Chrońmy Przyr. Ojcz. **72** (4): 254–268, 2016

Wodospad Zaskalnik – ważna strefa kontaktu jednostek litostratygraficzych płaszczowiny magurskiej w Beskidzie Sądeckim

Zaskalnik Waterfall – an important lithostratigraphic contact zone of the Magura Nappe in the Beskid Sądecki Mts

ANNA WAŚKOWSKA, JAN GOLONKA

Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska
Katedra Geologii Ogólnej i Geoturystyki
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
30–059 Kraków, al. A. Mickiewicza 30
e-mail: waskowsk@agh.edu.pl; jgolonka@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: płaszczowina magurska, strefa krynicka, litostratygrafia, biostratygrafia, otwornice, wodospad.

W obrębie wodospadu Zaskalnik odsłonięty jest spektakularny profil strefy kontaktu formacji z Zarzecza z formacją magurską strefy krynickiej płaszczowiny magurskiej. Formację z Zarzecza budują cienkoławicowe turbidyty z przewagą łupków mułowcowych nad piaskowcami, natomiast formację magurską tworzą prawie wyłącznie gruboławicowe piaskowce. Kontrast litologiczny tych wydzieleń predysponuje powstanie progu morfologicznego oraz ekspozycję podłoża skalnego w strefie erozji fluwialnej przy ostro zarysowanej strefie granicznej. W stropowej części formacji z Zarzecza występują zróżnicowane otwornice bentoniczne i planktoniczne, które datują skały na eocen, a ściślej na późny ipres. Profil wodospadu Zaskalnik jest obiektem o wysokiej czytelności odsłonięć pozostających pod intensywnym wpływem erozji fluwialnej, co m.in. podnosi rangę jego walorów estetycznych, poznawczych i naukowych.

Wstęp

Wodospad Zaskalnik (Wodospad Sopotnicki) to jeden z dwu największych wodospadów Beskidu Sądeckiego (ryc. 1). Wraz z 24-metrowym odcinkiem Potoku Sopotnickiego został objęty ochroną prawną w 1982 roku (Orzeczenie RŻL-op-71400/8/1982 Wojewody Nowosądeckiego) w kategorii pomnika przyrody nieożywionej (Alexandrowicz 1994; Alexandrowicz, Poprawa 2000 i literatura tamże). Znajduje się on na terenie Popradzkiego Parku Krajobrazowego. Jest to obiekt spektakularny, o niewątpliwie wysokich walorach estetycznych, poznawczych i naukowych, wysoko ceniony z punktu widzenia geoturystyki (Alexandrowicz 1996, 1997; Alexandrowicz, Poprawa 2000; Słomka 2012; Golonka i in. 2014 i literatura tamże). Dzięki dogodnej dostępności jest chętnie odwiedzaną przez turystów atrakcją Szczawnicy.

Wodospad rozwinął się na podłożu zbudowanym ze skał o zróżnicowanej litologii i odporności na erozję. W korycie Potoku Sopotnickiego odsłonięta jest strefa kontaktu se-

http://rcin.org.pl

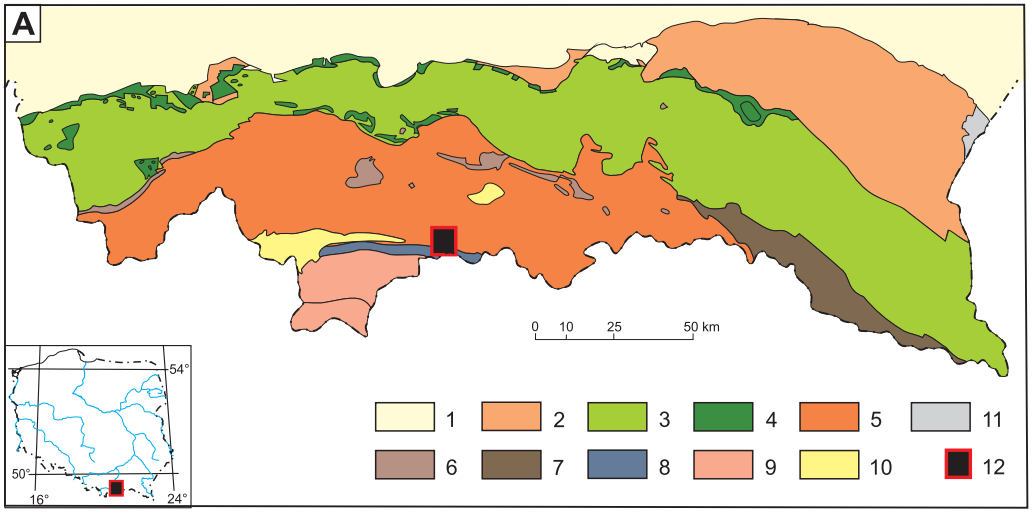
Ryc. 1. Wodospad Zaskalnik: 1 – odsłonięcia utworów paleogeńskich strefy krynickiej w obrębie wodospadu; 2 – strefa granicy litostratygraficzej pomiędzy formacjami z Zarzecza i magurską – odsłonięcie w lewym brzegu Potoku Sopotnickiego; 3 – strefa granicy litostratygraficzej pomiędzy formacjami z Zarzecza i magurską – odsłonięcie w prawym brzegu Potoku Sopotnickiego (fot. A. Waśkowska)

