w obiektach mniej reprezentacyjnych, w miejscach gorzej eksponowanych lub zgoła zaskakujących. Płyty posadzki kościoła Bożego Ciała stają się podręcznikami wyjątkowo szczegółowo ilustrującym zjawiska budinażu, tektonicznej imbrykacji i innych deformacji żył pegmatytowych w marmurze sławniowickim (ryc. 9). W szeregu innych skał węglanowych natrafiamy na liczne przejawy stylolityzacji. Niezwykłym stanowiskiem obserwacyjnym

jest baldachim ambony wrocławskiej katedry. W wyraźnie laminowanym marmurze, z którego jest wykonany, widzimy szereg uskoków o różnym biegu, w tym w szerszej strefie skruszenia skały z doskonale zachowaną brekcją tektoniczną, można określić pozorne amplitudy przemieszczeń, a na podstawie podgięć przyuskokowych – wskazać zwrot kierunku ruchu poszczególnych skrzydeł uskoków (ryc. 10 – patrz str. 315). W jednej z płyt (granulit Kashmir Gold) postumentu nowoczesnej rzeźby na rogu ulic Bolesława Prusa i Generała Józefa Bema, dostrzegamy odosobnioną zdeformowaną do postaci zygzakowatych fałdów załomowych laminę biotytową, która ilustruje proces transpozycji pierwotnego kierunku strukturalnego do penetratywnej foliacji metamorficznej (ryc. 11; Zagożdżon & Śpiewak, 2011). Inny przykład znajdujemy w głównym kampusie Politechniki Wrocławskiej przy ulicy Norwida. Ulokowano tu fascynującą dla geologa rzeźbę austriackiego artysty Maxa M. Seibalda pt. „1m³ Kunstlandschaft”. W wykorzystanym bloku zieleńca zwracają uwagę zespoły fałdowych i nieciągłych deformacji foliacji skały (Zagożdżon & Zagożdżon, 2014b).

W elementach kamiennych natrafia się na doskonale zachowane skamieniałości. Są to najczęściej amonity i belemnity, a rzadziej gąbki w wapieniach jurajskich typu Jura Grau oraz bulastych (facji ammonitico rosso). Największy i doskonale widoczny amonit, choć absolutnie nie zauważany przez setki osób odwiedzających codziennie dom handlowy Fenix (Rynek), znajduje się nad wejściem do windy na parterze budynku (ryc. 12; Zagożdżon & Zagożdżon, 2009a). Jest to dobry przykład powszechności występowania ciekawych zjawisk geologicznych w miejskich materiałach kamiennych, a jednocześnie braku wiedzy o nich. Wymienić można także wapien stromatoporoidowy, z którego wykonano zdobioną umywalnię w budynku głównym Politechniki Wrocławskiej, czy drobne, ale niezwykle kontrastowe skamieniałości ślimaków w czarnym wapieniu ambony kościoła garnizonowego p.w. św. Elżbiety (Zagożdżon & Zagożdżon, 2009a, b). Z kolei północna elewacja budynku C-7 Politechniki Wrocławskiej została ozdobiona płytami szarego organodetrytycznego wapienia, który ma często charakter zlepu muszlowego ze szczytkami małży. Wyjątkową skamieniałością jest kość gruba kręgowca w elewacji budynku na rogu ulic Kazimierza Wielkiego i Świętego Mikołaja (ryc. 13).

Zarówno kamień w budowlach historycznych, jak i stosowany współcześnie często umożliwia studiowanie procesów prowadzących do jego rozpadu: wietrzenia i deterioracji. Niektóre z tych zjawisk były omawiane przez Michniewicza (1996) oraz Lorenca (2009). Obserwować można rezultaty wietrzenia mechanicznego i wzmocnienie jego efektów w kamieniu narażonym w okresie zimowym na kontakt ze śniegiem usuwanym solą. Niekiedy wręcz widoczny jest na powierzchni rozwój kolonii glonów i grzybów. Jako wyjątkowy i ekstremalny przykład zniszczenia kamienia wskazać można ślady ostrzału artyleryjskiego i z broni ręcznej, jakie pozostały po walkach toczonej w 1945 r. o Festung Breslau (ryc. 14; Zagożdżon, 2012). Ponadto zauważa się inne zjawiska współcześnie powodujące zmiany pewnych cech kamienia, np. zażelenienie rozwijające się na poziomie zwierciadła wody stagnującej po intensywnych opadach, czy zielonkawe zabarwienie chodnikowych elementów kamiennych znajdujących się pod budynkami krytymi blachą miedzianą.



