

Potencjał środowiska geograficznego rezerwatu Zachełmie a możliwości wielokierunkowego rozwoju regionu

The potential of the geographical environment of the Zachełmie reserve and the ability of the multifunctional development of the region

Małgorzata Strzyż

Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska
ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce
e-mail: malgorzata.strzyz1@gmail.com

Adrian Kin

Stowarzyszenie Przyjaciół Nauk o Ziemi *Phacops*, ul. Targowa 29, 90-043 Łódź
e-mail: amonit@tlen.pl

Abstract: The Zachełmie Quarry is the anthropogenic form, which after the extraction was converted into the geological reserve. The potential of the geographical environment of such object is distinguished by its exceptional wealth of the geological diversity typical of the age and tectonic cross-sections. The diagnosis of the potential allowed to determine the abilities of the use of its sources for the needs of the local and regional development.

Słowa kluczowe: środowisko geograficzne, geopark, rezerwat geologiczny, rozwój zrównoważony
Key words: geographical environment, geopark, geological reserve, sustainable development

Wstęp

Rezerwat Zachełmie posiada olbrzymi potencjał krajobrazowy, przyrodniczy i kulturowy, który winien być wykorzystywany dla potrzeb nauki i szeroko rozumianej edukacji, rozwoju turystyki i rekreacji, drobnej przedsiębiorczości.

Wyrobisko kamieniołomu Zachełmie z odsłoniętymi dolomitami środkowo-dewońskimi i piaskowcami permsko-triasowymi o charakterystycznym wiśniowym zabarwieniu stanowiło od 1987 r. pomnik przyrody. Natomiast Zarządzeniem 5/2010 Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Kielcach z dnia 8 listopada 2010 r. utworzono w kamieniołomie Zachełmie rezerwat – przyrody nieożywionej (typu – geologicznego i glebowego; podtypu – stanowisk paleontologicznych, form tektonicznych i erozyjnych, skał, minerałów, osadów, gleb i wydm; ze względu na główny typ ekosystemu: typ – skalny ; podtyp – skał osadowych) na działkach obręb 11 Zachełmie o nr ewidencji gruntów 400/6, 400/7 (Dz. Urz. Woj. Świąt. z dn. 10.11.2010 r., Nr 298, poz. 3076).

Na terenie województwa świętokrzyskiego według szacunków znajduje się ponad 90% zasobów krajowych dolomitu. Eksploatacja dolomitów i wapieni dewońskich w kamieniołomie Zachełmie rozpoczęła

się przed XVII w. i miała ona wówczas charakter lokalny. Przemysłowa eksploatacja nastąpiła po II wojnie światowej i trwała do roku 1987. Pozyskiwany surowiec ze względu na jego właściwości wykorzystywano jako kamień drogowy.

G. Niedźwiedzki, P. Szrek, K. Narkiewicz, M. Narkiewicz i P.E. Ahlberg (szwedzki paleontolog) opublikowali w styczniu 2010 r., w *Nature* wyniki badań dokumentujących ślady zwierzęcia sprzed 395 milionów lat pozostawione w szelfowych osadach węglanowych słodkowodnego zbiornika kamieniołomu Zachełmie. Ślady te są o 18 milionów starsze od podobnych znalezisk z terenów Australii, Irlandii i Szkocji.

Położenie rezerwatu

Nieczynny kamieniołom Zachełmie zlokalizowany jest na zachodnim stoku wzniesienia Góry Chełm (399, 4 m n.p.m.), która stanowi najdalej na zachód wysuniętą część Pasma Klonowskiego Gór Świętokrzyskich (strefa obrzeżenia mezozoicznego kambryjskiego trzonu paleozoicznego). Kamieniołom położony jest na południe od wsi Zachełmie.

Położenie geograficzne kamieniołomu wyznaczają następujące współrzędne geograficzne: szerokość geograficzna – $\varphi = 50^{\circ} 58' 7.7484''$ N i długość geograficzna – $\lambda = 20^{\circ} 41' 26.5596''$ E (określone za pomocą urządzenia GPS).