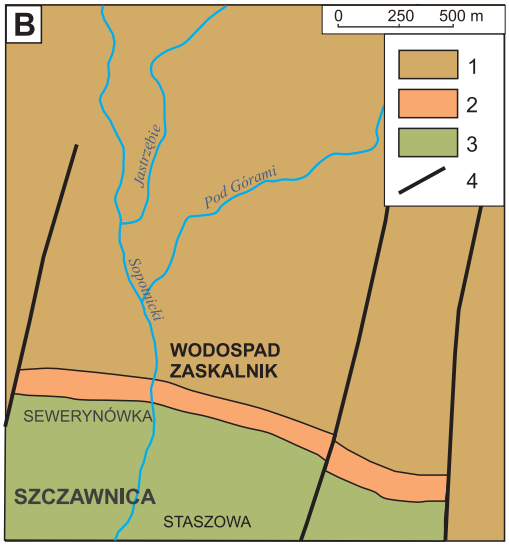
Fig. 1. Zaskalnik Waterfall: 1 – Palaeogene deposits of the Krynica zone in the Zaskalnik Waterfall; 2 – the lithostratigraphic boundary zone between Zarzecze and Magura formations in the left bank of the Sopotnicki Stream; 3 – the lithostratigraphic boundary zone between Zarzecze and Magura formations in the right bank of the Sopotnicki Stream (*photo by A. Waśkowska*)

http://rcin.org.pl

rii cienkich ławic mułowcowo-piaskowcowch z nadległym pakietem gruboławicowych piaskowców (ryc. 1). Próg wodospadu utworzył się na bardziej odpornych na działanie erozji fluwialnej gruboławicowych piaskowcach, natomiast w podległych, zdecydowanie bardziej podatnych na niszczenie mechaniczne skałach powstały niższe partie wodospadu z kotłem eworsyjnym oraz wyraźnie pogłębioną i stromościenną, v-kształtną doliną wciosową.

Dostępna aktualnie charakterystyka wodospadu Zaskalnik opiera się głównie na analizie jego cech geomorfologicznych i podstawowych informacjach odnoszących się do budowy geologicznej. Nadrzędnym celem tej pracy jest zwrócenie uwagi, iż na chronionym odcinku Potoku Sopotnickiego zachowana jest istotna granica pomiędzy paleogeńskimi wydzieleniami litostartygraficznymi płaszczowiny magurskiej o randze formacji, co wydatnie wpływa na jego wartość naukową i poznawczą. Dlatego też została wykonana detaliczna charakterystyka geologiczna profilu skalnego, opierająca się na szczegółowej dokumentacji litostratygraficz-





Ryc. 2. Mapa geologiczna rejonu Sewerynówki (B) (za: Golonka, Rączkowski 1981 – zmodyfikowana) na tle głównych jednostek tektoniczno-strukturalnych Karpat polskich (A). A: 1 – przedpole Karpat, 2 – płaszczowina skolska, 3 – płaszczowina śląska, 4 – płaszczowina podśląska, 5 – płaszczowina magurska, 6 – jednostki przedmagurskie, 7 – jednostka dukielska, 8 – pieniński pas skałkowy, 9 – flisz podhalański i jednostki tatrzańskie, 10 – miocen transgresywny, 11 – płaszczowina stebnicka, 12 – wodospad Zaskalnik; B: Płaszczowina magurska, strefa krynicka: 1 – formacja magurska, 2 – formacja z Zarzecza, 3 – formacja szczawnicka, 4 – uskoki

Fig. 2. Geological map of the Sewerynówka area (B) (after Golonka, Rączkowski 1981 – modified) against the main structural units of the Polish Carpathians (A). A: 1 – Carpathian Foreland, 2 – Skole Nappe, 3 – Silesian Nappe, 4 – Subsilesian Nappe, 5 – Magura Nappe, 6 – Foremagura units, 7 – Dukla Nappe, 8 – Pieniny Klippen Belt, 9 – Podhale Flysch and Tatra units, 10 – transgressive Miocene, 11 – Stebnik Nappe, 12 – Zaskalnik Waterfall; B: Magura Nappe, Krynica zone: 1 – Magura formation, 2 – Zarzecze formation, 3 – Szczawnica formation, 4 – faults

http://rcin.org.pl

nej. Podjęte datowanie biostratygraficzne strefy granicznej dało zaskakująco precyzyjny wynik, a uzyskane mikroskamieniałości okazały się różnorodne, co jest ewenementem dla tych utworów. Zamieszczone dane stanowią suplement do lepszego poznania przyrody nieożywionej tego chronionego obiektu i dokumentują ważne stanowisko mikropaleontologiczne.

Położenie wodospadu Zaskalnik

Wodospad Zaskalnik znajduje się w Beskidzie Sądeckim (Kondracki 2002), w dolnej części południowo-zachodnich stoków Radziejowej. Zgodnie z podziałem administracyjnym przynależy on do miasta Szczawnica, do przysiółka Sewerynówka (49°26′12,8″N; 20°30′13,2″E). Wodospad wytworzył się w dolnym biegu Potoku Sopotnickiego, który jest prawym dopływem Grajcarka.

Według podziału geologicznego, wodospad znajduje się na terenie Karpat zewnętrznych, w najbardziej południowej strefie jednostki magurskiej zwanej strefą krynicką. Położony jest w południowym skrzydle siodła Czarnej Wody, blisko północnej granicy z pienińskim pasem skałkowym (Golonka, Rączkowski 1981, 1984) (ryc. 2).