Ryc. 13. Kość gruba kręgowca w płycie elewacyjnej Dolomitu (róg ul. Kazimierza Wielkiego i Świętego Mikołaja; długość pola widzenia ok. 30 cm)



Ryc. 14. Pozostałość ostrzału z broni ręcznej z okresu oblężenia Festung Breslau, w centralnej części ubytku widoczny ślad po pocisku (południowa ściana Kościoła Uniwersyteckiego; długość pola widzenia ok. 35 cm)



Ryc. 15. Dno otworu wiertniczego zachowane na powierzchni bloku piaskowca (zaplecze budynku A-1 Politechniki Wrocławskiej; długość pola widzenia 15 cm)

Elementy kamienne w zastosowaniach architektonicznych mogą być – niejako automatycznie – wykorzystane do przybliżenia szeregu zagadnień związanych z praktyczną i techniczną stroną stosowania niektórych surowców skalnych. Mowa tu o kwestiach dotyczących geologii złóż oraz techniki eksploatacji i obróbki kamienia.

Dowolna ulica pozwala na ukazanie problemu bloczności skał i będących jej konsekwencją rozmiarów uzyskiwanych elementów budowlanych. Porównać można duże (15 × 17 cm) granitowe kostki brukowe nawierzchni jezdni oraz drobne (4 × 6 cm) bazaltowe i gąbrowe kostki chodnikowe. Jeszcze dobitniej o znaczeniu bloczności granitów świadczą widoczne obok krawężniki czy płyty chodnikowe. Na podstawie obserwacji w różnych punktach miasta można dokonywać porównania maksymalnych rozmiarów płyt uzyskiwanych z granitów i piaskowców oraz np. wapieni czy serpentynitów.

Zastosowane w niektórych obiektach bloki kamienne umożliwiają omówienie zagadnień ciosu spękania i bloczności. Dobrym przykładem są niektóre przeprawy – jak powszechnie znane mosty Zwierzyniecki (bloki piaskowca noworudzkiego) i Grunwaldzki (bloki granitu karkonoskiego), ale też tzw. Żabia Kładka na Odrze Północnej. Żelbetowe masy oporowe na przyczółkach wzmocniono tu ciosami granitu strzegomskiego. To niepozorne stanowisko obserwacyjne pozwala dostrzec zarówno zespół zjawisk tektonicznych, jak też wspomniany cios, co więcej widzimy tu aż pięć sposobów obróbki powierzchni kamienia: nacinaną i grotowaną, nieregularnie żłobkowaną, młotkowaną i szlifowaną. Dodatkowo są zachowane ślady urabiania bloków w kamieniołomie – tzw. perforacji za pomocą otworów wiertniczych, przy czym niektóre z nich są zamaskowane zaprawą z dodatkiem niesortowanego kruszywa granitowego.

W innych miejscach obserwujemy np. niejednorodność surowca i jej wpływ na właściwości fizyczno-mechaniczne produktu. Mogą to być np. enklawy i żyły aplitowe, ze względu na (odpowiednio) niższą i wyższą zawartość kwarcu niż otaczająca skała tworzące delikatne zagłębienia i elewacje na użytkowanych przez dziesięciolecia płytach chodnikowych. Szereg poniemieckich elementów tego rodzaju uległo pęknięciu wzdłuż granic litologicznych – zazwyczaj żył pegmatytowych. Ciekawą pozostałość robót górniczych znajdujemy (choć nie bez pewnego trudu) na elewacji zaplecza budynku A-1 Politechniki Wrocławskiej, jest to zachowane na powierzchni kamiennego bloku dno otworu wykonanego za pomocą koronki młota pneumatycznego (ryc. 15).

