

## SZCZEGÓŁOWA CHARAKTERYSTYKA LITOLOGICZNO-SUROWCOWA ZŁOŻA WAPIENI DEWOŃSKICH SZEWCE

### DETAILED LITHOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DEVONIAN LIMESTONE SZEWCE DEPOSIT

Zbigniew Zlonkiewicz - Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy O/Świętokrzyski  
Katarzyna Guzik - Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków  
Szymon Ostrowski - Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

*W artykule przedstawiono charakterystykę litologiczno-surowcową złoża wapieni dewońskich Szewce. Na podstawie przeprowadzonych badań terenowych scharakteryzowano zmienność wykształcenia wapieni w profilu złożowym. Dodatkowych informacji na temat zasięgu serii wapieni dewońskich w rejonie złoża, występujących stref uskokowych oraz zjawisk krasowych dostarczyły badania geofizyczne, w tym pomiary sejsmicznej tomografii refrakcyjnej (STR), tomografii elektrooporowej (ERT) oraz pomiary georadarem (GPR). Prezentowana charakterystyka surowcowa wapieni, obejmująca ocenę walorów dekoracyjnych skały i jej właściwości fizyczno-mechanicznych uzupełniona została o wyniki pomiarów bloczności w odsłoniętej ścianie kamieniołomu. W końcowej części artykułu zarysowano perspektywę eksploatacji złoża metodą podziemną.*

**Słowa kluczowe:** wapień dewoński, złożo Szewce, charakterystyka litologiczno-surowcowa, eksploatacja podziemna

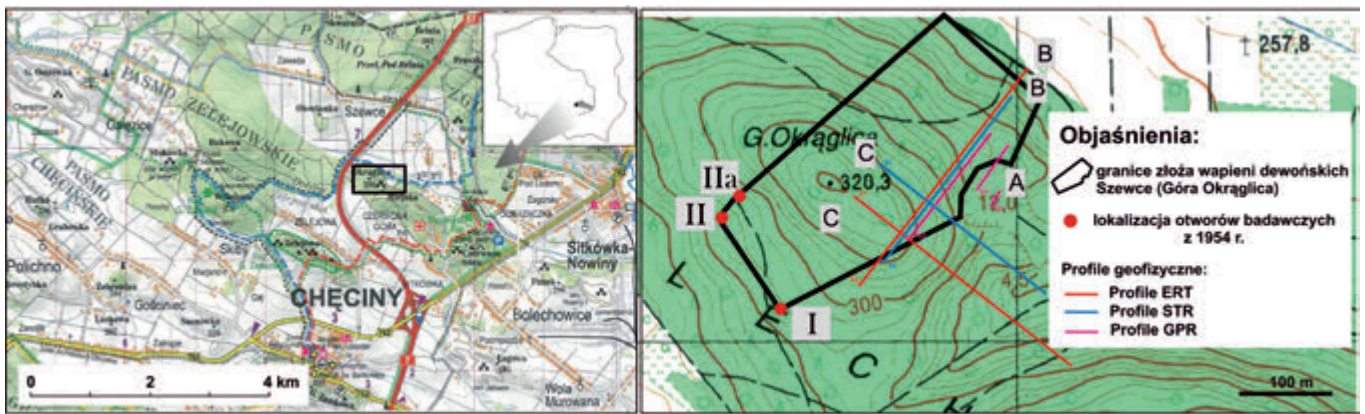
*The paper presents lithological and technological characteristics of Devonian limestone Szewce deposit. Based on field researches the variability of limestone in the deposit profile has been characterized. Additional information on the vertical extent of a series of Devonian limestone in the area of deposit, as well as occurring fault zones and karstified zones, has delivered the geophysical surveys, including seismic refraction tomography (STR), electrical resistivity tomography (ERT), as well as ground penetrating radar methods (GPR). In term of technical characteristics, the decorative properties and physico-mechanical parameters of limestone as well as block diversibility measurement results in the quarry have been presented. In the final part of the article prospect for the underground extraction of deposit has been outlined.*

**Keywords:** devonian limestone, Szewce deposit, lithological and technical characteristics, underground extraction

### Wprowadzenie

Spośród kompleksów litologicznych paleozoicznego trzonu Gór Świętokrzyskich stanowiących źródło pozyskiwania kamieni architektonicznych szczególną pozycję zajmują dewońskie wapień. Ze względu na korzystne parametry techniczne oraz zdolność do przyjmowania poleru, wraz z górnopermskimi węglanowymi zlepieńcami oraz występującymi w obrębie mezozoicznego obrzeżenia wapieniami górnej jury, skały te zaliczane są do tzw. marmurów technicznych lub marmurów świętokrzyskich. Znaczenie złożowe posiadają przede wszystkim silnie zlitfikowane wapień środkowego i górnego dewonu (Gałol 1996). Skały te udokumentowano m.in. w złożach Bolechowice, Jaźwica, Zawada, Suków-Babie, Suków-Borki, Słopiec, Szewce, Osiny I, Skrzelczyce (Bilans zasobów... 2015), a w przeszłości również m.in. w złożu Łabędziów (obecnie skreślone z ewidencji zasobów) czy Ołowianka, w których zasoby skał blocznych zostały już wyeksploatowane. W związku z silnym zaangażowaniem tektonicznym stan podzielności kopaliny w poszczególnych złożach wykazuje

znaczny zmienność, a wskaźnik bloczności geologicznej na ogół nie przekracza kilku/kilkunastu procent, uzyskując najwyższe wartości w złożu Bolechowice (ok. 31% dla złoża i ponad 40% dla kamieniołomu Panek - Bromowicz 1994, Bromowicz, Figarska-Warchoł 2012). Wapień wykształcone są w postaci różnych odmian barwnych – brązowej z odcieniem różowym w złożu Bolechowice (Bromowicz, Figarska-Warchoł 2012), jasnokawowej, jasnobrunatnej w złożu Jaźwica, różowej w kamieniołomie Łabędziów oraz szarooliwkowej i ciemnobezowej w kamieniołomie Ołowianka (Rajchel 2004). Pomimo korzystnych parametrów jakościowych większość wymienionych złóż pozostaje nieeksploatowana, a krajowe zapotrzebowanie na węglanowe materiały kamienne pokrywane jest w przewadze importem, którego poziom sięgnął w ostatnich latach 27-38 tys. t/r. (Guzik, Smakowski 2015). Wśród wąskiego grona rodzimych dostawców wapieni dewońskich dla celów architektonicznych znajdują się tylko dwie kopalnie, tj. Kopalnia Wapienia Bolechowice oraz Kopalnia Wapienia Jaźwica, które w trakcie eksploatacji nastawionej na produkcję



Rys. 1. Lokalizacja złoża Szewce na mapie topograficznej, z naniesionymi liniami profili geofizycznych  
Fig. 1. Location of Szewce deposit on topographic map, with geophysical profile lines

kruszyw łamanych, pozyskują kilkaset ton/rok nieregularnych brył kierowanych do dalszej obróbki kamieniarskiej. Niewielka skala eksploatacji blocznych wapieni dewońskich wynika m.in. z położenia wielu złóż w granicach obszarów chronionych, co skutkuje ograniczoną dostępnością terenu pod użytkowanie górnicze (Guzik, Kot-Niewiadomska 2015).