Morfologia

Wodospad jest formą jednoprogową osiągającą wysokość 4,5 m. Reprezentuje on typ 2/D według klasyfikacji Alexandrowicz (1994), który dotyczy wodospadów i założonych na kompleksie gruboławicowych piaskowców, gdzie ławice piaskowców zapadają przeciwnie do biegu potoku (forma obsekwentna) (ryc. 1). Czoło progu, o długości około 8 m, nachylone jest aktualnie pod kątem około 60°. U podnóża, w utworach cienkoławicowego fliszu wykształcił się głęboki na 2 m kocioł eworsyjny. Czoło wodospadu jest nieregularne, zależne od rozmieszczenia spękań ciosowych. Jego szczytowa część wykazuje słabe zestopniowanie. Bezpośrednio ponad wodospadem występuje seria niewysokich kaskad (Alexandrowicz 1996, 1997; Alexandrowicz, Poprawa 2000). Wodospad ma charakter rynnowy. Powierzchnia progowa znajduje się w zdecydowanie zarysowanej skalistej gardzieli, stanowiącej swoistego rodzaju obramowanie kołnierzowe. Cofnięcie progu wodospadowego szacowane jest na około 6 m. Wodospad reprezentuje stadium dojrzałe, etap III, przedostatni w ewolucji tego typu form (Alexandrowicz 1994). Proces erozji wstecznej powoduje złagodzenie nachylenia oraz obniżenie czoła progowego, przy jednoczesnym złagodzeniu morfologii oraz wypłyceniu kotła eworsyjnego. Wodospad jest formą jednostrugową, ilość przepływającej wody przez wodospad jest sezonowo zmienna, uzależniona od warunków atmosferycznych. U podstawy progu wodospadowego występuje kilka naturalnych wypływów wód mineralnych.