Fakturowanie powierzchni wyrobów jest zagadnieniem doskonale ilustrowanym elementami kamiennego wystroju centrum Wrocławia. Na Rynku i w jego niedalekim otoczeniu są widoczne np. powierzchnie ciosane, cięte, szlifowane, polerowane, płomieniowane, młotkowane, żłobkowane, a także elementy rzeźbione czy płaskorzeźbione. Niestety wskazać można również, przygnębiające większość geologów, przykłady malowania powierzchni wyrobów kamiennych.

Przedstawione przykłady obrazują szeroki zakres zagadnień geologicznych i pokrewnych, które mogą być przedstawiane na podstawie zjawisk i struktur, widocznych w elementach kamiennych dostępnych na terenie dużego miasta. Jak sygnalizowano (Zagożdżon & Zagożdżon, 2015) informacje takie przekazywać można różnym odbiorcom i na różnym poziomie szczegółowości. „Zasoby edukacyjne” można w różny sposób wartościować i porządkować. Podstawowymi wyróżnikami wydają się być zakres tematyczny, położenie poszczególnych stanowisk obserwacyjnych oraz poziom zaawansowania odbiorcy w zakresie znajomości zagadnień geologicznych.

Celowe jest też przestrzenne usystematyzowanie istotnych obiektów, co pozwoli na ukazanie szerokiego wachlarza problemów geologicznych na podstawie stanowisk obserwacyjnych zlokalizowanych blisko siebie. Z kolei to samo zagadnienie – np. granit w centrum Wrocławia – przedstawiać można odmiennie, rozkładając nacisk i selekcjonując informacje pod kątem zainteresowań, potrzeb i poziomu znajomości geologii u odbiorców. W zakresie podstawowym (uczniowie szkół) ukážemy najważniejsze cechy i zastosowania tej skały, czy różnorodność granitów stanowiących krajową bazę zasobową. Geoturystom zaproponować można stanowiska rzadko spotykanych odmian granitów, czy wyjątkowe zjawiska w nich widoczne. Turyści zwiedzający trasy o profilu historyczno-architektonicznym mogą być zainteresowani pogłębioną wiedzą na temat elementów granitowych wykorzystanych w najstarszych budowlach miasta i stanem ich zachowania (por. Kryza, 2009). Z kolei uwagę osób przypadkowo zapoznających się z tymi szeroko rozumianymi zagadnieniami geologicznymi przyciągniemy, ukazując pewne ciekawostki, jak np. współczesna galanteria architektoniczna, granitowe rzeźby, czy ciekawe (w dużej mierze współczesne) aranżacje. W środowisku akademickim (w zależności od profilu studiów) można przedstawiać elementy podstawowego opisu skał, zróżnicowanie strukturalne, teksturalne i mineralne, ewolucję masywu granitoidowego, a także cechy techniczne, zmienność właściwości fizyczno-mechanicznych, czy problemy związane z obróbką i aplikacją elementów granitowych w architekturze.

Doskonała dostępność poszczególnych obiektów, łatwość prowadzenia obserwacji, rozległe powierzchnie, na których stosowany jest kamień i rosnąca jego różnorodność, a przede wszystkim różnorodność zjawisk, które możemy przedstawiać, to argumenty przemawiające za wielokierunkowym wykorzystywaniem tych informacji geologicznych. Autorzy są przekonani, że misją geologów powinno stać się aktywne przybliżanie, popularyzowanie naszej gałęzi wiedzy w oparciu o kamień wykorzystywany w architekturze miast.

Opracowanie wykonano w ramach zadania statutowego Politechniki Wrocławskiej nr S 30141.

Autorzy składają podziękowania Recenzentowi za poświęcony czas oraz wszelkie uwagi merytoryczne i redakcyjne.

LITERATURA

GRODZICKI A., KRYZA G., KRYZA R. & WALENDOWSKI H. 2001 – Kamień w zespole architektonicznym Uniwersytetu Wrocławskiego (300 lat wrocławskiej Alma Mater) – cz. I. Kopaliny Pospolite, 7–8: 34.
 GRODZICKI A., KRYZA G., KRYZA R. & WALENDOWSKI H. 2003 – „Petroarchitecture” – past and recent usage of building stone in the University of Wrocław architectonic assemblage. P. Spec. PTMin, 22: 66–69.
 KORZENIOWSKI J.I. 2001 – Kamień w architekturze i rzeźbie Wrocławia. Świat Kamienia, 5 (12): 24–27.
 KRYZA R. 2009 – Kamień w Katedrze Wrocławskiej – jak to widzi petrograf. [W:] Lipińska A (red.), Materiał rzeźby. Między techniką a semantyką. Material of Sculpture. Between Technique and Semantics.

