

MARTWICE WAPIENNE W ARCHITEKTURZE KRAKOWA

Travertines in the architecture of Krakow

Jacek RAJCHEL

*Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska,
Katedra Geologii, Ochrony Środowiska i Geoturystyki;
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków;
e-mail: jrajchel@geol.agh.edu.pl*

Abstract: A variety of travertines can be found in the architecture of Krakow. The Polish travertines (Holocene) are quarried in the Silesian-Cracow Monocline, and have found their applications in sepulchral-sacral architecture. Their equivalents brought from outside Poland are used as polished decorative stones. The most popular are: the Italian *Daino Reale* (Neogene) and the *Classico Romano* (Holocene) and the Iranian *Azarshar Red* (Pleistocene). All of them display stromatolite structures and oncoides.

Key words: architecture of Krakow, travertines, urban geology

Słowa kluczowe: architektura Krakowa, martwice wapienne, geologia miejska

WSTĘP

Celem artykułu jest ukazanie wielkiego bogactwa informacji geologicznych zawartych w wapiennych martwicach zastosowanych architektonicznie na terenie Krakowa. To jedna z wielu możliwości z zakresu tzw. geologii miejskiej, dyskontującej geologiczne walory architektury miejskich aglomeracji. Opiswane martwice pochodzą zarówno z najbliższych okolic Krakowa, jak i z różnych stron świata. Są to przeważnie skały wieku neogeńsko-holocenijskiego, bogate w struktury biosedymentacyjne i skamieniałości. Posiadają różnorodne, atrakcyjne barwy i desenie, dobre parametry techniczne, doskonale się polerują, a także legitymują się bardzo długą tradycją użytkowania.

GENEZA I KLASYFIKACJA MARTWIC WAPIENNYCH

Martwice wapienne są autogenicznymi skałami pochodzenia biochemicznego. Powstają w środowisku wód lądowych w wyniku strącania rozpuszczonego w wodzie kwaśnego węgla wapnia w reakcji:



Proces ten zachodzi w wyniku fotosyntezy, głównie na zielonych częściach wodolubnych roślin, poprzez asymilację przez nie dwutlenku węgla i jonów HCO_3^- i CO_3^{--} ze wspomnianego związku. W naszych warunkach klimatycznych są to: zielenice – Chlorophyta, ramienice – Charophyta, mszaki – Bryophyta i wątrobowce – Hepaticopsida, jak również rośliny wyższe. Istotną rolę w tym procesie odgrywają także sinice – Cyjanobacteria. Te należące do nadkrólestwa Prokaryota jednokomórkowe bezjądrzaste organizmy, także posiadają zdolność precypitacji węglanu wapnia. Formują one na dnie zbiorników wodnych cienkie, inkrustowane węglanem wapnia mikrobialne maty, złożone z wielkiej liczby nitkowatych, spłśnionych osobników (Gradziński *et al.* 1986, Schopf 2002). Tworzą charakterystyczne struktury biosementacyjne – stromatolity, ukształtowane zazwyczaj jako nieregularnie laminowane powłoki i struktury kopulaste, czasem przedzielane interstycjami. Obrastając znajdujące się na dnie drobne fragmenty, formują kuliste zazwyczaj onkoidy, mogące posiadać średnice do kilku cm (Szulc 1983).

Uwalnianie się CO_2 , i precypitacja węglanu wapnia, może również zachodzić bez udziału roślinności, na drodze abiotycznej, w wyniku spadku ciśnienia wypływających na powierzchnię wód krasowych, poprzez ich intensywny ruch, zmianę temperatury wypływającej wody lub spadek stężenia CO_2 .

W zależności od warunków powstania, i późniejszych procesów diagenetycznych, martwice wapienne różnią się cechami strukturalnymi i teksturalnymi, przez co stosowane jest względem nich zróżnicowane, nie do końca ustalone i precyzyjne nazewnictwo. Według zaproponowanej terminologii (Szulc 1983) martwica wapienna to pojęcie ogólne na „różne autogeniczne osady wapienne, wytrącone z mobilnych, słodkich wód, w warunkach subaerycznych”. W obrębie tych utworów został wyróżniony: tuf wapienny, trawertyn i sinter wapienny.