Jednym ze złóż wapieni dewońskich o znacznych możliwościach uzysku bloków i wysokich walorach dekoracyjnych kopaliny, uznanym przez Bromowicza (2014) za złożo o znaczeniu krajowym<sup>1</sup>, jest nieeksploatowane złożo Szewce. W związku z położeniem w granicach Chęcinińsko-Kieleckiego Parku Krajozrazowego możliwości jego ponownego zagospodarowania są mocno ograniczone. Występowanie złoża na obszarze chronionym nakłada pewne wymagania w zakresie stosowanych metod urabiania skały (bez użycia materiałów wybuchowych), wielkości wydobywania, minimalizacji powstających odpadów wydobywczych i powierzchni terenu zajmowanego pod działalność górniczą. Ograniczona dostępność złoża do eksploatacji odkrywkowej skłania do rozważań na temat potencjalnych możliwości jego eksploatacji metodą podziemną.

Prezentowana w artykule litologiczno-surowcowa charakterystyka wapieni ze złoża Szewce uzupełniona została o wyniki terenowych pomiarów bloczności oraz badań geofizycznych, przeprowadzonych w latach 2014–2015 na potrzeby projektu „Uwarunkowania geologiczno-górnictwo-środowiskowe możliwości podziemnej eksploatacji wybranych kopalni skalnych w Sudetach i Górach Świętokrzyskich”.

### Położenie złoża i historia wydobywania wapieni

Złożo wapieni Szewce (Góra Okrąglica) znajduje się w Szewcach w gminie Chęciny, w powiecie kieleckim (rys. 1). Zajmuje szczytową część Góry Okrąglicy, sięgającej wysokości 320,3 m n.p.m. i wchodzącej w skład porośniętego lasem Pasma Bolechowickiego. Rola, jaką „marmury z Szewce” odegrały w górnictwie skalnym i architekturze zdecydowała o włączeniu tutejszego kamieniołomu do Świętokrzyskiego Szlaku Archeo-Geologicznego w 2012 r.

Początki kopalnictwa na górze Okrąglicy związane są z górnictwem kruszcowym, które trwało tu między XIV i XX wiekiem. Informują o nim spisy lustracyjne z lat 1602 i 1615 (Urban 1986, Wardzyński 2016). W partiach szczytowych zachowały się ślady poszukiwań i wydobywania rud ołowiu i miedzi, które tworzyły epigenetyczne nagromadzenia w szczelinach

spękań. Wprawdzie wspomniane dokumenty informują też o obecności wapieni, ale brak jest wzmianek o ich ewentualnej eksploatacji. „Łamanie” wapieni na górze Okrąglicy rozpoczęto najprawdopodobniej w II połowie XVII wieku, zaś nasilenie ich wydobywania przypadło dopiero na schyłek XVIII wieku. W północno-wschodnich i południowo-zachodnich zboczach zachowały się ślady niewielkich łomów wapiennych, zarzuconych ponad 100 lat temu. W dużym kamieniołomie, będącym obszarem prezentowanych badań, eksploatacja wapieni trwała do lat 60-tych XX wieku, przeżywając swój kolejny rozkwit po II wojnie światowej, kiedy tutejszy surowiec wykorzystywano m.in. do odbudowy elementów architektonicznych Warszawy (Urban 1986, Jędrychowski 2014). Z tego ostatniego okresu pochodzi jedyna dokumentacja złoża Szewce (Bukowiński 1954). Na jej potrzeby wykonano rowy badawcze, a ponadto 3 otwory o głębokościach: 43 m, 56 m, 67 m. Łącznie z kamieniołomu wydobyto ponad 100 tys. m<sup>3</sup> wapieni, a wielkość pozostałych w złożu zasobów wynosi 2 762 tys. t (Bilans zasobów... 2015).

### Profil litologiczny złoża

Grzbiet Okrąglicy tworzą wapienie dewonu, zaliczane do warstw sitkówczańskich górnych, wyróżnionych w obrębie formacji z Kowali, należące do dewonu górnego (franu) (Kaźmierczak 1971, Racki 1993, Narkiewicz i in. 2006). W nieco starszych publikacjach oraz w dokumentacji geologicznej złoża Szewce (Bukowiński 1954) wapienie te zaliczano do dewonu środkowego (żywetu), zgodnie z dawniejszym ujęciem litostratygraficznym, w którym łącznym odpowiednikiem warstw sitkówczańskich dolnych i górnych były wapienie stromatoporoidowo-koralowcowe, w całości zaliczane do dewonu środkowego (żywetu). Problem litostratygrafii dewonu środkowego i górnego został szczegółowo omówiony przez Szulczewskiego (1981) oraz Narkiewicza i in. (2006). Wraz z Pasmem Bolechowickim góra Okrąglica wznosi się w północnym, łagodnie nachylonym, skrzydle asymetrycznej synkliny gałęzicko-bolechowskiej (bolechowicko-borkowskiej), należącej do waryscyjskiego piętra strukturalnego, kieleckiej strefy fałdowej Gór Świętokrzyskich (Gürich 1896, Czarnocki 1919, 1938, Filonowicz 1976a, b, Romanek 2007, Konon 2008, Złonkiewicz 2013). W osiowej partii synkliny, w sąsiedztwie Okrąglicy, utwory górnego dewonu przykryte są osadami permu i triasu, należącymi do młodszego, alpejskiego piętra strukturalnego.

<sup>1</sup> wraz z innymi złożami wapieni dewońskich rejonu Chęciny



Kamieniołom Szewce wcina się we wschodnie zbocze Okraglicy. Po wstrzymaniu eksploatacji pozostała stabilna, pionowa ściana skalna o wysokości do około 20 m i długości około 70 m (fot. 1), o azymucie 210°. W części południowej ściana odchyła się ku SE i przechodzi w stromo nachylone zbocze, w większości pokryte rumoszem. Nadkład nad złożem tworzy warstwa gleby i rumoszu, o miąższości do 1,5 m. Położenie około 50-60 m ponad dnem szerokich obniżzeń dolinnych sprawia, że złożo znajduje się znacznie powyżej poziomu wód gruntowych. W północno-wschodniej części wyrobiska zachował się wykop zwiadowczy o krawędziach 2 m i 1,5 m, głęboki na 1,6 m. W odniesieniu do profilu geologicznego przypada on około 1-1,5 m poniżej dolnej krawędzi ściany kamieniołomu. W wykopie odsłonięto jedną grubą ławicę, której spąg jest niewidoczny.