Acta Universitatis Vratislaviensis No 3156, Historia Sztuki XXIX, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego: 73–91.
 KRYZA R. 2011 – Kamień w architekturze i sztuce: od Asuanu do Żagania. Żelazniewicz A. i in. (red.), Mezozoik i kenozoik Dolnego Śląska. WIND, Wrocław: 195–209.
 KRYZA R., DRWIĘGA A., GRODZICKI A., AUGUST C., KRYZA G. & WALENDOWSKI H. 2006 – 1000 lat Wrocławskiej Katedry: Kamień w zmieniających się stylach architektury, I–IV. Świat Kamienia, 2 (39), 4 (41), 5 (42), 6 (43).
 KRYZA R., UHLIR Ch.F., KRYZA G., SRTIŠKIENE E. & HÖCK V. 2011 – Wapienie Salzburga – „królewskie marmury” w Polsce i na Litwie. Prz. Geol., 59 (2): 137–145.
 LORENC M.W. 2009 – Deterioracja kamienia. Nowy Kamieniarz, 42 (6): 76–81.
 LORENC M.W. & MAZUREK S. 2010 – Wybrane, nowe propozycje atrakcji geoturystycznych z Dolnego Śląska. Geoturystyka, 3–4 (22–23): 3–18.
 MICHNIEWICZ J. 1996 – Niszczenie górnokredowych piaskowców ciosowych w zabytkach Wrocławia pod wpływem zanieczyszczeń atmosferycznych. Prz. Geol., 44 (3): 271–274.
 PIETRZYKOWSKA K. & PRELL M. 2013 – Most Pomorski we Wrocławiu oraz stary kamieniołom w Plakowicach jako naturalne laboratorium do badań lichenologiczno-litoligicznych. Przyroda Sudetów, 16: 75–82.
 PRELL M., PIETRZYKOWSKA K. & KRYZA R. 2012 – Petrography, deterioration and lichenology of sandstones from the Pomorski bridge in Wrocław and old Plakowice quarry (a comparative study). Mineralogia – Spec. Pap., 39: 67–68.
 PRELL M. & ZAGOŹDŹON K.D. 2011 – Kamień naturalny w wybranych obiektach komercyjnych Wrocławia. Górn. i Geol. XVI. Pr. Nauk. Inst. Górn. PWroc. 133, Studia i Materiały, 40: 109–121.
 REMBIŚ M., SMOLEŃSKA A. 2009 – Kamień w Auli Leopoldyńskiej Collegium Maximum Uniwersytetu Wrocławskiego. Kwart. AGH, 35 (2/1): 331–337.
 WYSOCKI P. 2009 a – Czy stuletni budynek może nas jeszcze czegoś nauczyć? Świat Kamienia, 1 (56): 38–42.
 WYSOCKI P. 2009 b – Opowieść o budynku o szlachetnym obliczu. Świat Kamienia, 3 (58): 84–88.
 ZAGOŹDŹON K.D. & ZAGOŹDŹON P.P. 2014a – Odetchnij od handlowania. Spacer geoturystyczny po wrocławskim osiedlu Plac Grunwaldzki. Nowy Kamieniarz, 40 (4): 68–74.
 ZAGOŹDŹON K.D. & ZAGOŹDŹON P.P. 2014b – Geoturystyka we Wrocławiu. Jest co oglądać! Pryzmat (czasopismo Politechniki Wrocławskiej) <http://www.pryzmat.pwr.edu.pl/wiadomosci/855>.
 ZAGOŹDŹON P.P. 2008 a – „Wrocławskie” granity, czyli jak można się uczyć geologii na ulicach wielkiego miasta. Nowy Kamieniarz, 34 (5): 64–66.
 ZAGOŹDŹON P.P. 2008 b – „Wrocławskie” granity cz. II. Kryształ, czyli kalejdoskop barw i form. Nowy Kamieniarz, 35 (6): 64–65.
 ZAGOŹDŹON P.P. 2008 c – Kręte ścieżki aktu stworzenia. „Wrocławskie” granity część III. Nowy Kamieniarz, 36 (7): 76–78.
 ZAGOŹDŹON P.P. 2012 – Bliźny wojny w kamieniu ryte – ślady działań wojennych w wybranych obiektach kamiennych na terenie Wrocławia. Pr. Nauk. Inst. Górn. Polit. Wr. 135, Studia i Materiały 42: 147–162.
 ZAGOŹDŹON P.P. & ŚPIEWAK A. 2011 – Kamień w architekturze a geoturystyka miejska – przykłady z terenu Wrocławia. Górn. i Geol. XVI. Pr. Nauk. Inst. Górn. PWroc. 133, Studia i Materiały 40: 123–143.
 ZAGOŹDŹON P.P. & ZAGOŹDŹON K.D. 2009a – Miękkie, ale piękne (wapienie „wrocławskie”), Nowy Kamieniarz, 40 (4): 70–72.
 ZAGOŹDŹON P.P. & ZAGOŹDŹON K.D. 2009b – Ciężkie dziedzictwo – procesy kształtujące wapienie. „Wrocławskie” wapienie cz. II, Nowy Kamieniarz, 41 (5): 60–62.
 ZAGOŹDŹON P.P. & ZAGOŹDŹON K.D. 2012 – Zjawiska i struktury geologiczne w architekturze – krótki przewodnik geoturystyczny po Wrocławiu. Abstrakty II Pols. Kongr. Geol. (poster) Warszawa, s. 95.
 ZAGOŹDŹON P.P. & ZAGOŹDŹON K.D. 2015 – Kamienne elementy architektury miejskiej jako geologiczne zaplecze edukacyjne – przykłady wrocławskie. Prz. Geol., 63 (3): 150–154