Pod względem regionalnym kamieniołom leży zgodnie z dziesiętnym podziałem regionalnym Jerzego Kondrackiego (2002) w regionie gór niskich i pogórzy Europy (1-924), megaregionie – obszar Europy Zachodniej (podobszarze), prowincji – Wyżyny Polskie (34), podprowincji – Wyżyna Małopolska (342), makroregionie – Wyżyna Kielecka (342.3), mezoregionie – Góry Świętokrzyskie (342.34-35), mikroregionie Pasma Klonowskie (342.342) – ryc. 1.

Administracyjnie kamieniołom należy do sołectwa Zachełmie, gmina Zagnańsk, powiat kielecki (10 km na północ od Kielc), województwo świętokrzyskie. Dzieli go 1 km do Zagnańska. Infrastrukturę komunikacyjną do kamieniołomu spełnia droga nr 750 Zagnańsk – Chrusty – Zachełmie lub droga ekspresowa (E7 – Kielce – Warszawa) – zjazd w kierunku miejscowości Barcza – ryc. 2.

Obiekt nie posiada bezpośredniego dojazdu i uporządkowanego statusu własnościowego w tym zakresie – oprócz drogi dojazdowej odczuwalny jest brak parkingu, co istotnie utrudnia możliwość zwiedzania obiektu. Aktualnie do kamieniołomu prowadzi jedno bezpieczne dojście przez działkę nr 400/5, która jest własnością prywatną.

Właścicielem części rezerwatowej kamieniołomu Zachełmie jest gmina Zagnańsk (działkach obręb 11 Zachełmie o nr ewidencji gruntów 400/6, 400/7).

Ochroną prawną – pomnikową (rezerwat przyrody nieożywionej) objęte jest pokopalniane wyrobisko o długości ok. 200 m, szerokości ok. 50 m i głębokości do 22 m. Powierzchnia części eksploatowanej kamieniołomu wynosi 4,6 ha a z wierzchołkową częścią porośniętą krzakami i drzewami 7,95 ha.

Potencjał środowiska geograficznego obiektu badań – wybrane elementy

Środowisko geograficzne badanego rezerwatu wykazuje bogactwo elementów abiotycznych, głównie geologicznych. Natomiast pozostałe elementy (klimat, wody, fauna) stanowią uzupełnienie struktury wewnętrznej systemu potencjału środowiska badanego rezerwatu i nie zostały uwzględnione w niniejszej analizie ze względu na niewielki wpływ na funkcjonowanie systemu krajobrazowego obiektu w skali czasowej. Powstała jednak potrzeba szczegółowej diagnozy budowy geologicznej rezerwatu i rozpoznanie typów występujących w nim gleb. Na uwagę zasługuje również element kulturowy związany z eksploatacją

dolomitu w kamieniołomie. Surowiec ten był tutaj eksploatowany do roku 1987. Dzięki temu w wyrobisku odsłonięty został profil luki stratygraficznej – strefy kontaktu dewońskich dolomitów, starszych o ok. 140 mln lat od przykrywających je pod kątem 40° wiśniowych piaskowców i zlepieńców permsko-triasowymi. W dolomitach dewońskich przelawionych łupkami marglistymi możemy spotkać skamieniałości: jamochłony *Amhipora* oraz małże *Concaardium*. Natomiast w południowej części kamieniołomu zachowały się ślady (tropy) tetrapoda – pierwszego lądowego kręgowca sprzed 395 mln lat.

Skalami macierzystymi gleb terenu Rezerwatu Zachelmie i obszarów bezpośrednio do niego przylegających są zróżnicowane litologicznie utwory osadowe od środkowego dewonu do triasu dolnego oraz utwory erozyjne czwartorzęd. Najstarszymi utworami podłoża macierzystego badanych gleb są dolomity środkowego dewonu, na których wytworzyły się rędziny właściwe dolomitowe, w pustkach krasowych dolomitów środkowodewońskich terra rossa, pararendziny, oraz litosole, bielice, gleby mułowe, pararendziny antropogeniczne, gleby antropogeniczne.



Ryc. 1.



Ryc. 2.



Ryc. 2.