Fot. 1. Ściana nieczynnego kamieniołomu wapieni dewońskich Szewce (widok od wejścia do wyrobiska)  
Fot. 1. The wall of the abandoned Devonian limestone quarry of Szewce (view from the quarry entrance)



Fot. 2. Wapień amfiporowy (*floatstone*) z kolonią stromatoporoidów (ściana kamieniołomu, przekrój poprzeczny do uławicenia)  
Fot. 2. Amphipora limestone (*floatstone*) with the stromatoporoid colonies (cross-section to the bedding)

Odsłonięty w kamieniołomie profil litologiczny liczy łącznie około 20 m. Budują go na ogół wapień średnio- i gruboławicowe. Poszczególne ławice przyjmują miąższości 5-180 cm (średnio ok. 70 cm) i miąższości te są dość stałe na całej długości ściany. Przeważającą część profilu stanowią skały o barwie jasnoszaro-beżowej, ewentualnie o różowym odcieniu, a tylko u podstawy głównej ściany stwierdzono jedną ławicę o barwie brązowej. Obserwacje makroskopowe wypolerowanych płyt skalnych oraz mikroskopowe płytek cienkich wykazują,

że są to wapień mikrytowe, a podrzędnie mikrosparytowe, powszechnie zawierające szczątki amfiporoidów, rzadziej stromatoporoidów i małżoraczków (mikrosparytowe, bądź sparytowe, fot. 2). Bliższe obserwacje ujawniają obecność gałązek amfiporowych także w partiach skały, które wydają się być wykształcone wyłącznie jako *mudstone* (wg klasyfikacji Dunhama 1962, z uzupełnieniami Embry'ego i Klovana 1971).

Obok dominujących wapieni typu *floatstone* (fot. 3A), charakter i udział biodetrytu pozwala zaklasyfikować tutejsze wapień w części jako *boundstone* (fot. 3B). W następstwie



a)



b)

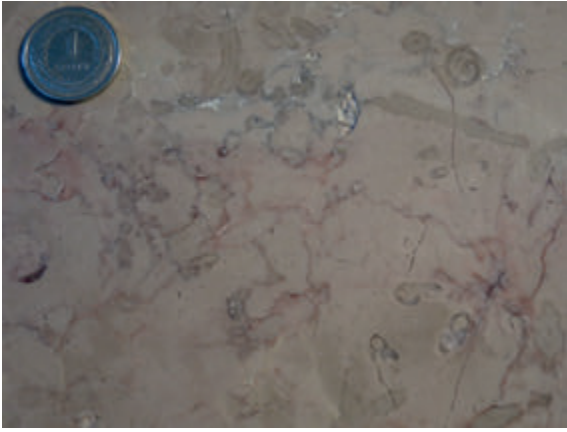


c)

Fot. 3. Typy wapieni w złożu Szewce: A - wapień amfiporowy (*floatstone*), o spoiwie mikrytowym/mikrosparytowym, typowy dla złoża Szewce; B - fragment gałązkowej kolonii amfipor „uszczelnionej” mikrytem (*bafflestone*), obecne żyłki kalcytowe o fioletowym zabarwieniu oraz stylolity; C - kontakt *bafflestonu* i *floatstonu* wewnątrz ławicy wapienia amfiporowego, przy lewej krawędzi zdjęcia obecna kolonia stromatolityczna

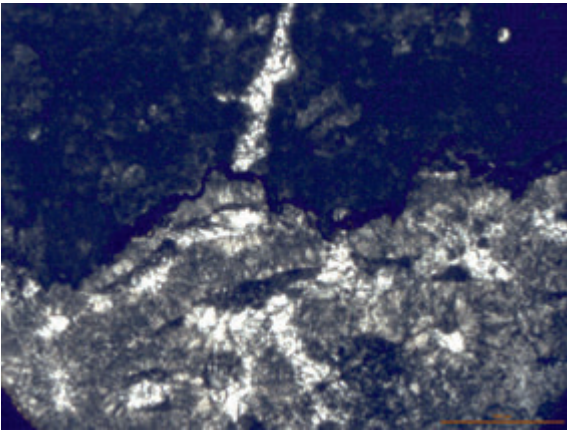
Fot. 3. Types of limestones in the Szewce deposit: A – amphipora limestone with micritic/microsparitic matrix (*floatstone*) typical for the Szewce deposit; B – part of the amphipora branch-colony filled with the micritic matrix (*bafflestone*), violet calcite veins and stylolithes are present; C – *bafflestone* and *floatstone* contact in the amphipora limestone bed, stromatolitic colony at the left margin of the photo





Fot. 4. Muszle ślimaków (zaznaczone strzałkami) na wypolerowanej powierzchni wapienia amfiporowego (*floatstone*)

Fot. 4. Snails' shells (marked with arrows) on the polished surface of the amphipora limestone (*floatstone*)



Fot. 5. Sparytowa gałązka amfiporowa i mikrytowe tło skalne, rozdzielone powłoką ilastą, typu stylolitowego

Fot. 5. Sparitic amphipora branch and adjacent micritic matrix, separated by clayey film of stylolitic type

pionowym wyraźnie zaznacza się wewnątrzławicowe zróżnicowanie udziału gałązek amfiporowych (fot. 3C), a miejscami także ich kierunkowe rozmieszczenie, co nadaje skale poziomą stratyfikację. Nie jest wykluczone, że amfiporom miejscami towarzyszą struktury mikrobialne, w typie stromatolitów. Sporadycznie obserwuje się drobne centra krystalicznego kalcytu, będące przekrystalizowanymi szczątkami organodetrytycznymi lub cementem sparytowym, wypełniającym pierwotne pustki.

Sporadycznie spotyka się drobne muszle ślimaków (fot. 4). Ponadto odnotowano obecność kalcisfer i fragmenty muszli ramienionogów (Urban 1986). Niejednokrotnie rekrystalizacja zatarła granice między mikrosparytowym tłem a biodetrytem. Miejscami przy krawędziach gałązek amfiporowych front rekrystalizacji bywa ograniczony cienką powłoczką ilastą, typu stylolitowego (fot. 5).

Dominuje struktura masywna wapieni, miejscami delikatnie zaznacza się struktura gruzłowa. Długotrwałe wietrzenie, jak również obróbka kamieniarska (polerowanie), ujawnia w obrębie ławic zróżnicowanie mikrofacjalne, zazwyczaj całkowicie niewidoczne na świeżych, bądź lekko zwietrzałych powierzchniach skalnych. Dzięki temu w ścianie kamieniołomu, w obrębie jednej ławicy, lateralnie sąsiadują ze sobą powierzchnie, sprawiające wrażenie nawet skrajnie odmiennych typów mikrofacjalnych, tj. masywnych *mudstonów* oraz amfiporoidowych *floatstonów*, bądź *bafflestonów*. W całym profilu odnotowano obecność 2 wkładek wapieni marglistych, o miąższościach 1 i 2 cm. Odslonięty w kamieniołomie kompleks wapieni, wyka-

zuje stałość barw, a pomimo przedstawionego zróżnicowania mikrofacjalnego, także stałość cech litologicznych.