Tuf wapienny to wytrącany głównie przez glony, silnie, równomiernie porowaty, lekki wapień o wyraźnych przyrostach sezonowych. Trawertyn, to wapień silnie, ale wysoce nieregularnie porowaty, poprzez zachowanie pustek po elementach roślin, na których osadzał się węglan wapnia. Na ścianach tych pustek często występują odciski liści i innych części roślin a także skamieniałości zwierzęce, z których niewątpliwie najciekawsze są zespoły malakofauny (Alexandrowicz 1983), a także tak niezwykle skamieniałości, jak domki larw chruścików *Trichoptera*. Trawertyn może tworzyć formy pierwotne typu bioherm, bywa też skałą detrytyczną, zbudowaną z wtórnie zakumulowanego materiału pochodzącego z degradacji tych budowli. Struktury pochodzenia sinicowego, zarówno stromatolity, jak i onkoidy, mogą być obecne w charakterze głównego składnika w pierwotnym osadzie typu biohermalnego i – znacznie rzadziej – w obrębie wtórnie akumulowanego wapienia detrytycznego. Trawertyny holocenijskie zbudowane są głównie ze skrytokrystalicznego aragonitu, starsze – plejstoceńskie i neogeńskie – z kalcytu.

Martwice wapienne o podobnej genezie, ale wykształcone jako masywne, nieporowate, lub w niewielkim stopniu porowate, zwarte wapienie, wytrącane na drodze chemicznej, często w środowisku wód termalnych, to sinter wapienny. Są to przeważnie jawnokrystaliczne, zwarte, poziomo laminowane wapienie, w których pierwotny aragonit przekształcił się w kalcyt (Łydka 1985, Szulc 1983). Mogą powstawać także przy udziale sinic i bakterii.

Wszystkie odmiany martwic wapiennych mogą zawierać domieszki wodorotlenków żelaza i manganu, nadających im barwy żółte lub rdzawe w różnych odcieniach.

MARTWICA WAPIENNA JAKO SUROWIEC ARCHITEKTONICZNY

Jako surowiec architektoniczny stosowane są, w myśl przyjętego podziału, zarówno tuf wapienny, trawertyn, jak i sinter wapienny, jednak skałami najczęściej architektonicznie wykorzystywanymi są różne odmiany trawertynu (Pentecost 2005). Tuf wapienny i holocenijskie, bardziej porowate odmiany trawertynu są skałami, które po wydobyciu ze złoża łatwo poddają się obróbce, nawet zwykłymi narzędziami do drewna. W miarę upływu czasu twardnieją, gdyż należą do grupy skał samo utwardzających się, poprzez krystalizację węgla wapnia w miarę tracenia pierwotnej wilgoci skalnej. Ze względu na te cechy, i wysoką porowatość, są one doskonałymi, tzw. „ciepłymi” surowcami budowlanymi, stosowanymi powszechnie w pobliżu miejsc ich występowania i eksploatacji. Mniej porowate, bardziej skonsolidowane, i zazwyczaj starsze trawertyny, odznaczają się podobnymi parametrami mechanicznymi jak inne wapienie i są w podobny do nich sposób eksploatowane i obrabiane.

Od czasów starożytnych trawertyn znajdował zastosowanie jako znakomity materiał konstrukcyjny, czego najdobitniejszym przykładem jest architektura Wiecznego Miasta. Aktualnie stosowany jest głównie jako kamień dekoracyjny, w postaci szlifowanych i polerowanych płyt posadzkowych i okładzinowych wewnętrznego i zewnętrznego zastosowania, na drobne elementy architektoniczne, a także jako materiał rzeźbiarski. Aby podnieść trwałość i odporność tych skał – szczególnie narażonych na niekorzystne oddziaływanie środowiska przy ich architektonicznym zastosowaniu na fasadach budynków – wszystkie zawarte w nich pory i inne pustki są według ostatnio stosowanej technologii wypełniane przezroczystymi żywicami epoksydowymi, czego przykładem są w Krakowie fasady budynków przy ulicy Bronowickiej 17 i 19.

MARTWICE WAPIENNE W ARCHITEKTURZE KRAKOWA I ICH WALORY POZNAWCZE

W architekturze Krakowa martwice wapienne są surowcem skalnym coraz częściej stosowanym. Są tu obecne zarówno krajowe martwice wapienne, jak i importowane z różnych stron świata; te ostatnie stosowane głównie jako kamień dekoracyjny. Zarówno elementy o naturalnej, zazwyczaj zwietrzałej powierzchni, jak i elementy o powierzchniach szlifowanych lub polerowanych, dają możliwość dokonania szeregu obserwacji. Dotyczą one m.in. struktur sedymentacyjnych, deformacyjnych i biogenicznych, skamieniałości roślinnych i zwierzęcych.