Ryc. 1. Położenie rezerwatu Zachelmie na tle jednostek fizycznogeograficznych Jerzego Kondrackiego (2002)

Fig. 1. The position of the reserve Zachelmie against the background of units physical-geographical of Jerzego Kondrackiego (2002)

Ryc. 2. Rezerwat Zachelmie na tle podziału administracyjnego województwa świętokrzyskiego na powiaty i obszaru Metropolitalnego Kielce

Fig. 2. The reserve Zachelmie against the background of the administrative division of the Świętokrzyskie province on administrative districts and the Metropolitan area of Kielce



Fot. 1. Brzoza (*Betula L.*)
Photo.1. The birch (*Betula L.*)



Fot. 2. Jarzębina (*Sorbus aucuparia L.*)
Photo.2. The rowan (*Sorbus aucuparia L.*)



Fot. 3. Sosna (*Pinus sylvestris L.*)
Photo.3. The pine (*Pinus sylvestris L.*)



Fot. 4. Modrzew polski (*Larix polonica*)
Photo.4. Polish larch (*Larix polonica*.)

Fot. 1-4. Gatunki drzew rosnących w rezerwacie Zachelmie. Fot. M. Strzyż 2011.

Photo 1-4. Sorts of trees growing in the reservation Zachelmie Photo. M. Strzyż 2011. Fot. 1- 4. Gatunki drzew rosnących w rezerwacie Zachelmie. Fot. M. Strzyż 2011.

Photo 1-4. Sorts of trees growing in the reservation Zachelmie Photo. M. Strzyż 2011.

Od północy, wschodu i południa grzbiet kamieniołomu porastają krzewy i drzewa głównie brzoza (*Betula L.*), jarzębina (*Sorbus aucuparia L.*), sosna (*Pinus sylvestris L.*) z pojedynczymi młodymi drzewami modrzewia polskiego (*Larix polonica*) – fot. 1-4. Roślinność rezerwatu harmonizuje z otaczającymi go siedliskami roślinnymi.

Budowa geologiczna kamieniołomu Zachelmie

W kamieniołomie Zachelmie zostały odsłonięte dolomity (tj. dolomikryty, mikrodołosparyty i dołosparyty – Narkiewicz 2009, Niedźwiedzki i in. 2010) niższej części dewonu środkowego (dolnego eiflu, poziom *costatus* – Narkiewicz & Narkiewicz 2010), reprezentujące niższą część formacji *Wojciechowickiej* (WFM) (Czarnocki 1957, Pajchłowa 1957). Dolomity stanowią 85% wszystkich skał dostępnych do obserwacji w kamieniołomie Zachelmie, ich uśredniony bieg i upad wynosi 285°/43° NNE. Skały dolomitowe wykazują silne zaangażowanie tektoniczne oraz przejawy umiarkowanie bogatej mineralizacji kalcytowej i kwarcowej, wypełniającej rozmaite struktury o wtórnej genezie (np. systemy spękań).



Fot. 5-7. Kamieniołom Zachełmie
Photo 5-7. The Zachełmie Quarry

Fot. 5.: M. Strzyż, czerwiec 2011, Fot. 6-7: A.Kin, sierpień 2011



Fot. 8. Duża powierzchnia ławicy dolomitowej, eksponowana in situ, z zachowanymi owalnymi strukturami uznawanymi za spektakularny zapis ichnopaleontologiczny – ścieżkę najstarszego znanego tetrapoda

Photo. 8. Large surface of dolomite shoal, exposed in situ, with preserved oval structures considered as the spectacular ichnopaleontological record – pathway of the oldest known tetrapod

Fot. 9. Pierścienie Liesegang (wtórna mineralizacja żelazista) widoczne na powierzchni odspojenia dolomitu w czwartym punkcie plenerowym

Photo.9. Liesegang rings (i.e. secondary ferruginous mineralization), visible on the dolomite fracture surface

Fot. 8-9: A. Kin, sierpień 2011

Na powierzchniach ławic występuje również mineralizacja żelazista, przejawiająca się m.in. w postaci „śmietany hematytowej” oraz dendrytów, które licznie pojawiają się również na płaszczyznach odspojień międzyławicowych. W wielu miejscach na powierzchniach dolomitowych widoczne są różnobarwne, koncentryczne warstwy lub smugi – są to tzw. pierścieniami Lieseganga (Fot. 9). Powstają one w wyniku rytmicznego ługowania a następnie przenoszenia na niewielkie odległości i impregnowania (tj. koncentrowania w efekcie dyfuzji jonów) różnych związków chemicznych, np. związków trójwartościowego żelaza pod wpływem oddziaływania wód porowych.