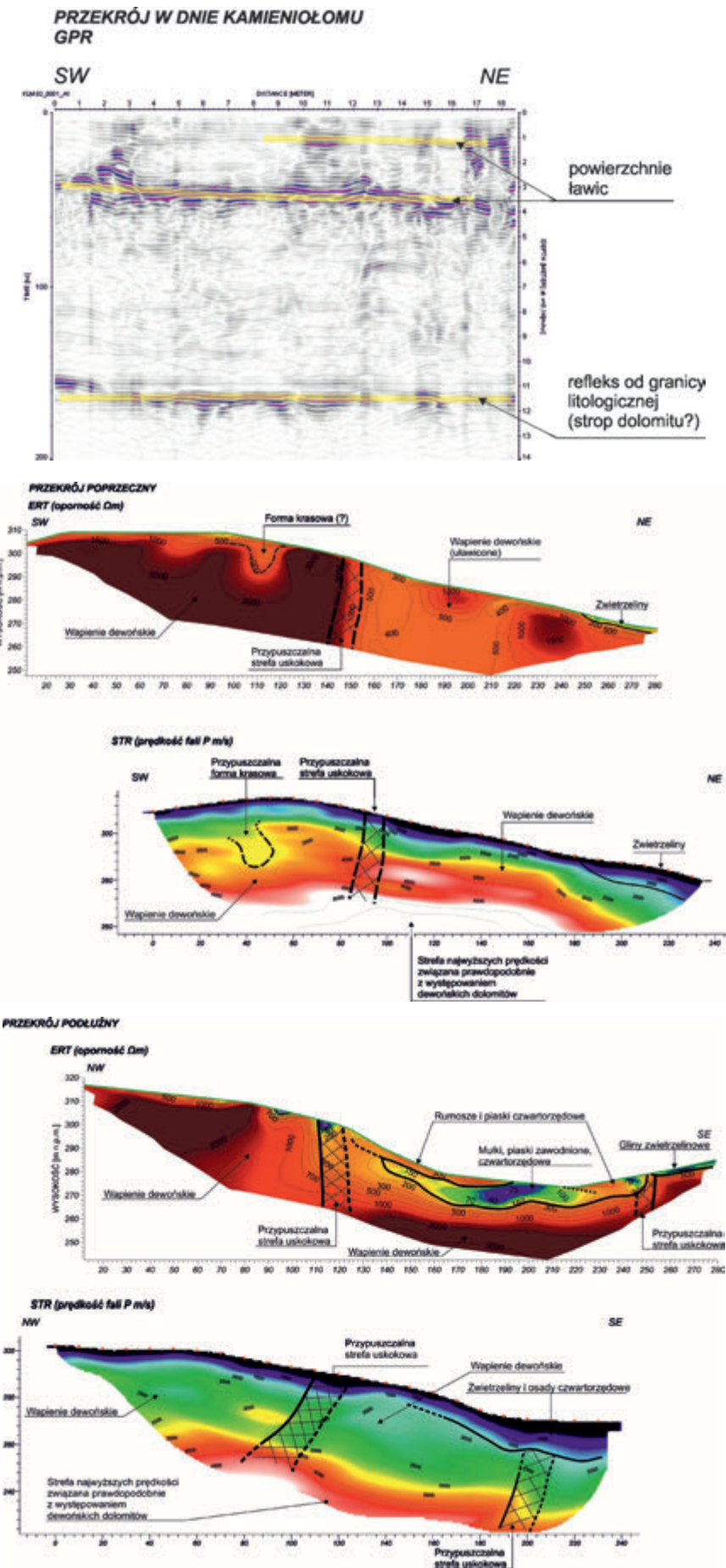
Procesy diagenetyczne i stylolityzacja przyczyniły się do zróżnicowania odporności w obrębie ławic wapiennych, pośrednio uzależnionej od zagęszczenia szczątków biogenicznych. Różnice te zostały uwydatnione przez selektywne wietrzenie. W wapieniach typu *bafflestone*, obecność powłoczek ilastych otaczających gałązki amfiporowe zauważalnie zwiększa podatność na wietrzenie. Miejscami sprzyja to oddzielności poziomej w przygranicznych partiach ławicy, a w skrajnych przypadkach prowadzi do wykruszania się fragmentów skały.

Ponadto obserwuje się wiązki szwów stylolitowych oraz żyłek kalcytowych, których grubość rzadko przekracza 1 mm. Szwy stylolitowe przyjmują barwę czerwoną lub wiśniową, zaś żyłki szarą, białą, bądź fioletową. Te ostatnie są cechą charakterystyczną wapieni ze złoża Szewce.

Wapienie ze złoża Szewce należą do biostromowych utworów lagunowych (Racki 1993). Powstały podczas wieloetapowej transgresji, w strefie związanej z krawędzią kieleckiej platformy węglanowej, która od schyłku eiflu po środkowy fran rozbudowywała się na obszarze dyمیńskiego przedpola rafowego (Narkiewicz i in. 2006). Obserwowana w ławicach cykliczność sedymentacji, wyrażona zróżnicowaniem udziału biodetrytu, odzwierciedla działalność prądów, które roznosiły organizmy bentoniczne, typowe dla dewońskich środowisk płytkomorskich regionu kieleckiego. Podobne wapienie wydobywano w złożu Malik, znajdującym się na północnym zboczu Czerwonej Góry, w pobliżu szosy Kraków-Kielce. W porównaniu z równymi im wiekiem utworami lagunowymi, rozpoznany np. w pobliskim kamieniołomie na górze Panek w Bolechowicach (Kaźmierczak 1971, Racki 1993, Jędrzychowski 2014), opisujący profil z Szewców jest mniej urozmaicony pod względem mikrofacjalnym. Dla brązowych, ewentualnie ciemnoszarych „marmurów bolechowickich”, wykorzystywanych w architekturze od lat 80-tych XVI wieku, charakterystyczne są zwłaszcza różnego rodzaju wapienie stromatoporoidowe, bądź stromatoporoidowo-amfiporoidowe. Natomiast wapienie w złożu Szewce różnią się od nich barwą i zawierają wyraźnie uboższy inwentarz faunistyczny, reprezentowany niemal wyłącznie przez amfipory. Różnice te stają się jednak mniej czytelne na powierzchniach elementów architektonicznych, wykonanych z wapieni o dominującym udziale mikrytowego/mikrosparytowego tła i poddanych długotrwałemu wietrzeniu, niezależnie od tego, z którego ze wspomnianych złóż pochodzą.