Krajowe martwice wapienne

Miejscowym surowcem, o najdłuższej tradycji architektonicznego wykorzystywania w Krakowie, jest martwica wapienna pochodząca z obszaru monokliny śląsko-krakowskiej. Nieregularne pokłady tej skały, o miąższości do 5 metrów, znane są z Doliny Prądnika, a głównie z wyerodowanych w wapieniach górnej jury den stromościennych dolin: Będkowskiej, Szklarki i Raclawki (Płonczyński & Łopusiński 1993, Rutkowski 1993). Martwice powstawały tam z bogatych w kwaśny węgiel wapnia wód pochodzenia krasowego, a proces ten miał miejsce w holocenie w okresach bardziej ciepłego i wilgotnego klimatu. Maksimum depozycji tych osadów, według badań izotopów stabilnych ^{13}C i ^{18}O , przypada na okres od około 8 tys. do

3 tys. lat BP (Stworzewicz & Szulc 2008). Według datowań radiometrycznych, za pomocą węgla ^{14}C , martwica w Dolinie Rudawki w Radwanowicach powstawała w interwale od 7.6 do 5.0 tysięcy lat BP, a w Dolinie Raclawki nieco wcześniej (Pazdur & Rutkowski 1987, Rutkowski 1991, 1993).

Struktury biosedymentacyjne są jedną z charakterystycznych cech holocenówskich martwic z monokliny śląsko-krakowskiej. Są one doskonale widoczne na selektywnie nadwie-trzałych powierzchniach tej skały, a przez to posiadających głęboki relief. Te płaskofaliste struktury posiadają zindywidualizowane roczne przyrosty rzędu $0.3\div 2$ cm, o porowatości się-gającej 70%. W ich obrębie można wyróżnić bardziej miększą warstewkę wiosenną, powstałą prawdopodobnie poprzez oskorupianie węglanem wapnia powłoki mchów; cieńszą, bardziej porowatą letnią, z nielicznymi śladami plech; i zimową – cienką, jaśniejszą, mikrytową bez odlewów glonów (Szulc 1983). To ta warstewka, powstająca przy dużym udziale działalności sinic, najbardziej odpowiada definicji struktury stromatolitowej. Posiada ona charakter płaskofalistych lub kopułowych, nieforemnych powłok, miąższości do kilku mm. Sytuacja taka najlepiej jest widoczna w blokach martwicy z których wzniesiono kapliczkę przy kościele Dobrego Pasterza na rogu ul. Dobrego Pasterza i al. 29 Listopada (Fig. 1).



Fig. 1. Kopulasta struktura stromatolitowa w przekroju poprzecznym. Martwica wapienna, holocen, monoklina śląsko-krakowska. Wielkość naturalna. Kapliczka przy kościele Dobrego Pasterza

Fig. 1. A dome-like stromatolite structure in the cross section. Travertine, Holocene, Silesian-Cracow Monocline. A shrine next to the Good Shepherd's Church

Trawertyn z monokliny śląsko-krakowskiej znalazł zastosowanie głównie w sztuce sakralno-sepulkranej. Z nieforemnych, nieobrobionych, niekiedy wielkich brył tej martwicy wznoszono w początkach XX wieku pomniki nagrobne, szczególnie w starszej części cmentarza Rakowickiego. Dobrym przykładem takiego zastosowania jest nagrobek przedstawiający płaczącą kobietę pod krzyżem, usytuowany około 50 m na prawo od głównego wejścia na cmentarzu Rakowickim, w kwaterze Hd, na wprost domu przedpogrzebowego, a także kilka nagrobków usytuowanych po południowej stronie nagrobka Jana Matejki, znajdującego się na środku głównej alei cmentarza.

Podobnie z nieforemnych brył tej skały budowano kapliczki i inne niewielkie konstrukcje sakralne. Przykładami takiego zastosowania jest wspomniana wyżej kapliczka przy kościele Dobrego Pasterza oraz Golgota, usytuowana na zewnętrznej ścianie kościoła św. Mikołaja na ul. Kopernika.