Praca wpłynęła do redakcji 18.08.2014 r.

Akceptowano do druku 07.10.2014 r.

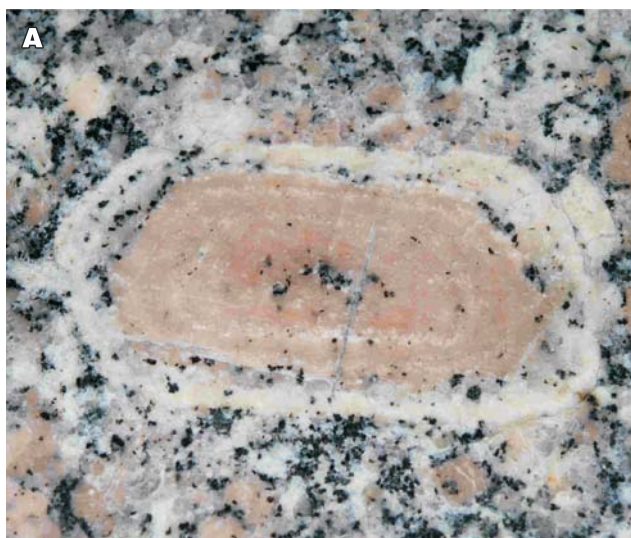
Możliwości edukacji geologii na podstawie wrocławskiego kamienia architektonicznego (patrz str. 284)



Rys. 3. Detal wystroju kaplicy błogosławionego Czesława – „marmur zielony”, czyli serpentynit dolnośląski (szerokość elementu – ok. 40 cm). Fot. K. Zagożdżon



Rys. 4. Element wystroju budynku Zarządu Kolei (ul. Joannitów; szerokość filaru ok. 60 cm). Fot. K. Zagożdżon



Rys. 5. Budowa zonalna skaleni, A – w granicie karkonoskim (pl. Dominikański), B – w granicie typu rapakiwi Baltic Green (ul. Piłsudskiego); długość pól widzenia ok. 8 cm. Fot. P. Zagożdżon



Rys. 6. Kwarc zonalny w granicie Red Granite (ul. Kazimierza Wielkiego; długość pola widzenia ok. 8 cm). Fot. P. Zagożdżon



Rys. 10. Baldachim ambony katedry wrocławskiej – zapis zjawisk tektoniki dysjunktywnej w laminowanym marmurze. Fot. P. Zagożdżon