#### Wyniki badań geofizycznych

Przeprowadzone w rejonie złoża badania geofizyczne obejmowały pomiary metodą sejsmicznej tomografii refrakcyjnej (STR), tomografii elektrooporowej (ERT) oraz georadarową (GPR). Linie wykonanych profili, poprzecznych i podłużnych w stosunku do rozciągłości warstw, przedstawiono na rysunku 1. Na podstawie przeprowadzonych badań zasięg serii wapiennej oceniono na około 11 m poniżej stropu ławicy leżącej u podstawy ściany kamieniołomu. Badania georadarem (GPR – ang. *ground penetrating radar*) wykazały występowanie silnego refleksu równoległego do ławic (rys. 2A). Refleks ten pochodzi od wyraźnej granicy litologicznej i najprawdopodobniej wskazuje na obecność kompleksu dolomitowego, podścielającego wapienie. Drugą przesłanką, potwierdzającą występowanie kompleksu dolomitowego w podłożu wapieni, jest znaczący wzrost prędkości fali sejsmicznej P (rys. 2B), zanotowany



A

B

C

Rys. 2. Przekroje geofizyczne A, B, C: GPR - badania metodą georadarową, ERT - badania metodą tomografii elektrooporowej, STR - badania metodą sejsmicznej tomografii refrakcyjnej

Fig. 2. Geophysical sections: GPR - ground penetrating radar method, ERT - electrical resistivity tomography method, STR - seismic refraction tomography method

dzięki badaniom sejsmicznej tomografii refrakcyjnej (STR). Na głębokości w przybliżeniu odpowiadającej refleksowi GPR, zanotowano ekstremalną prędkość fali P, przekraczającą 5000 m/s. Prawie horyzontalny przebieg izolinii prędkości może również wskazywać na fakt, że granica kompleksu dolomitowego jest skośna do uławicenia. Front dolomityzacji nawiązywałby więc tylko lokalnie do pierwotnych powierzchni uławicenia.

Zarówno na profilach sejsmicznej tomografii refrakcyjnej (STR), jak i tomografii elektrooporowej (*electrical resistivity tomography* ERT) zanotowano obecność stref uskokowych i podrzędnie zjawisk krasowych, widocznych także w ścianach kamieniołomu.

Na przekrojach równoległych do rozciągłości Pasma Bolechowickiego (rys. 2 C) (w przybliżeniu równoległych do generalnego biegu warstw) zanotowano dwie strefy gwałtownych zmian zarówno w polu prędkości fali sejsmicznej P, jak i w rozkładzie oporności, w zbliżonym położeniu na przekrojach. Strefy występowania takich zmian interpretowane są jako strefy uskokowe. Zanotowane strefy uskokowe przestrzennie związane są ze stromym stokiem dolinki rozcinającej grzbiet Bolechowicki na wschód od kamieniołomu i prawdopodobnie są związane z większą strefą uskokową poprzeczną do rozciągłości pasma.

Na przekrojach prostopadłych do biegu warstw (rys. 2 B), przebiegających równolegle do głównej ściany kamieniołomu, występuje jedna wyraźna strefa uskokowa manifestująca się przede wszystkim jako skok wartości oporności na przekroju ERT. Zmiana pola prędkości fali sejsmicznej nie jest tak jednoznaczna; granica uskokowa manifestuje się na przekroju STR jako zmiana rozkładu pola prędkości fali sejsmicznej P, ze stosunkowo jednorodnego w południowo-zachodniej części, na pole o znacznej zmienności pionowej w części północno-wschodniej. Wykazany uskok nie jest obserwowany w ścianie kamieniołomu, co wskazuje na fakt, że musi on mieć przebieg skośny do przebiegu pasma.

Na opisywanych profilach, w rejonie grzbietu Okrąglicy zanotowano lokalne obniżenie prędkości fali sejsmicznej i oporności. Lokalny charakter anomalii oraz brak jej kontynuacji w głąb wskazuje, że anomalia ta jest spowodowana obecnością formy krasowej. Mniejsze przejawy zjawisk krasowych zanotowano też na przekroju podłużnym do biegu warstw (rys. 2 C), gdzie nad strefą uskokową występuje na przekroju ERT znaczne,

lokalne obniżenie oporności. Zjawiska krasowe rozwinęły się tutaj na strefie spękanej, związanej z obecnością uskoków.

Obecność zjawisk krasowych na południowym zboczu potwierdził także otwór złożowy (nr I – rys. 1), wykonany dla potrzeb dokumentacji (Bukowiński 1954). Utknął on w postwarwysocyjskiej strefie krasowej, w której zachowały się utwory permskie, wykształcone w facji piaskowcowej. Drobne przejawy krasu, zapewne plejstoceniowego, w postaci poszerzenia szczelin spękaniowych oraz szczelin na granicach ławic, widoczne są w ścianach południowej części wyrobiska.

### Charakterystyka surowcowa wapieni

Podstawowe parametry jakościowe kamieni blocznych, determinujące ich przydatność gospodarczą, to właściwości fizyczno-mechaniczne oraz walory dekoracyjne. Cechy te decydują przede wszystkim o wielkości zapotrzebowania na danego rodzaju kamień, jego atrakcyjności na rynku, cenie oraz kierunku wykorzystania. Równie istotny jest udział materiału blocznego oraz jego rozdrobnienie w złożu.

Wapienie dewońskie ze złoża Szewce to skały o wysokich walorach dekoracyjnych, wykazujących zdolność przyjmowania i utrzymywania poleru przy zastosowaniu skały we wnętrzach. Atrakcyjności dodaje skale wzorzystość związana z obecnością szczątków organicznych oraz lokalne użyczenie kalcytem.

Przedstawione w dokumentacji geologicznej dane na temat właściwości fizyczno-mechanicznych wapieni obejmują wyniki oznaczeń gęstości pozornej, nasiąkliwości wagowej, wytrzymałości na ściskanie w stanie powietrzno-suchym i w stanie nasycenia wodą oraz mrozoodporności (tab. 1). Na ich podstawie skały te zaliczyć można do bardzo ciężkich, bardzo mało nasiąkliwych, o średniej wytrzymałości na ściskanie i całkowitej mrozoodporności. W odniesieniu do wyników badań parametrów technicznych opisywanych wapieni dewońskich, przeprowadzonych przez Peszata (1980), wapienie ze złoża Szewce wykazują nieco większą średnią gęstość objętościową i wytrzymałość na ściskanie po nasyceniu wodą, przy mniejszej nasiąkliwości wagowej i wytrzymałości na ściskanie w stanie powietrzno-suchym (tab. 1). Takie właściwości wapieni są wysoce pożądane z punktu widzenia możliwości ich wykorzystania w postaci kamieni architektonicznych.