Pozostałe 15 % odsłoniętych skał to przypuszczalnie osady dolnego triasu (Czarnocki 1939, Senkowiczowa 1970, Szulczewski 1995, Kuleta i Zbroja 1995 oraz 2006, Kuleta 1996 i 2000) spoczywające niezgodnie na osadach środkowo-dewońskich (jest to kątowa i erozyjna niezgodność warwycyjska), wykształcone w facji pstrego piaskowca (tj. jako brekcje, piaskowce i piaskowce zlepieńcowate oraz iltowce) o widocznej miąższości około 11 metrów. Należy podkreślić, że istnieją również inne poglądy odnośnie wieku tych osadów, np. Filonowicz (1971, 1978) uważa je za osady cechsztynu, Mader (1985) datuje ich wiek na środkowy pstry piaskowiec, zaś Ptaszyński i Niedźwiedzki (2004) wskazują na wyższy górny perm (opierając swą opinię na szczegółowej analizie zespołu konchostraków). Zgodnie z aktualnym stanem wiedzy (np. Kuleta 1996) są to osady dolnego pstrego piaskowca, reprezentujące dziewięć typów litofacjalnych i trzy sukcesywne jednostki litostratygraficzne: *formację z Jaworzna* (JFM) wraz z *ogniwem z Zachełmia* (JFM-Z), a także *formację Zagnańską* (ZFM).

Charakterystyka paleoekologiczna i paleoichnologiczna formacji Wojciechowskiej

We wczesnym środkowym dewonie obszar kamieniołomu Zachełmie znajdował się na powierzchni okresowo wynurzanej platformy węglanowej, która rozwijała się w obrębie bardzo rozległego południowego szelfu prakontynentu Laurusji (Skompski i Szulczewski 1994). Sedymentacja węglanowa zachodziła w warunkach skrajnie płytkowodnych, przypuszczalnie porównywalnych z warunkami depozycji występującymi na obszarze Wielkiej Ławicy Bahamskiej, np. w otwartej lagunie lub na równi pływowej (Skompski i Szulczewski 1994, Niedźwiedzki i in. 2010). Zdaniem tych autorów, w efekcie zjawiska pływów oraz okresowych zmian poziomu morza (związanych np. z ruchami tektonicznymi) pewne obszary tej platformy mogły znajdować się powyżej poziomu wód morskich przez stosunkowo długie okresy czasu, odsłaniając dno szczelnie pokryte biostrukturami sedymentacyjnymi o charakterze mat stromatolitowych. Potencjalnym dowodem okresowych wynurzeń mają być liczne poziomy z problematycznymi strukturami (pokrywającymi niekiedy całe powierzchnie ławic dolomitowych), które uznawane są za stromatolity; szczeliny z wysychania oraz zagłębienia po kroplach deszczu. Jak dotąd, w skałach dolomitowych WFM nie znaleziono żadnych makroskamieniałości (wyjątek stanowią nieliczne stromatoporoidy, rozpoznane w najwyższej części kompleksu WFM). Jedynym znaleziskiem o potencjalnie organicznej genezie są zespoły obłych struktur (tj. ichnoskamieniałości), przypisywane najstarszym znanym tetrapodom (Niedźwiedzki i in. 2010). Liczne takie struktury interpretowane jako tropy właściwe, podtropy i naturalne odlewy tropów (oraz składające się z nich ścieżki) osiągają szerokość 26 cm i pozwalają przypuszczać, że pozostawiło je duże zwierzę / zwierzęta o szacunkowej długości około 2,5 metra (Niedźwiedzki i in. 2010) – Fot. 8.