Trawertyn był również sporadycznie stosowany w architekturze Krakowa jako materiał konstrukcyjny (Rajchel 2004, 2008). Jednym z takich zastosowań było użycie tej martwicy, z uwagi na jej niski ciężar właściwy, do budowy sklepienia kościoła św. Andrzeja (Świszczowski 1949). Na przełomie XVIII i XIX wieku był częściej architektonicznie wykorzystywany, niestety, obiekty w których był zastosowany nie zachowały się. Jedynie kilka brył tej skały znajduje się w obudowie przejścia na dziedziniec wawelski oraz w ścianie dziedzińca Collegium Maius, przy schodach profesorskich prowadzących na drugie piętro tego gmachu.

Importowane martwice wapienne

Stosowane w architekturze Krakowa importowane trawertyny pochodzą głównie z Włoch i Iranu (Rajchel 2004). Przeważnie znajdują zastosowanie jako polerowane płyty okładzinowe, głównie wewnętrznego zastosowania, płyty posadzkowe, stopnie, cokoły, parapety, balustrady i inne drobne detale architektoniczne.

Najczęściej stosowaną martwicą wapienną jest włoski, neogeński trawertyn *Daino Reale*. Jest on rekordzistą w ilości nazw synonimicznych, których posiada co najmniej trzydzieści. Ponieważ funkcjonują one przemienne na kamieniarskim rynku, warto wymienić najczęściej używane: *Breccia Olympo*, *Breccia Sarda*, *Daino Tirrento*, *Daino Venato*, *Diana Reale*, *Diana Scorpio*, *Napoleon Perlato Daino*, *Perlato Imperiale*, *Tigrato Olimpo*, *Orosei Perlato*, *Daino Perlato*, *Perlato Olimpo*, *Perlato Tireno*, *Skorpion* i inne (Müller 2002, Börner & Hill 2009). Trawertyn ten wydobywany jest na wschodnim wybrzeżu Sardynii w rejonie miejscowości Orosei, Provincia di Nuoro. Niektóre z wyżej wymienionych nazw utworzono od miejsca wydobycia skały, inne od jej charakterystycznych cech strukturalnych. Nazwa rodzajowa *Breccia* nawiązuje do brekcyjowej odmiany tej martwicy. Ten typ struktury związany jest z obecnością licznych wertykalnych i horyzontalnych względem laminacji, żył klastycznych, zawierających ostrokrawędziste fragmenty otaczającej skały. Z kolei nazwa *Travertino Perlato* (wł. *perlato* – perlisty) wynika z obecności białych, kulistych onkoidów. To również niezwykle trafnie dobrana nazwa, gdyż rzeczywiście przypominają one widziane w przekroju perły, co więcej, geneza obu tych form jest bardzo zbliżona. Zazwyczaj są one skupione w nieregularnie gniazda i niewielkie soczewkowane nagromadzenia. Posiadają średnice do 2 cm, kuliste, a rzadziej mniej regularne kształty i typową koncentryczną, wielopowłokową budowę.

Daino Reale jest skałą o najlepiej zachowanych strukturach stromatolitowych i onkoidowych z pośród wszystkich stosowanych architektonicznie w Krakowie martwic. Na wypolerowanych powierzchniach tej skały widoczne są nieregularne, pasiaste struktury złożone z szeregu naprzemianległych laminitowych powłok stromatolitowych, przechodzących niekiedy miejscami w kopułowe nabrzmienia, rozdzielone interstycjami, wypełnionymi nieco innym materiałem. Największe tego typu kopuły sięgają wysokości 10 cm. W trawertynie tym zawarte są ponadto muszle ślimaków, widoczne w poprzecznych i podłużnych przekrojach. Muszle tych mięczaków najlepiej są zachowane w blacie kontuaru recepcji i obudowie kominka hotelu „Maltańskiego” przy ul. Straszewskiego 14, blatach stolików restauracji hotelu „Copernicus” przy ul. Kanoniczej 16, jak również w parapecie fontanny w Galerii Kazimierz przy ul. Podgórskiej 34.

Daino Reale stosowany jest w Krakowie wyłącznie jako kamień polerowany, co stwarza dogodne pole obserwacji wszystkich wspomnianych wyżej strukturalnych cech tej skały. Najładniejsze kopułowate struktury stromatolitowe możemy obserwować w obudowie wjazdu do garaży w „Domu pod Basztą” przy ul. Skawińskiej 27 (Fig. 2). Największe skupiska kulistych onkoidów znajdują się w obudowie kwietników parteru, a szczególnie w poręczach balustrady krużganku I-go piętra supermarketu Kraków Plaza przy al. Pokoju 44 (Fig. 3).