Tab. 1. Zmienność podstawowych właściwości fizyczno-mechanicznych wapieni ze złoża Szewce w porównaniu do parametrów technicznych odpowiednich wapieni dewońskich rejonu świętokrzyskiego

Tab. 1. Variability of the basic physico-mechanical properties of limestone from the Szewce deposit in comparison to technical parameters of Devonian limestones from Świętokrzyskie region

Złoże	Gęstość pozorna [Mg/m <sup>3</sup> ]		Nasiąkliwość wagowa [%]		Wytrzymałość na ściskanie [MPa]				Mrozoodporność
					stan powietrzno-suchy		stan nasycenia wodą		
	Od	Do	Od	Do	Od	Do	Od	Do	
	śr.		śr.		śr.		śr.		
Szewce	2,68	2,70	0,07	0,36	66,9	115,2	46,4	127,9	całkowita
	2,70		0,15		89,0		71,3		
złoża wapieni dewonu <sup>1</sup>	2,35	2,79	0,00	3,99	19,6	205,8	9,8	186,2	nie badano
	2,68		0,38		98,2		69,4		

<sup>1</sup> wg oznaczeń Peszata (1980)



Z uwagi na walory dekoracyjne oraz korzystną jakość, ochronę blocznych wapieni ze złoża Szewce przed wykorzystaniem na inne cele postulował już w latach 1986-1987 Urban, badający bloczne skały węglanowe paleozoiku zachodniej części Gór Świętokrzyskich.

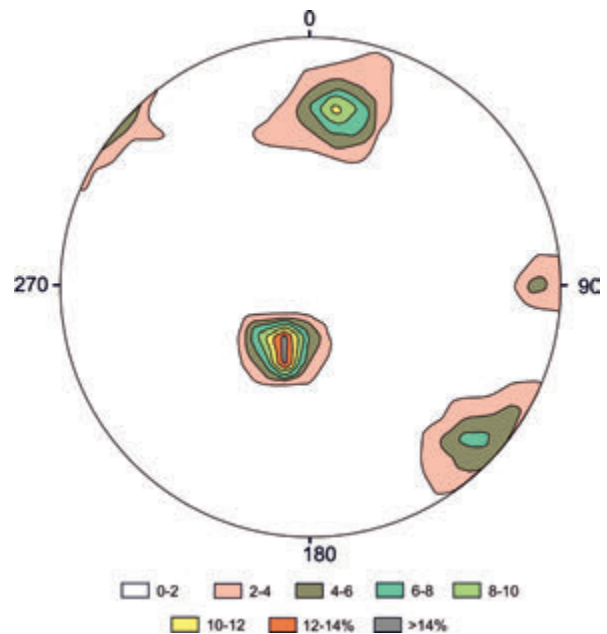
### Wyniki pomiarów bloczności

Wskaźnik bloczności geologicznej, uzależniony od naturalnej podzielności skał, związanej z procesami tektonicznymi, termicznymi, sedymentacyjnymi, wietrzeniowymi i odprężeniowymi, różnicuje skały pod względem możliwości ich wykorzystania do produkcji elementów kamiennych (Bromowicz, Karwacki 1982). Wskaźnik ten pozwala na określenie udziału w złożu, jego części lub w wyrobisku eksploatacyjnym, prostopadłościennych brył skalnych o odpowiedniej objętości, zwanych blokami. W przypadku złóż marmurów i zbitych wapieni minimalna wymagana objętość bloku to  $0,25 \text{ m}^3$ . Wielkość wskaźnika bloczności uzależniona jest od intensywności oraz przestrzennej orientacji spękań w skałach.

Pomiary wskaźnika bloczności dla kamieniołomu Szewce wykonano w oparciu o metodykę wypracowaną w Katedrze Złóż Surowców Skalnych AGH (Bromowicz, Karwacki 1982). W trakcie badań terenowych, na ociosach ściany jednopoziomowego wyrobiska eksploatacyjnego zarejestrowano 93 płaszczyzny podzielności. Ich orientacja, wyrażona azymutem kierunku zapadania i kątem upadu warstw, której graficznym odwzorowaniem jest sporządzony diagram konturowy, wykazała obecność trzech głównych zespołów spękań (rys. 3). Dwa pierwsze A i B, to zespoły spękań ciosowych, o średnich parametrach zalegania  $8/62$  i  $133/78$ . Trzeci to zespół spękań pokładowych C, średnio  $204/22$ . Tworzą one układ zbliżony do ortogonalnego. Warstwy skalne zapadają monoklinalnie ku SSW pod dość stałym kątem około  $20^\circ$ . Odnotowane w północnej części wyrobiska następujące parametry zalegania:  $196/19$ , ku południowi zmieniają się na:  $210/25$ . W sąsiedztwie wkopu zwiadowczego, w północno-wschodniej części wyrobiska, przyjmują one wartości:  $198/20$ .

Średnie odległości między spękaniami są największe dla zespołu B - 72 cm i C - 73 cm i niemal dwukrotnie niższe dla zespołu A, dla którego wynoszą 47 cm. Obliczony wskaźnik bloczności dla bloków surowca o minimalnej objętości  $0,25 \text{ m}^3$  wynosi ok. 33%. Uzyskany wynik klasyfikuje złożo w grupie o wysokiej bloczności (Bromowicz 1994). W obliczeniach uwzględniono udział, w profilu kamieniołomu, kopalin nieużytecznych (ok. 3%), do których zaklasyfikowano występujące sporadycznie przerosty margliste oraz skrasowiałe i silnie spękane wapienie. Analiza rozdrobnienia materiału blocznego wykazała, iż w wyrobisku złoża przeważają bloki bardzo małe ( $0,25-0,5 \text{ m}^3$ ) i małe ( $0,5-1,0 \text{ m}^3$ ), których łączny udział stanowi ok. 23%. Udział bloków średnich ( $1,0-1,5 \text{ m}^3$ ) oceniony został na ok. 4%, podczas gdy dużych ( $1,5-2,0 \text{ m}^3$ ) i bardzo dużych ( $> 2,0 \text{ m}^3$ ) wynosi po ok. 3%.

W dokumentacji geologicznej złoża Szewce brak jest informacji na temat bloczności geologicznej, podano natomiast dane na temat bloczności górniczej, ocenionej na ok. 20%. Z kolei pomiary bloczności dla kamieniołomu przeprowadzone w 1986 r. przez Urbana, wykazały bloczność na poziomie ok. 34-35% dla bloków o objętości  $0,25 \text{ m}^3$ . Znacznie wcześniej, bo już w 1952 r. Czarnocki wskazuje na możliwości pozyskania w kamieniołomie dużych, regularnych bloków, aczkolwiek sugeruje zmianę kierunku eksploatacji złoża.