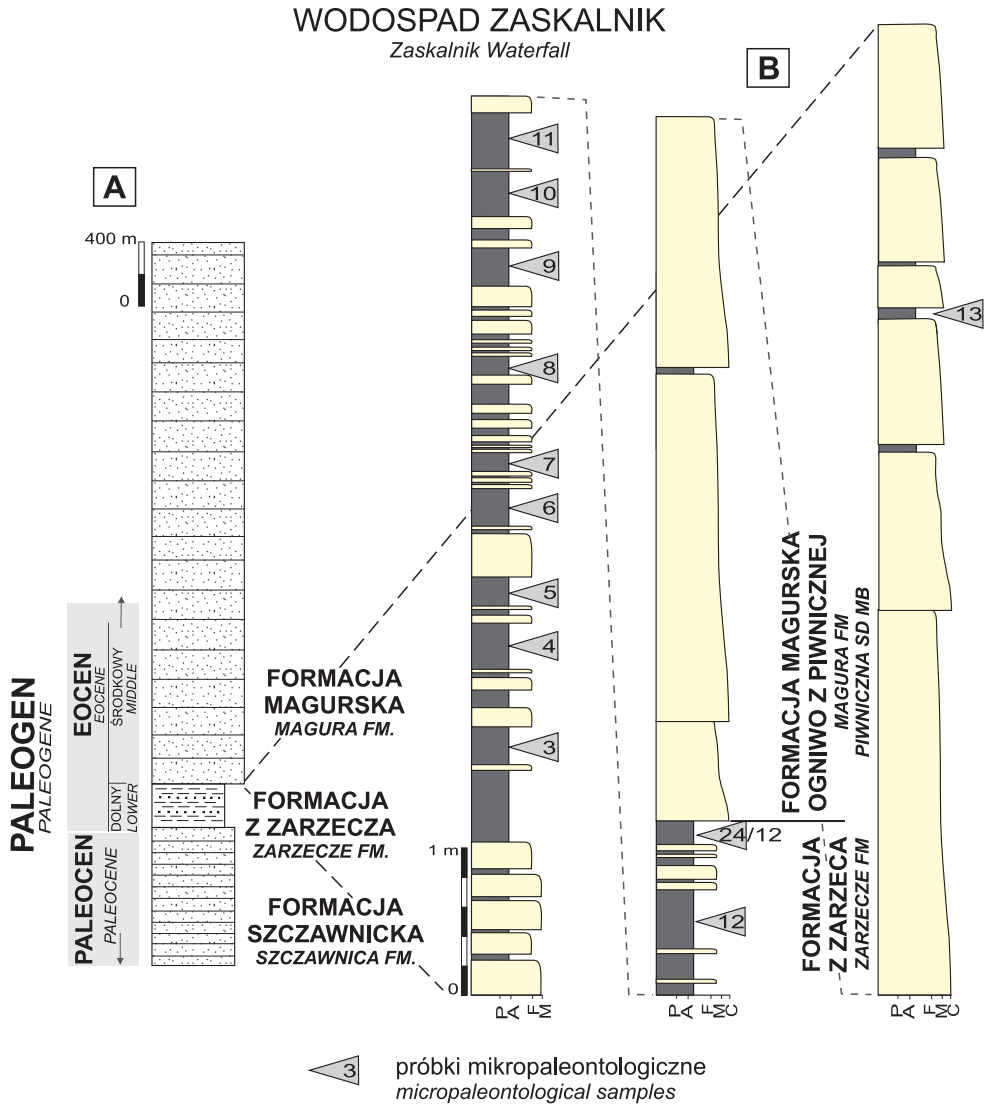
Metodyka

W obrębie pomnika przyrody wodospad Zaskalnik przeprowadzono weryfikację stanu naturalnych odsłonięć geologicznych, dokumentację wychodni skalnych, szczegółowe profilowanie oraz opróbowanie mułowców do badań mikropaleontologicznych. Opróbowane zostały głównie mułowce z formacji z Zarzecza. Z piaskowców z Piwnicznej pobrano jedną próbę (lokalizacja na ryc. 3). W obrębie wodospadu Zaskalnik mułowce w profilu piaskowców z Piwnicznej są bardzo rzadkie i trudno dostępne. Jako skały mało odporne na działanie czynników niszczących uległy erozji i aktualnie występują głęboko, w wąskich fugach międzyławicowych. Sumarycznie pobranych zostało 12 prób, które w celu uzyskania mikroskamieniałości, zostały poddane maceracji w wodnym roztworze soli glauberskiej oraz płukaniu rozlasowanego materiału na sitach o średnicy oczek 0,63 mm. Kolejno z otrzymanego residuum od materiału terygenicznego odseparowano okazy mikropaleontologiczne, które zostały poddane weryfikacji taksonomicznej. Analizowany materiał mikropaleontologiczny znajduje się w kolekcji Fundacji Micropress Europe (Kraków, al. A. Mickiewicza 30).

http://rcin.org.pl

Wyniki: litostratygrafia

Strefa krynicka płaszczowiny magurskiej zawiera profil skał powstałych w interwale senon–miocen, deponowanych w najbardziej południowej części basenu magurskiego, który funkcjonował od jury po miocen jako jeden z zachodnich akwenów zachodniej odnogi oceanu Tetydy (np. Watycha 1963; Golonka, Sikora 1981; Oszczypko 1992; Golonka, Waśkowska-Oliwa 2007). W obrębie pomnika przyrody wodospad Zaskalnik odsłania się fragment pale-



Ryc. 3. Profil litologiczny utworów paleogenu w rejonie wodospadu Zaskalnik (B) na tle profilu litostratygraficznego jednostki krynickiej w okolicach Szczawnicy (A) (za: Golonka, Rączkowski 1981 – zmodyfikowany); frakcje: P – ił, A – muł, F – drobny psamit, M – średni psamit, C – gruby psamit

Fig. 3. Lithological profile of the Palaeogene deposits in the Zaskalnik area (B) in relation to the general lithostratigraphic profile of the Krynica zone in the vicinity of Szczawnica (A) (after Golonka, Rączkowski 1981 – modified); grain size: P – clay, A – silt, F – fine sand, M – medium sand, C – coarse sand

http://rcin.org.pl

ogeńskiego profilu utworów głębokomorskich, które, zgodnie z podziałem litostratygraficznym jednostki krynickiej (Birkenmajer, Oszczypko 1989), zaliczane są do formacji z Zarzecza oraz formacji magurskiej (ryc. 2, 3). Eksponowany tutaj jest naturalny kontakt tych wydzieleń (ryc. 1). Warstwy występują w normalnym następstwie stratygraficznym i są wychylone w kierunku północno-wschodnim pod kątem 45–50° (Alexandrowicz 1986, Słomka 2012). Istotną strukturą tektoniczną w odsłonięciu jest diagonalny cios pionowy, którego ułożenie ma duże znaczenia dla morfologii wodospadu. Kształt cofającego się progu wodospadowego zależny jest w znacznej części od powierzchni spękań.

Formację z Zarzecza buduje seria powtarzających się ławic zbudowanych z piaskowców i mułowców (ryc. 3, 4). W najwyższej części formacji piaskowce występują głównie w warstwach

Ryc. 4. Utwory formacji z Zarzecza na terenie pomnika przyrody w Potoku Sopotnickim: 1 – cienkoławicowe turbidyty w stropowej części formacji z Zarzecza, 2–4 – laminacje płaskie i przekątne w piaskowcach formacji z Zarzecza (fot. A. Waśkowska)

Fig. 4. Zarzecze formation deposits in the area of the nature monument in the Sopotnicki Stream: 1 – the thin-bedded turbidites in the uppermost part of the Zarzecze formation, 2–4 – parallel- and cross-laminations in the sandstones layers (*photo by A. Waśkowska*)

http://rcin.org.pl

cienkich, podrzędnie w średnich, sporadycznie grubych o miąższości do 40 cm. Warstwy piaskowcowe rozmieszczone są nierównomiernie w profilu. Piaskowce są kwarcowe, barwy ciemnoszarej na powierzchniach świeżych, wietrzejące na kolor jasnoszary. Dominują piaskowce drobnoziarniste, składające się głównie z dobrze obtoczonych ziaren kwarcu. Jako domieszki występują blaszki miki, powszechniejsze w stropowych częściach warstw, pojedyncze ziarna skaleni, glaukonitu oraz sporadycznie kalcytowe bioklasty. Szkielet ziarnowy związany jest spoiwem krzemionkowym. W piaskowcach powszechne są różnego typu laminacje, które podkreśla ciemnoszary materiał mułowcowy i bardzo drobne ziarna piasku. Częste są laminacje przekątne, rzadziej występują laminacje równoległe (ryc. 4). W części warstw piaskowców laminy są zniekształcone konwolucyjnie. Na powierzchniach spągowych ławic zachowane są liczne, niewielkie hieroglify mechaniczne i organiczne. Mułowce rozdzielające warstwy piaskowców są barwy szarej i zielonkawej, podrzędnie ciemnoszare i brązowo-szare, laminowane, z laminami o różnej kolorystyce (ryc. 4), o oddzielności łupkowej. Warstwy mułowców mogą występować w pakietach od kilku do ponad 50 cm miąższości. Miejscami mułowce są zapiaszczone, z domieszką muskowitu oraz framboidalnego pirytu, który w części szlamowanych prób jest dość liczny.