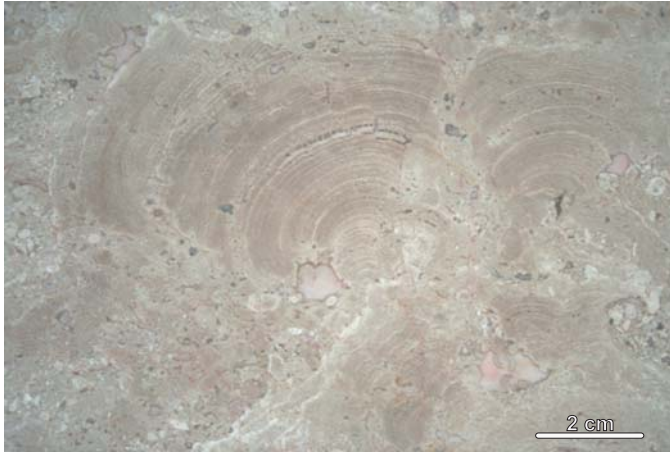


Fig. 2. Kopułowaty stromatolit o głębokim interstycjum wypełnionym materiałem detrytycznym; trawertyn *Daino Reale*. „Dom pod Basztą”, ul. Skawińska 27

Fig. 2. A dome-like stromatolite with a deep interstitium filled with detrital material; the *Daino Reale* travertine. “The Tower House”, 27 Skawińska Str.



Fig. 3. Soczewkowate skupienie kulistych onkoidów; średnice największych do 1 cm; trawertyn *Daino Reale*. Supermarket Kraków Plaza, al. Pokoju 44

Fig. 3. A lensoidal accumulation of spherical oncoïdes; the diameters of the largest grains up to 1 cm; the *Daino Reale* travertine. The Krakow Plaza supermarket, 44 Pokoju Av.

Innym importowanym trawertynem, wkraczającym stopniowo do krakowskiej architektury, jest *Azarshar Red*, znany często pod włoską nazwą *Travertino Rosso Persiana* (Müller 2002, Börner & Hill 2009). Ten irański, plejstocenijskiego wieku trawertyn jest szczególnie atrakcyjnym kamieniem dekoracyjnym ze względu na swoją ciepłą, terakotową barwę i pasiastą strukturę. Na wypolerowanych powierzchniach ujawnia kilkunastomilimetrowe laminatowe struktury stromatolitowe. Posiadają one drobną laminację podkreśloną zróżnicowaną zawartością barwiących skałę wodorotlenków żelaza. Sporadycznie możemy odszukać struktury kopułowe, o wysokości 2÷3 cm i płaskich wierzchołkach, rozdzielone V- lub U-kształtymi interstycjami (Fig. 4). Struktury te przedzielane są grubszymi warstewkami o odmiennej budowie. Zawierają one kanaliki usytuowane prostopadle do powierzchni laminacji, będące prawdopodobnie pozostałościami po roślinności (mchach?), na których dochodziło do strącania węglanu wapnia. W ich obrębie sporadycznie obecne są także niewielkie, lateralne skupienia różowawych, okrągłych i owalnych onkoidów o średnicach do 10 mm, z nieco zatartymi wewnętrznymi powłokami. Wszystkie te szczegóły widoczne są na polerowanych płytach trawertynu *Azarshar Red* stanowiących elementy fasady i wewnętrznego wystroju Galerii Krakowskiej przy ul. Pawiej 5. Podobny trawertyn stanowi elementy wystroju holu Centrum Biurowego przy ul. Lubicz 23.

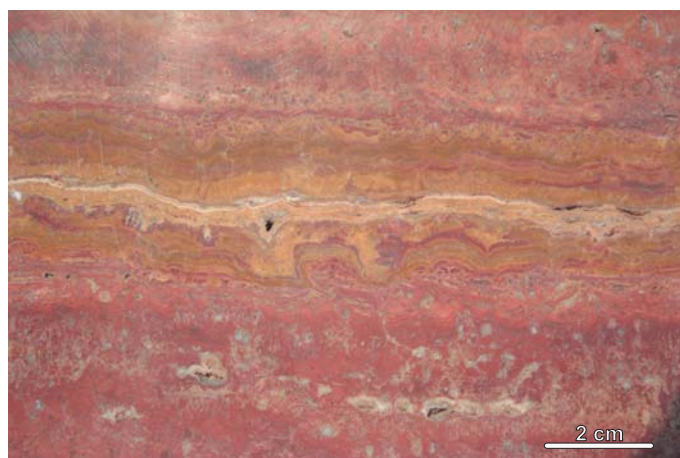


Fig. 4. Kopulasta struktura stromatolitowa o spłaszczonych wierzchołkach; trawertyn *Azarshar Red*. Galeria Krakowska, ul. Pawia 5