Wiek całego kompleksu węglanowego WFM został wydatowany na podstawie zespołu konodontowego, zawierającego charakterystyczne formy *Bipennatus bipennatus montensis* (Weddige 1977), który został stwierdzony wyłącznie w wyższej dolomitytowej części kompleksu (Narkiewicz & Narkiewicz 2010, Niedź-

wiedzki i in. 2010). Zgodnie z danymi literaturowymi (Niedźwiedzki i in. 2010), próba konodontowa została pobrana około 20 metrów ponad strefą występowania horyzontu z domniemanymi tropami tetrapodów.

Charakterystyka paleoekologiczna i paleontologiczna formacji z Jaworzna

Miąszość osadów które składają się na JFM wynosi około 6 metrów, ich wczesno-triasowy wiek został udokumentowany zespołami akritarchowo-sporowymi wyznaczającymi poziomy *Lundbladispora obsoleta* – *Protohaploxypinus pantii* (Fijałkowska, 1994). Datowania biostratygraficzne (op. cit.) zostały następnie potwierdzone poprzez szczegółowe modelowanie magnetostratygraficzne pstręgo piaskowca z Zachelmia (Nawrocki i in. 2003). Sekwencję JFM rozpoczyna brekcja o miąższości około 1 metra, której geneza łączona jest z cyklem transgresywnym. Podczas transgresji intensywnej erozji podlegały podścielające JFM osady dewońskie, stanowiące główny składnik brekcji, zbudowanej z klastów o zróżnicowanej wielkości. Nieco powyżej brekcji występuje facja zlepieńcowata, miejscami zbrekcjonowana, należąca do JFM-Z i uznawana za pozostałość niewielkiej rzecznej delty. W powyższych osadach stwierdzono ooidy i małżoraczki oraz zespół ichtnoskamieniałości (domichnia) wskazujący na środowisko płytkowodne z tendencją do okresowych wynurzeń (np. również zalewową lub deltę – Szulczewski 1995; Kuleta i in. 2009). Na okresowo występujące wynurzenia wskazują również liczne struktury erozyjne (rozmycia) i poligonalne (tj. pęknięcia związane z procesami dehydratacji podłoża) oraz zwiłki błotne. Wśród występujących tu skamieniałości główną rolę odgrywają maleńkie konchostraki (Ptaszyński & Niedźwiedzki 2004 2005, 2006, Kuleta et al. 2006), zdecydowanie mniej częste są nieoznaczalne szczątki roślin (zachowane głównie jako detrytus) oraz izolowane szczątki ryb (Kuleta 1996). Poniżej przedstawiono listę wybranych skamieniałości strukturalnych i śladowych, występujących w JFM:

(konchostraki – Kuleta et al. 2006)

- *Euestheria gutta gutta* (Ljutkevič 1937);
- *Euestheria gutta oertlii* Kozur 1980;
- *Palaeolimnadia* sp. aff. *cishyrcanica* (Novožilov 1970);
- *Falsisca postera* Kozur et Seidel 1983;
- *Falsisca verchojanica* (Molin 1965);
- (ichtnoskamieniałości bezkręgowców – Kuleta i in. 2001 i 2006)

- *Skolithos* isp.;
- *Scoyenia* isp.;
- *Planolites* isp.;
- *Palaeophycus* isp.;
- *Diplichnites* isp.;
- cf. *Gordia* isp.
- (ichtnoskamieniałości kręgowców – Ptaszyński i Niedźwiedzki 2002)
- *Amphisauropus* aff. *A. latus* Haubold 1970;
- *Batrachichnus salamandroides* (Geinitz 1861);
- *Hyloidichnus* cf. *tirolensis* Ceoloni et al. 1988;
- *Ichniotherium* cf. *accordii* Ceoloni et al. 1988;
- *Phalangichnus gradzinskii* Ptaszyński et Niedźwiedzki 2004;
- *Phalangichnus gagoli* Ptaszyński et Niedźwiedzki 2004;
- *Rhynchosauroides kuletai* Ptaszyński et Niedźwiedzki 2004;