Rys. 3. Diagram konturowy spękań w kamieniołomie Szewce  
Fig. 3. Conture diagrams of fractures in the Szewce quarry



Fot. 6. Uskok poziomy w środkowej partii ściany kamieniołomu. Powierzchnia uskoku zaznaczona strzałkami. Dłonie oparte na skrzydłach uskoku (prawa na nasuniętym skrzydle północnym) obrazują amplitudę przesunięcia

Fot. 6. Horizontal fault in the central part of the quarry wall. The fault surface marked with arrows. Hands leant against fault wings (right hand on the overthrust northern wing) display the displacement

Największe możliwości pozyskania bloków związane są z ławicami najniższej części profilu, zalegającymi poniżej poziomego uskoku, stwierdzonego w ścianie kamieniołomu. Parametry nachylenia powierzchni uskoku w środkowej części ściany przyjmują wartości:  $208/6$ , zaś w południowej zmieniają się na:  $118/6$ . W środkowej części ściany szczelina uskoku została zablizniona żyłą jasnoszarego kalcytu, o grubości do około 5 cm. W sąsiedztwie uskoku występują system spękań opierających, oddalonych od siebie o ok. 20 cm, najczęściej wypełnionych kalcytem i zabarwionych na wiśniowo.

### Interpretacja wyników badań w kontekście możliwości wznowienia eksploatacji wapieni metodą podziemną

Złożo Szewce jest jednym z trzech złóż szczegółowo analizowanych w rejonie świętokrzyskim pod kątem możliwości uruchomienia podziemnej eksploatacji. Metoda ta jest coraz częściej stosowana na świecie do wydobywania kopalni blocznych. Ogólne zasady jej wyboru oparte są na znajomości

szeregu czynników, które na podstawie opracowanych kryteriów, dostosowanych do uwarunkowań krajowych, dzielą się na zasobowe, geologiczno-górnice, środowiskowe, jakościowe i ekonomiczne (Kot-Niewiadomska, Guzik 2016). W punktowej skali ocen złoża Szewce zostało wysoko sklasyfikowane, uzyskując 24 na maksymalnie możliwych 27 punktów.

Na podstawie przeprowadzonej w ramach artykułu charakterystyki litologiczno-surowcowej ustalono, iż wapienie udokumentowane w złożu Szewce charakteryzują się wysoką jakością. Decydują o tym zarówno znaczne możliwości uzysku bloków (bloczność geologiczna dla obecnego wyrobiska eksploatacyjnego ok. 33%), jak też wysokie walory dekoracyjne kopaliny. W kontekście eksploatacji podziemnej problem może ewentualnie stanowić znaczne rozdrobnienie materiału blocznego (udział bloków bardzo małych i małych oceniono na 23%). Za zastosowaniem tej metody wydobycia przemawia natomiast fakt, iż najkorzystniejsze warunki dla pozyskiwania bloków związane są z dolną częścią profilu złożowego odsłoniętego w kamieniołomie. Potwierdza to częstą prawidłowość wzrostu rozstępów płaszczyzn podzielności wraz z głębokością.

Warunki geomechaniczne górotworu, istotne z punktu widzenia stabilności wyrobisk w kopalni podziemnej są korzystne. Średnia wytrzymałość skały jest wysoka i wynosi średnio 89 MPa, przy zmienności 66,9 do 115,2 MPa. Złożenie nie jest zawodnione, a średnie odległości między spękaniem, ocenione w trakcie pomiarów bloczności, są wystarczająco dobre i wynoszą dla poszczególnych zespołów 47, 72 i 73 cm. Upad warstw, między 19 a 25°, jest akceptowalny, aczkolwiek optymalne warunki wydobycia występują w przypadku ławic nieznacznie nachylonych, w których możliwe jest zastosowanie komorowo-filarowego systemu eksploatacji.

W trakcie pomiarów terenowych, w tym badań geofizycznych, stwierdzono występowanie stref uskokowych oraz stref wapieni rozluźnionych w wyniku procesów krasowych, które należałoby uwzględnić na etapie projektowania kopalni. Dotyczy to również, biegnącego na wysokości około 1/3 nad podstawą ściany, poziomego uskoku przesuwczego i występujących w jego sąsiedztwie spękań opierających, zagrażających stabilności potencjalnych przyszłych wyrobisk oraz ograniczających możliwości pozyskania bloków. Z drugiej strony, oceniony w trakcie badań geofizycznych zasięg serii wapiennej, na około 11 m poniżej obecnego dna kamieniołomu, wskazuje na znaczne możliwości pogłębienia wyrobiska.

Z uwagi na niewielki wpływ na środowisko metoda podziemna preferowana jest często na obszarach chronionych, stąd też wydaje się godna rozważenia w przypadku analizowanego złoża Szewce. W przypadku skał węglanowych dodatkowym argumentem przemawiającym na jej korzyść jest możliwość zastosowania nowoczesnych, skutecznych technik urabiania skały (diamentowej piły linowej oraz wrębiarek łańcuchowych), pozwalających na optymalizację uzysku bloków.

## Podsumowanie

W kamieniołomie Szewce odsłania się około 20 metrowej miąższości profil amfiporowych wapieni franu. Budują go na ogół skały średnio- i gruboławicowe, o jasnoszaro-beżowej barwie z odcieniem różowym (ewentualnie brązowe). Są to wapienie mikrytowe, a podrzędnie mikrosparytowe, z licznymi szczątkami organicznymi. W profilu złoża wyróżniono kilka odmian wapieni, charakteryzowanych zróżnicowaniem udziału oraz rodzaju występujących szczątków biogenicznych.

Przeprowadzone w rejonie złoża badania geofizyczne pozwoliły ustalić zasięg występowania wapieni o parametrach jakościowych najkorzystniejszych z punktu widzenia przyszłej eksploatacji. Manifestują się one na przekrojach ERT wysokimi wartościami oporności, a na przekrojach sejsmicznych (STR) wysokimi prędkościami fali P. Z kolei obniżone wartości tych parametrów pozwoliły na wskazanie obecności stref interpretowanych jako uskokowe, a podrzędnie również wapieni skrasowiałych.

Złożo Szewce charakteryzuje się wysoką w skali kraju jakością kopaliny, w tym blocznością geologiczną (ok. 33% dla kamieniołomu), jedną z najwyższych wśród skał węglanowych regionu świętokrzyskiego, ponadto wysokimi walorami dekoracyjnymi oraz korzystnymi parametrami fizyczno-mechanicznymi (średnie wartości gęstości pozornej - 2,70 Mg/m<sup>3</sup>, nasiąkliwości wagowej - 0,15%, wytrzymałości na ściskanie w stanie powietrzno-suchym - 89 MPa).