W przystropowej części formacji z Zarzecza, maleje ilość warstw piaskowców, które reprezentowane są tutaj wyłącznie przez piaskowce cienkoławicowe, a wzrasta udział mułowców, które w najwyższej części są miejscami wapniste.

Ogólna miąższość formacji z Zarzecza szacowana jest na 100–200 m (Golonka, Rączkowski 1981, 1984; Kulka i in. 1985).

Ponad formacją z Zarzecza występuje **formacja magurska**, która w rejonie Szczawnicy jest trójdzielna. Najniższa jej część wydzielana jest jako **ogniwo piaskowca z Piwnicznej** (np. Ostrowicka 1967; Golonka 1979; Golonka, Rączkowski 1981, 1984; Alexandrowicz i in. 1984; Kulka i in. 1985; Chrustek i in. 2005; Golonka, Waśkowska 2014). Budują je gruboławicowe i bardzo gruboławicowe, podrzędnie średnioławicowe piaskowce, głównie średnio- i drobnoziarniste, barwy beżowej na powierzchniach świeżych, wietrzejące na jasnoszaro (ryc. 3, 5). Powszechne są w nich domieszki grubych i bardzo grubych ziaren kwarcu, miejscami żwirów kwarcowych o różnym stopniu obtoczenia. Tworzą one laminy, połogie smugi lub wypełniają kanały erozyjne. Spoiwo w piaskowcach jest krzemionkowo-ilaste, z domieszką związków żelaza. Bardzo grube ławice są zwykle kilkukrotnie amalgamowane. Podstawowym składnikiem piaskowców są dobrze obtoczone ziarna kwarcu. Dodatkowo występują ziarna skaleni, muskowit, rzadziej glaukonit oraz ziarna skał metamorficznych i magmowych. Dominują piaskowce z subtelnie zaznaczoną normalną gradacją ziarna lub piaskowce masywne. W stropowych częściach warstw piaskowców przykrytych mułowcami występuje laminacja płaska, rzadziej przekątna. Na powierzchniach spągowych zachowane są mechanoglify. Granice pomiędzy warstwami w części są erozyjne. Warstwy piaskowców występują w jednorodnych pakietach lub rozdzielane są przeławiceniami bezwapnistych lub słabowapnistych zapiaszczonych mułowców zielono-beżowych lub zielono-szarych z muskowitem, tworzących cienkie warstwy do kilkunastu centymetrów miąższości.

Najniższa część ogniwa piaskowca z Piwnicznej, w obrębie której uformował się próg

Ryc. 5. Utwory ogniwa piaskowca z Piwnicznej formacji magurskiej w profilu wodospadu Zaskalnik: 1 – cios w gruboławicowych piaskowcach – korona wodospadu; 2 – gruboławicowe piaskowce w najniższej części wydzielenia – lewy brzeg Potoku Sopotnickiego; 3 – piaskowce zlepieńcowate w spągowej części ławicy; 4 – samowypływ wód mineralnych w najniższej części piaskowców z Piwnicznej (fot. A. Waśkowska) ►►

Fig. 5. Piwniczna Sandstone Member deposits of the Magura formation in the Zaskalnik Waterfall section: 1 – joint in the thick-bedded sandstones – the uppermost part of Zaskalnik Waterfall; 2 – the thick-bedded sandstones in the lowermost part of the Piwniczna Mbr. – the left bank of the Sopotnicki Stream; 3 – conglomerate sandstone in the lower part of the layer; 4 – artesian mineral-water flow in the lowermost part of the first sandstone complex (*photo by A. Waśkowska*)

http://rcin.org.pl

http://rcin.org.pl

wodospadowy, zbudowana jest z wielokrotnie amalgamowanych bardzo gruboławicowych piaskowców średnioziarnistych, o miąższości do 4,5 m z relatywnie wysokim udziałem grubych ziaren (ryc. 1, 3), koncentrujących się w częściach spągowych ławic oraz poszczególnych członów amalgamowanych. Ta część ogniwa ma charakter twardzielcowy. Uznana ona została za poziom korelacyjny w jednostce krynickiej i wyróżniona jako „warstwa z Marszałka" (Alexandrowicz, Kutyba 1979; Alexandrowicz i in. 1984; Golonka, Rączkowski 1984; Cieszkowski, Oszczypko 1986; Chrustek i in. 2005). W wyższej części profilu, ponad wodospadem, wyraźny jest spadek miąższości ławic i wielkości ziaren w piaskowcach.