- ?*Paradoxichnium tumlinense* Ptaszyński et Niedźwiedzki 2004;
- *Rhynchosauroides* isp. sensu Valentini et al., 2007;
- *Brachychirotherium* isp.;
- *Merifontichnus* isp.;
- *Pachypes* isp.;
- *Limnopus* sp.;
- ?*Synaptichnium* isp.;

Charakterystyka paleoekologiczna i paleoichnologiczna formacji Zagnańskiej

Osady należące do ZFM reprezentują początek cyklu regresywnego i w kamieniołomie Zachełmie odpowiadają wyższej części dolnego pstręgo piaskowca. Środowisko depozycji ZFM wiązane jest z intensywną akumulacją rzeczną, która przypuszczalnie odpowiadała rzekom roztokowym o wielokanałowych strefach korytowych, oddzielonych licznymi odsypami (= łachami) korytowymi. Osady te nie zawierają zapisu paleontologicznego (Kuleta 2000), za wyjątkiem dużych obłych struktur które można interpretować jako słabo zachowane i bliżej nieoznaczalne ślady kręgowców (Kuleta i in. 2006).

Możliwości rozwoju badanego obszaru

Uwarunkowania lokalizacyjne i walory kompozycyjno-zasobowe kamieniołomu spełniają kryteria do stworzenia projektu wielofunkcyjnego kompleksu przyrodniczo-edukacyjnego *Dewoński Eden (Eden of Devonian)* wykonanego w strukturze biomu. Projekt ten mógłby być pierwszym tego typu obiektem promującym ciekawe i innowacyjne rozwiązania w zakresie wykorzystania środowiska geograficznego.

Rezerwat stanowi doskonały przykład obiektu, który może być wykorzystywany na potrzeby edukacyjne (różne stopnie edukacji od przedszkola do szkół wyższych), naukowe, turystyczno-rekreacyjne, kulturalne, konferencyjne i inne funkcje użytkowe o charakterze nieuciążliwym dla środowiska przyrodniczego.

Przy właściwym zaplanowaniu infrastruktury towarzyszącej wokół rezerwatu Zachełmie istnieje możliwość wygenerowania co najmniej 20 miejsc pracy. Stopień stworzenia nowych stanowisk pracy będzie zależał od wielkości zaplanowanej infrastruktury towarzyszącej temu obiektowi (parking, punkty gastronomiczne, punkty z pamiątkami z Zachełmie, obiekt edukacyjny itp.).

Podsumowanie

Wyrobisko kamieniołomu Zachełmie jest przykładem silnej antropopresji związanej z eksploatacją dolomitu. W wyniku gospodarczej działalności człowieka została wzbogacona georóżnorodność tego miejsca. Na kilku hektarowej powierzchni występują bardzo cenne walory geologiczne i geomorfologiczne oraz ciekawe walory geograficzne, biologiczne, hydrograficzne i antropopresyjne, które mogą być eksponowane dzięki wcześniejszej eksploatacji surowca.

Pod względem położenia i walorów kompozycyjno-zasobowych kamieniołom spełnia kryteria do stworzenia innowacyjnego projektu pierwszego w Polsce i w tej części Europy kompleksu przyrodniczo-edukacyjnego *Dewoński Eden (Eden of Devonian)* wykonany w strukturze biomu i promujący ekologiczne rozwiązania. Projekt ten wymaga jednak zaangażowania władz gminnych i społeczności gminy Zagnańska przy wykorzystaniu możliwości finansowych płynących z funduszy wsparcia rozwoju inicjatyw lokalnych w ramach Unii Europejskiej.