Niemal zupełny zanik tradycji pozyskiwania blocznych wapieni dewońskich w rejonie świętokrzyskim dla celów architektonicznych skłania do rozważań na temat możliwości wznowienia wydobycia z zaniechanego złoża Szewce. Przeprowadzona w artykule charakterystyka litologiczno-surowcowa wapieni oraz wstępna ocena złoża pod kątem możliwości uruchomienia podziemnej eksploatacji dała pozytywne rezultaty i może stanowić podstawę dalszych, bardziej szczegółowych analiz.

*Autorzy dziękują mgr inż. E. Bąk, mgr inż. J. Jędrychowskiemu, dr. J. Malcowi i dr. hab. M. Wardzyńskiemu za konsultacje pomocne w przygotowywaniu niniejszego artykułu.*

*Artykuł powstał w ramach projektu „Uwarunkowania geologiczno-górnice-środowiskowe możliwości podziemnej eksploatacji wybranych kopalni skalnych w Sudetach i Górach Świętokrzyskich”.*

## Literatura

- [1] Gągół J. (red.), 1996 – Kamienie budowlane w Polsce. Państw. Inst. Geol. Warszawa - Kielce
- [2] Bilans zasobów złóż kopalni w Polsce wg stanu na 31.12.2015. Wyd. PIG-PIB Warszawa 2015
- [3] Bromowicz J., 1994 – Bloczne kamienie Polski. [W:] Materiały IV Konferencji z cyklu Aktualia i Perspektywy Gospodarki Surowcami Mineralnymi. Zakopane 5-7 październik 1994
- [4] Bromowicz J., Figarska Warchoń B., 2012 – Kamienie dekoracyjne i architektoniczne eksploatowanych złóż Polski południowo-wschodniej. Prace Nauk. Inst. Górn. Pol. Wrocław. nr 132



- [5] Rajchel J., 2004 – Kamienny Kraków – spojrzenie geologa, Wydawnictwa AGH, Kraków
- [6] Guzik K., Smakowski T., 2015 — Kamienie budowlane i drogowe [W:] Bilans gospodarki surowcami mineralnymi Polski i Świata 2013, (red. Smakowski T., Galos K., Lewicka E.), Wyd. PIG-PIB Warszawa
- [7] Guzik K., Kot-Niewiadomska A., 2015 – Środowiskowe ograniczenia eksploatacji złóż kamieni ocných w Sudetach i Górach Świętokrzyskich. Zesz. Nauk. IGSMiE PN 91, 67-80
- [8] Bromowicz J., 2014 – geologiczna ocena możliwości produkcji bloków skalnych z polskich złóż położonych poza Dolnym Śląskiem. Przegl. Geol, vol. 62, nr 3, s. 144-147
- [9] Urban J., 1986 – Bloczne skały węglanowe w paleozoiku zachodniej części Gór Świętokrzyskich. Narod. Arch. Geol. Warszawa
- [10] Wardzyński M., 2016 – Marmur i alabaster w rzeźbie i małej architekturze Rzeczypospolitej. Wyd. Hereditas, Warszawa
- [11] Jędrzychowski J., 2014 - Kamień w architekturze regionu świętokrzyskiego. Wyd. Georaj. Kielce
- [12] Bukowiński S., 1954 - Dokumentacja geologiczna złoża wapienia Góra Okrąglica we wsi Szewce, gmina Korzecko, pow. Kielce, woj. kieleckie. Narodowe. Arch. Geol. Warszawa
- [13] Kaźmierczak J., 1971 - Punkt 2 - Bolechowice, kamieniołom Panek. W: Przewodnik XLIII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego. Kraków 12-14 września 1971, 29-34. Wyd. Geol. Warszawa
- [14] Racki G., 1993 – Evolution of the bank to reef complex in the Devonian of the Holy Cross Mountains. Acta Paleontologica Polonica, 37: 87-182
- [15] Narkiewicz M., Racki G., Skompski S., Szulczewski M., 2006 – Zapis procesów i zdarzeń w dewonie i karbonie Gór Świętokrzyskich. Przewodnik LXXVII Zjazdu Naukowego PTG. Ameliówka k. Kielc. Mat. konferen., 51-77
- [16] Peszat C., 1980 – Właściwości fizyczno-mechaniczne skał węglanowych dewonu Gór Świętokrzyskich. Biuletyn Instyt. Geol. 324, s. 283-319
- [17] Szulczewski M., 1981 – Devon środkowy i górny zachodniej części Gór Świętokrzyskich. [W:] Przewodnik XLIII Zjazdu PTG. Kraków 12-14 IX 1971, 68-82.
- [18] Gürich G., 1896 - Das Palaeozoicum im Polnischen Mittelgebirge. Breslau
- [19] Czarnocki J., 1919 - Stratygrafia i tektonika Gór Świętokrzyskich. Prace Tow. Nauk. Warsz. nr 28
- [20] Czarnocki J., 1938 - Ogólna Mapa Geologiczna Polski w skali 1:100 000, ark. Kielce. Państw. Inst. Geol.
- [21] Filonowicz P., 1976a - Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Daleszyce. Inst. Geol.
- [22] Filonowicz P., 1976b - Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski, ark. Daleszyce. Inst. Geol.
- [23] Romanek A., 2007 – Mapa Geologiczna Polski w skali 1:200 000. Arkusz Kielce. Narod. Arch. Geol. Warszawa
- [24] Konon A., 2008 – Regionalizacja tektoniczna Polski - Góry Świętokrzyskie i regiony przyległe. Przegląd Geologiczny, 56: 921–926
- [25] Złonkiewicz Z., 2013 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000. Ark. Chęciny (850). Narod. Arch. Geol. Warszawa
- [26] Dunham R., J., 1962 – Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham W. E. Classification of carbonate rocks. American Association of Petroleum Geologists Memoir, 1: 108-121
- [27] Embry A. F., Klovan J., S. 1971 – A late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, N. W. T. Bulletin of Canadian Petroleum Geology, 4: 730-781
- [28] Urban J., 1987 – Bloczne skały węglanowe w paleozoiku zachodniej części Gór Świętokrzyskich. Kwart.Geol. 31, 1 (streszcz. ref.) s. 238-239
- [29] Bromowicz J., Karwacki A., 1982 – Metodyka badań bloczności złóż budowlanych materiałów kamiennych. Zeszyty Nauk. AGH. Geologia 8/2, s. 51-76
- [30] Czarnocki J., 1952 – Marmury świętokrzyskie, [in:] Materiały do znajomości skał w Polsce, Biuletyn 80, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 27-48
- [31] Kot-Niewiadomska A., Guzik K., 2016 – Wstępna analiza możliwości podziemnej eksploatacji skał blocznych w rejonie świętokrzyskim. Górnictwo Odkrywkowe (w druku)