Fig. 4. A dome-like stromatolite structure with flattened tops; the *Azarshar Red* travertine. The Galeria Krakowska supermarket, 5 Pawia Str.

Inną wreszcie martwicą, która znalazła zastosowanie w architekturze Krakowa, jest słynny trawertyn *Classico Romano*. On również posiada wiele synonimicznych nazw, np. *Roma Michelangelo*, *Roma Imperiale*, *Roma Tiburtinus* (Müller 2002, Börner & Hill 2009). Skała ta jest wieku holocenijskiego i powstała w płytkich zbiornikach wodnych zasilanych z pobliskich gorących źródeł. Zbudowana jest z warstewek mikrytowego kalcytu wytrącanego działalnością bakterii, naprzemian z warstewkami o gęstej laminacji, mającymi charakter bakteryjnego stromatolitu (Flügel 2004). Trawertyn ten zawiera również kuliste pory średnicy do paru mi-

limetrów, lub nieco większe wydłużone kawerny, będące pozostałością banieczek gazu lub larw owadów. Złoża tej skały znajdują się na wschód od Rzymu, w rejonie Bagni di Tivoli (Flügel 2004, Pentecost 2005). Jej nazwa wywodzi się od łacińskiego *lapis tiburtinus* – kamień z Tiburnium, dzisiejszego Tivoli. Skała ta znajdowała powszechne zastosowanie w starożytnym i nowożytnym Rzymie, gdzie była wykorzystywana na równi z tufem wulkanicznym (Skoczylas & Żyromski 2005). Pięknym przykładem ze starożytności jest Coloseum, zbudowane z wielkich bloków tej skały, a z czasów bardziej nowożytnych – fasada Bazyliki św. Piotra oraz dwa wielkie dzieła G. Berniniego – kolumnada na placu przed tą bazyliką i Fontana dei Quattro Fiumi na Piazza Navona (Pentecost 2004).

Trawertyn *Classico Romano* został w Krakowie zastosowany dla bardziej prozaicznych celów. Stanowi on posadzkę holu i wewnętrzne schody budynku Radia Kraków przy al. Słowackiego 22 (Fig. 5), a także stanowi komponent obudowy ścian schodów prowadzących do piwnic Collegium Maius.



Fig. 5. Laminitowy stromatolit bakteryjny; trawertyn *Classico Romano*. Budynek Radia Kraków, ul. Łobzowska 43

Fig. 5. A laminitic bacterial stromatolite; the *Classico Romano* travertine. The Radio Cracow building, 43 Łobzowska Str.

Podobny trawertyn był i jest nadal często używany na Słowacji, czego przykładem może być szereg obiektów w Bratysławie (Pivko 1999). Jest to czwartorzędowy, tzw. spiski trawertyn, eksploatowany w rejonie miejscowości Bešeňová i Drevenik, skąd trafiał również do Polski, w tym do Krakowa. Właśnie z tego typu skały wykonano ozdobny portal i okładzinę przedsionka kamienicy przy ul. Łobzowskiej 43.

Należy zaznaczyć, że w środowisku kamieniarskim terminem trawertyn określanymi jest szereg porowatych zazwyczaj skał, ale o całkowicie odmiennej genezie niż martwice i trawertyny wapienne. Przykładem takich „trawertynów” są *Złoty Raciszyn*, *Orchidea* i *Alex Beż*. Są to silnie, nieregularnie porowate lub kawerniaste wapienie oksfordu, barwy jasno-rdzawej, niekiedy żłocistokremowej, a nawet żółtobrązowej, z dużą zawartością zwapniałych gąbek. Pochodzą z północno-zachodniej części monokliny śląsko-krakowskiej, gdzie są eks-

plaatowane w rejonie Zalesiaków i Raciszyna koło Działoszyna (Kamiński & Skalmowski 1957, Smoleńska 1984, 1986, Osika 1987).