Zespoły mikroskamieniałości oraz interpretacja biostratygraficzna

Mułowce pobrane do analiz biostratygraficznych, z wyjątkiem dwóch prób (nr 11, 13), zawierają mikroskamieniałości, głównie otwornice, dodatkowo w kilku próbach kolce jeżowców, zęby ryb oraz promienice (ryc. 6, 7). Otwornice reprezentowane są głównie przez formy aglutynujące. W dwóch próbach (nr 12, 24/12) występują otwornice wapienne planktoniczne, sporadycznie bentoniczne. Stan zachowania mikroskamieniałości jest ogólnie zły, co utrudnia identyfikację gatunków. Skorupki otwornic mają powierzchnie zmacerowane i są zdeformowane przez kompakcję. Skorupki otwornic wapiennych noszą ślady korozji. Większość skorupek ma spore ubytki. Kolce jeżowców zachowały się we fragmentach, a promienice jako ośródki (ryc. 7). Skorupki otwornic aglutynujących składają się z terygenicznego kwarcu. W niektórych próbach otwornice miały wkomponowane muskowit oraz sporadycznie pojedyncze kryształy turmalinu.

Zróżnicowanie otwornic jest niskie, do 10 rodzajów, reprezentowanych przez 14 gatunków. Tylko w jednej próbie, pochodzącej z najbardziej stropowej części formacji z Zarzecza, stwierdzono 15 rodzajów i 24 gatunki.

Dominują prymitywne otwornice aglutynujące, głównie jednokomorowe rurkowate formy z rodzaju *Bathysiphon* i *Nothia,* reprezentowane przez pokruszone fragmenty komór. Obok nich, w próbach o najwyższej różnorodności taksonomicznej (nr 10, 12/24) występują liczne okazy z rodzajów *Paratrochamminoides* oraz *Recurvoides*, a także *Glomospira*. Największe zróżnicowanie taksonomiczne obserwowane jest wśród Lituotubacea, reprezentowanych przez 8 gatunków, tj. *Conglophagmium irregularis*, *Lituotuba lituiformis*, *Paratrochamminoides heteromorphus*, *P. subcoronatus*, *P. gorayskii*, *P. olszewskii*, *Trochamminoides variolarius*, *T. grzybowskii*, oraz wśród *Glomospira*, gdzie oznaczono 4 gatunki, tj. *G. charoides*, *G. gordialis*, *G. glomerata* i *G. irregularis*. *Glomospira* jest kosmopolitycznym rodzajem, o szerokim zasięgu wiekowym, powszechnym we fliszu, lecz z reguły niezbyt licznym. Podwyższona ilość *Glomospira* jest w Karpatach zewnętrznych notowana we wczesnym eocenie, na etapie odbudowy taksonomicznej głębokowodnych zespołów otwornicowych, po największym wymieraniu związanym z optimum klimatycznym. Zespoły zdominowane przez *Glomospira*, któremu to rodzajowi towarzyszą inne formy kosmopolityczne, notowane są w najniższej części ipresu (np. Jurkiewicz 1967; Morgiel, Olszewska 1981; Bubik 1995; Olszewska 1996, 1997; Waś-

Ryc. 6. Otwornice aglutynujące z utworów formacji z Zarzecza profilu wodospadu Zaskalnik: 1 – *Psammosiphonella* sp. (próba 3), 2 – *Psammosiphonella* sp. z trzema otwornicami czepnymi (próba 3), 3 – *Bathysiphon* sp. (próba 2), 4 – *Bathysiphon/Nothia* sp. (próba 7), 5 – *Placentammina placenta* (próba 12/24), 6 – *Ammodiscus* sp. (próba 9), 7 – *Annectina* sp. (próba 7), 8 – *Glomospira charoides* (próba 12/24), 9 – *Glomospira gordialis* (próba 10), 10 – *Glomospira irregularis* (próba 12/24), 11 – *Glomospira* sp. (próba 7), 12 – *Pseudonodosinella nodulosa* (próba 12), 13 – *Trochamminoides* cf. *subcorontus* (próba 12/24), 14 – *Paratrochamminoides gorayskii* (próba 5), 15 – *Paratrochamminoides gorayskii* (próba 12/24), 16 – *Paratrochamminoides* sp. (próba 12/24), 17 – *Paratrochamminoides* sp. (próba 12/24); skala: 0,1 mm (fot. A. Waśkowska)

Fig. 6. Agglutinated foraminifera from the Zarzecze formation in the Zaskalnik Waterfall section: 1–17 as above; number of samples is given in brackets; scale bar: 0.1 mm (photo by A. Waśkowska)

http://rcin.org.pl

http://rcin.org.pl

kowska-Oliwa 2000; Cieszkowski i in. 2011). Podwyższony udział *Glomospira* notowany jest jeszcze w środkowej i wyższej części wczesnego eocenu (Waśkowska 2011).

Otwornice aglutynujące reprezentowane są przez pojedyncze egzemplarze *Ammodiscus peruvianus*, *A. tenuissimus*, *Annectina* sp., *Haplophragmoides horridus*, *H. walteri*, *Hyperammina elongata*, *Thalmannammina subturbinata*, *Pseudonodosinella nodulosa*, *Reophax duplex*, *Placentammina placenta* i *Subreophax pseudoscalaris*. Gatunki bentoniczne wapienne reprezentowane są przez *Anomalinoides affinis*, *Eponides subcandidulus*, *Cibicides* sp., *Gyroidinoides girardanus* oraz *Globocassidulina* cf. *subglobosa*. Otwornice planktoniczne występują w dwóch próbach z najwyższej części profilu formacji z Zarzecza (nr12, 24/12). Są to pojedyncze okazy *Subbotina*, w tym *S. linaperta*, *S. corpulenta*, *S. eocaena* oraz *S. yeguaensis*. Gatunki te, zaliczane do tzw. dużych *Subbotina* są charakterystyczne dla eocenu. Pojawiają się one po raz pierwszy w późnym lub najpóźniejszym ipresie, a ich zanikanie związane jest z granicą eocen/oligocen lub notowane jest z wczesnego rupelu (zasięgi za Pearson i in. 2006).