Literatura:

- Czarnocki, J., 1939 *Sprawozdanie z badań terenowych wykonanych w Górach Świętokrzyskich* [w:] 1938 r. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego 15, 1-41.
- Czarnocki, J., 1957 *Stratygrafia i tektonika Gór Świętokrzyskich*. Prace Instytutu Geologicznego 18, 5-133.
- Fijałkowska, A., 1994 *Palynostratigraphy of the Lower and Middle Buntsandstein in north-western part of the Holy Cross Mts*. Geological Quarterly 38 (1), 59-96.
- Filonowicz, P., 1971 *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000. Arkusz Kielce (815)* Wydawnictwa Geologiczne Warszawa.
- Filonowicz, P., 1971 *Spostrzeżenia geologiczne w rejonie Jaworzni*. Kwartalnik Geologiczny 15, 737.
- Filonowicz, P., 1978 *Mapa Geologiczna Polski 1:50 000. A- Bez utworów powierzchniowych*. Arkusz Kielce. Wydawnictwa Geologiczne.
- Kondracki J., 2002 *Geografia regionalna Polski* Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kowalczewski Z., Salwa S., 2009 *Zarys budowy geologicznej Gór Świętokrzyskich* [w:] Ludwikowska-Kędzia M., Wiatrak M., (red.) *Znane fakty – nowe interpretacje w geologii i geomorfologii Gór Świętokrzyskich*, IG UJK, Kielce, s.9-20.
- Kozłowski S., Mojsiejko A., i in. 1971 *Surowce mineralne województwa kieleckiego* Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, s.
- Kuleta, M., 1996 *Basen sedymentacyjny dolnego pstręgo piaskowca w Górach Świętokrzyskich*. In: *Analiza basenów sedymentacyjnych a nowoczesna sedymentologia*. V Krajowe Spotkania Sedymentologów.
- Kuleta, M., 2000. *Osady pstręgo piaskowca w kamieniołomie Zachełmie*. Posiedzenia Naukowe Państwowego Instytutu Geologicznego 56, 128–130.
- Kuleta, M., Nawrocki J. 2002 *Litostratygrafia i magnetostratygrafia pstręgo piaskowca w północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich* Posiedzenie naukowe PIG, 58, s. 109-111.
- Kuleta M., Trela W., Zbroja S., 2009 *Paleomorfologia a zapis sedymentacyjny dolnego pstręgo piaskowca (dolny trias) w NW Gór Świętokrzyskich na przykładzie kamieniołomu Zachełmie* [w:] [w:] Ludwikowska-Kędzia M., Wiatrak M., (red.) *Znane fakty – nowe interpretacje w geologii i geomorfologii Gór Świętokrzyskich*, IG UJK, Kielce, s. 63-74.
- Kuleta, M. & Zbroja, S., 1995 *Facies diversity at the Zechstein/Buntsandstein boundary in the Holy Cross Mts, Southern Poland*. In: XIII International Congress on Carboniferous-Permian, Abstracts, August 28-September 2, 1995, Kraków, Poland.
- Kuleta, M., Niedźwiedzki, G. & Ptaszyński, T., 2001 *Tropy kręgowców z retu Baranowa, Góry Świętokrzyskie*. Przegląd Geologiczny 49, 325-327.
- Kuleta, M., Niedźwiedzki, G. & Zbroja, S., 2006. *Stanowisko z tropami kręgowców z osadów najwyższego środkowego pstręgo piaskowca Gór Świętokrzyskich*. Przegląd Geologiczny 54 (12), 1081-1088.
- Kuleta, M. & Zbroja, S., 2006 *Wczesny etap rozwoju pokrywy permsko-mezozoicznej w Górach Świętokrzyskich*. In: Skompski, S. & Żylińska, A. (eds.), Przewodnik LXXVII Zjazdu Naukowego Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Ameliówka k. Kielce, 28-30 czerwca 2006. Wydawnictwa Państwowego Instytutu Geologicznego, Warszawa, 105-125.
- Kuleta, M. & Zbroja, S., Gagol S., Niedźwiecki G., Ptaszyński T. & Studencka J., 2006 *Łądowe osady pstręgo piaskowca w północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich: warunki sedymentacji, tropów kręgowców, walory surowcowe* In: Skompski, S. & Żylińska, A. (eds.), Przewodnik LXXVII Zjazdu Nauko-