PODSUMOWANIE

Stosowane w architekturze Krakowa martwice wapienne to trawertyny, czyli nieregularnie porowate wapienie, powstałe w wyniku głównie biogenicznej precypitacji węgla wapnia w środowisku mobilnych wód powierzchniowych. Zawierają charakterystyczne biogeniczne struktury – stromatolity i onkoidy, a także makroskamieniałości, głównie ślimaki. Jest to uniwersalny kamień dekoracyjny, wewnętrznego i zewnętrznego zastosowania, o zróżnicowanej kolorystyce i interesujących deseniach.

Praca została wykonana w ramach działalności statutowej w Katedrze Geologii Ogólnej, Ochrony Środowiska i Geoturystyki Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH, nr: 11.11.140.447.

LITERATURA

- Alexandrowicz S.W., 1983. Malacofauna of Holocene calcareous sediments of the Cracow Upland. *Acta Geologica Polonica*, 33, 1–4, 117–158.
- Börner K. & Hill D., 2009. *Natural Stones Worldwide. The world's leading database on natural stone*. Abraxas Verlag GmbH, Hasede, CD Rom.
- Flügel E., 2004. *Microfacies of carbonate rocks. Analysis, interpretation and application*. Springer-Verlag, Berlin, 1–976.
- Gradziński R., Kostecka A., Radomski A. & Unrug R., 1986. *Zarys sedimentologii*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 1–628.
- Kamiński M. & Skalmowski W. (eds), 1957. *Kamienie budowlane i drogowe*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 1–361.
- Łydka K., 1985. *Petrologia skal osadowych*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 1–286.
- Müller F., 2002. *Die internationale Naturwerksteinkartei für den aktuellen Markt. Band I–IV*. Ebner Verlag, Ulm.
- Osika R. (Ed.), 1970. Geologia i surowce mineralne Polski. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 251, 1–874.
- Pazdur A. & Rutkowski J., 1987. Radiocarbon age of Holocene calcareous sediments in exposure in Rudawa (Cracow Upland). *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Geochronometria*, 56, 4, 61–68.
- Pentecost A., 2005. *Travertine*. Springer-Verlag, Berlin, 1–445.
- Pivko D., 2005. Netradičné geologické exkrzie v centrach miest. *Mineralia Slovaca*, 37, 454–455.
- Płonczyński J. & Łopusiński L., 1993. *Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, 1 : 50 000. Arkusz Krzeszowice*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 1–92.
- Rajchel J., 2004. *Kamienny Kraków. Spojrzenie geologa*. UWND AGH, Kraków, 1–233.
- Rajchel J., 2008. The stony Cracow: geological values of its architecture. *Przegląd Geologiczny*, 56, 8/1, 653–662.

- Rutkowski J., 1991. Holocen doliny Raclawki. *Kwartalnik AGH Geologia*, 17, 1–2, 173–191.
- Rutkowski J., 1993. *Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski. Skala 1 : 50 000. Arkusz Kraków*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 1–46.
- Schopf J.W., 2002. *Kolebka życia. O narodzinach i najstarszych śladach życia na Ziemi*. PWN, Warszawa, 1–310.
- Skoczyła & Żyromski, 2005. *Symbolika kamienia jako element procesu legitymizacji władzy w cywilizacji europejskiej*. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, 1–178.
- Smoleńska A., 1984. Znaczenie surowcowe górnourajskich wapieni obszaru Częstochowa – Działoszyn. *Geologia (kwartalnik AGH)*, 10, 1, 59–105.
- Smoleńska A., 1986. Wykształcenie litologiczne i znaczenie surowcowe uławiconych wapieni środkowego oksfordu Jury Polskiej. *Geologia (kwartalnik AGH)*, 12, 2, 33–75.
- Stworzewicz E. & Szulc J., 2008. Martwice wapienne regionu śląsko-krakowskiego jako narzędzie rekonstrukcji paleośrodowiskowych. *Pierwszy Polski Kongres Geologiczny, Kraków, 26–28 czerwca 2008, Przewodnik Sesji Terenowych*, Polskie Towarzystwo Geologiczne, Kraków, 91–98.
- Szulc J., 1983. Geneza i klasyfikacja wapiennych osadów martwicowych. *Przegląd Geologiczny*, 31, 4, 231–237.
- Świszczowski S., 1950. Gródek i mury miejskie między Gródkiem a Wawelem. *Rocznik Krakowski*, 32/1, 93–108.