W ogniwie piaskowca z Piwnicznej odnotowane zostały pojedyncze otwornice, w tym *Praesphaerammina subgaleata* (Bogacz, Węcławik 1962; Alexandrowicz i in. 1984), której pierwsze pojawienie notowane jest w środkowym eocenie (np. Geroch 1960; Geroch i in. 1967; Jednorowska 1968; Olszewska 1996, 1997; Kaminski, Gradstein 2005; Golonka, Waśkowska 2014), natomiast w nadległym ogniwie z Kowańca znalezione zostały liczne okazy środkowo-górnoeoceńskiego gatunku *Reticulophragmium amplectens* (Ostrowicka 1967), którego masowe wystąpienia mają znaczenie biostratygraficzne w Karpatach i są diagnostyczne dla lutetu.

Powyższe dane mikrofaunistyczne, na które składają się wzmiankowane w literaturze znaleziska z nadległych wydzieleń litostratygraficznych oraz zasięgi form planktonicznych, jak i charakterystyczny skład otwornic aglutynujących i wapiennych bentonicznych w analizowanym materiale, wskazują, że granica pomiędzy formacją z Zarzecza a formacją magurską przebiega w najpóźniejszym ipresie.

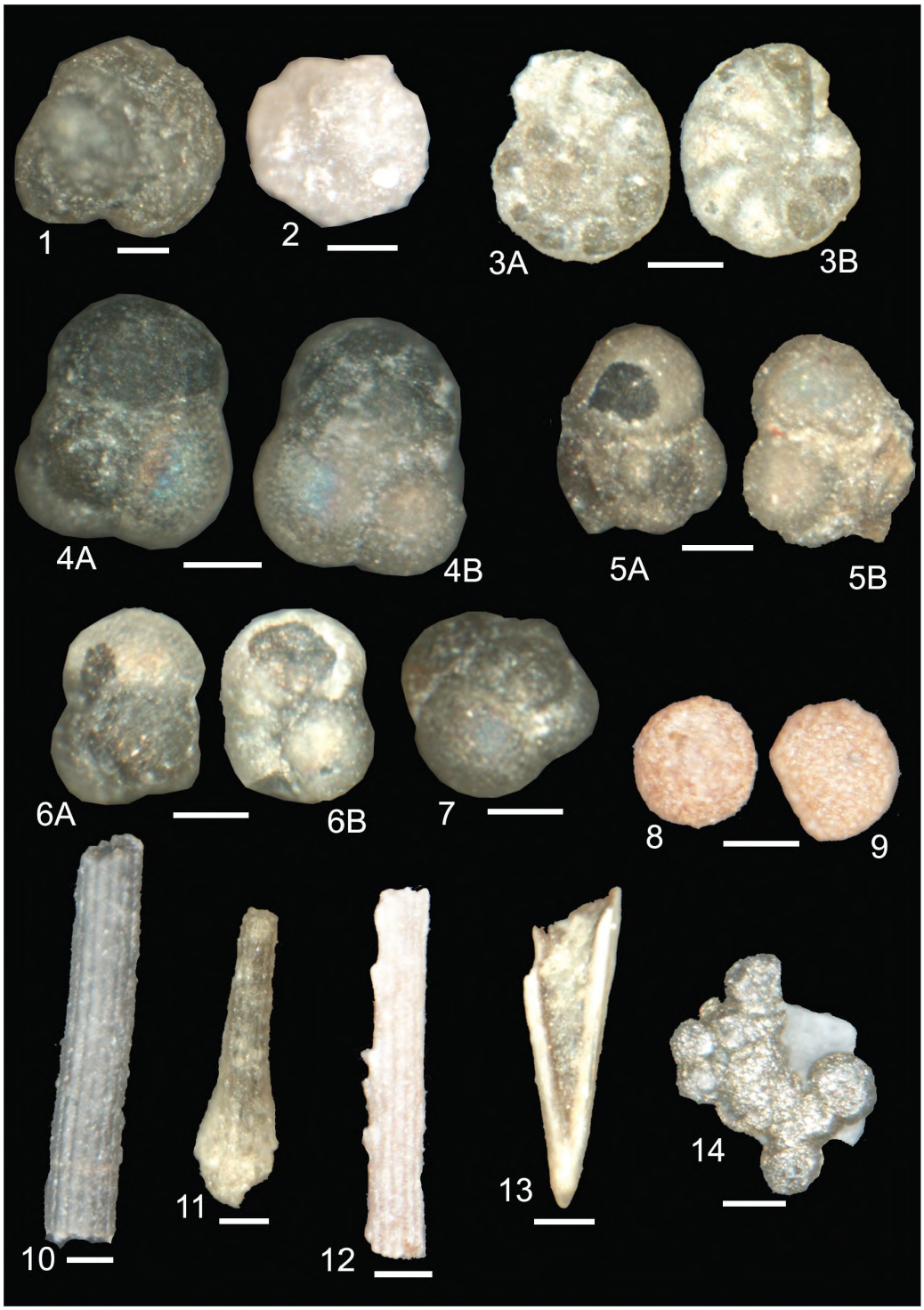
Dyskusja

Profil wodospadu Zaskalnik jest istotny ze względów poznawczych. W jego obrębie eksponowana jest strefa graniczna pomiędzy dwoma jednostkami litostratygraficznymi pierwszego rzędu. Odsłonięcie to charakteryzuje wysoka czytelność, związana z intensywną erozją fluwialną na tym odcinku Potoku Sopotnickiego. Diametralnie odmienna litologia formacji z Zarzecza i formacji magurskiej predysponuje strefę kontaktową, rozdzielającą utwory o różnej podatności na erozję mechaniczną, do formowania w jej obrębie ostro zarysowanego progu morfologicznego. Granica pomiędzy formacją z Zarzecza a formacją magurską jest wyraźna. Zaznaczona jest ona skokową zmianą litologii. Formacja magurska rozpoczyna się wraz z pojawieniem nad kompleksem cienkoławicowego łupkowo-piaskowcowego fliszu formacji z Zarzecza, pierwszego grubego kompleksu piaskowcowego, zwanego „warstwą z Marszałka", który w strefie krynickiej ma znaczenie korelacyjne (Alexandrowicz, Kutyba 1979). Jest to element twardzielcowy, formujący próg wodospadowy. Z kolei dość pokaźnych rozmiarów kocioł eworsyjny wykształcił

Ryc. 7. Fauna oraz ziarno pirytowe z utworów formacji z Zarzecza w profilu wodospadu Zaskalnik: 1 – *Recurvoides* sp. (próba 12/24), 2 – *Recurvoides* sp. (próba 12/24), 3 – *Anomalinoides affinis* (próba 12/24), 4 – *Subbotina* cf. *yeguaensis* (próba 12/24), 5 – *Subbotina* sp. (próba 12), 6 – *Subbotina linaperta* (próba 12/24), 7 – *Subbotina corpulenta* (próba 12/24), 8, 9 – *Radiolarie* ośródki (próba 7); 10, 12 – kolce jeżowców (próba 7); 11 – kolec jeżowca (próba 12); 14 – framboidalny piryt na ziarnie kwarcowym (próba 5); skala: 0,1 mm (fot. A. Waśkowska) ►►