- wego Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Ameliówka k. Kielc, 28-30 czerwca 2006. Wydawnictwa Państwowego Instytutu Geologicznego, Warszawa, 174-196.
- Mader, D., 1985. *Evolution of fluvial style in the Buntsandstein of the northeastern Holy Cross Mountains (Poland) and comparison with the depositional history of the Buntsandstein in Eifel*. In: Mader, D. (ed.), *Aspects of fluvial sedimentation in the Lower Triassic Buntsandstein of Europe*. *Lectur Notes in Earth Science* 4, 500-508
- Migaszewski Z., 1990: Synsedymencyjne utwory hydrotermalne dewonu środkowego i górnego Gór Świętokrzyskich. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego* 129, 1-55.
- Migaszewski Z., 1991: Devonian dolomites from the Holy Cross Mts, Poland: A new concept of the origin of massive dolomites based on petrographic and isotopic evidence. *Journal of Geology* 99, 171-187.
- Narkiewicz M., Racki G., Skompski S., Szulczewski, M., 2006 *Records of processes and events in the Devonian and Carboniferous of the Holy Cross Mountains*. 77th Meeting of the Polish Geological Society, Conference Volume, 51-77 (in Polish).
- Narkiewicz, M., 2009. *Late burial dolomitization of the Devonian carbonates and a tectonothermal evolution of the Holy Cross Mts area (Central Poland)*. *Mineralogia – Special Papers* 35, 51-59.
- Narkiewicz K., Narkiewicz, M., 2010 *Mid Devonian carbonate platform development in the Holy Cross Mts. area (central Poland): new constraints from the conodont Bipennatus fauna*. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 255(3), 287-300.
- Nawrocki, J., Kuleta, M. & Zbroja, S., 2003 *Buntsandstein magnetostratigraphy from the northern part of the Holy Cross Mountains*. *Geological Quarterly* 47 (3), 253-260.
- Nieć M., 1961 *Wiek mineralizacji hematytowej w Górach Świętokrzyskich*. Sprawozdanie z posiedzenia Komitetu PAN, Kraków.
- Niedźwiedzki G., Szrek P., Narkiewicz K., Narkiewicz M., Ahlberg P.E., 2010 *Tetrapod trackways from the early Middle Devonian period of Poland*. *Nature* 463, 43-48.
- Pajchłowa, M., 1957 *The Devonian in the Grzegorzowice-Skały section* (in Polish with English summary). *Biuletyn Instytutu Geologicznego* 122, 83-254.
- Ptaszyński, T. & Niedźwiedzki, G., 2002 *New finds of vertebrate tracks from the Buntsandstein of the Holy Cross Mountains (central Poland)*. (In Polish, English summary). *Przegląd Geologiczny* 50, 441-446.
- Ptaszyński, T. & Niedźwiedzki G., 2004 *Conchostraca (muszloraczkki) z najniższego pstrego piaskowca Zachełmia, Góry Świętokrzyskie*. *Przegląd Geologiczny* 52 (12), 1151-1155.
- Ptaszyński, T. & Niedźwiedzki, G., 2005 *Conchostraca (muszloraczkki) z najniższego pstrego piaskowca Zachełmia, Góry Świętokrzyskie — odpowiedź*. *Przegląd Geologiczny* 53 (3), 225-229.
- Ptaszyński, T. & Niedźwiedzki G., 2006 *Pstry piaskowiec w Górach Świętokrzyskich: chronostratygrafia i korelacja litostratygraficzna z basenem turyńskim*. *Przegląd Geologiczny* 54 (6), 525-533.
- Senkowiczowa, H., 1970 *Triassic (without Rhaetian)*. In: *Mesozoic stratigraphy of the Holy Cross Mts. area*. *Prace Instytutu Geologicznego* 56, 7-41.(in Polish with English summary).
- Skompski, S., Szulczewski, M. 1994 *Tide-dominated Middle Devonian sequence from the northern part of the Holy Cross Mountains (Central Poland)*. *Facies* 30(1), 247-265.
- Szulczewski, M., 1995 *Stop 8. Zachełmie quarry*. In: *Development of the Variscan Basin and Epi-variscan cover at the margin of the East European Platform (Pomerania), Holy Cross Mts., Kraków Upland*. *Guide to Excursion*