Fig. 7. Fauna and the pyrite grain from the Zarzecze formation in the Zaskalnik Waterfall section: 1–7 as above, number of samples is given in brackets; 8–9 – radiolarian cores; 10, 12 – spines of sea urchins; 11 – spine of sea urchin; 14 – framboidal pyrite on the quartz clast; scale bar: 0.1 mm (photo by A. Waśkowska)

http://rcin.org.pl



http://rcin.org.pl

się w bardziej podatnych na niszczenie utworach formacji z Zarzecza. Odsłonięcia o takiej jakości ekspozycji, w których odkryte są strefy kontaktowe wydzieleń litostratygraficznych, w strefie krynickiej należą do rzadkości.

Utwory płaszczowiny magurskiej są w niewielkim stopniu dokumentowane faunistycznie, co wiąże się ze słabym zapisem paleontologicznym, który charakteryzuje ubóstwo i zły stan zachowania mikroskamieniałości (m.in. Ostrowicka 1979; Oszczypko 1979; Malata, Oszczypko 1983; Oszczypko i in. 1990). W profilu wodospadu Zaskalnik występują różnorodne taksonomicznie otwornice, które pozwoliły na w miarę precyzyjne wyznaczenie późnoipreskiego wieku strefy granicznej pomiędzy formacją z Zarzecza a ogniwem piaskowca z Piwnicznej formacji magurskiej. Jest to ważne stanowisko dokumentujące wiek formacji z Zarzecza i dane te uzupełniają listę mikrofauny otwornicowej z najwyższej części tego wydzielenia.

Wiek paleoceński formacji z Zarzecza był dokumentowany w pracy Ostrowickiej (1979), natomiast paleoceńsko-wczesnoeoceński (ze wskazaniem na najniższy, ewentualnie środkowy ipres) wskazywany był na podstawie badań zespołów otwornicowych lub nannoplanktonu wapiennego przez m.in. Bogacza i Węcławika (1962), Oszczypkę (1979), Birkenmajera i Dudziaka (1981), Malatę i Oszczypkę (1983), Alexandrowicz i innych (1984) oraz Golonkę i Rączkowskiego (1984). Datowania wyższej części formacji z Zarzecza w profilu wodospadu Zaskalnik na późny ipres korespondują z wynikami datowania biostratygraficznego z podanego przez Oszczypkę i innych (1990, 1999) oraz Golonkę i Waśkowską (2014).

Podsumowanie

Wodospad Zaskalnik wykształcony został w strefie kontaktu dwóch formacji o różnej budowie litologicznej należących do strefy krynickiej płaszczowiny magurskiej. W jego obrębie eksponowany jest profil najwyższej części formacji z Zarzecza, reprezentowanej przez cienkoławicowe utwory łupkowo-piaskowcowe oraz najniższej części ogniwa piaskowca z Piwnicznej formacji magurskiej, którą budują głównie gruboławicowe piaskowce. Stan odsłonięć w dolinie Potoku Sopotnickiego pozwala na szczegółowe prześledzenie litololgii strefy granicznej pomiędzy tymi wydzieleniami, co jest cenne ze względów poznawczych. Otwornice, które uzyskano tylko z utworów formacji z Zarzecza, zawierają zespoły sugerujące późnoipreski wiek stropowej części wydzielenia. Oznaczono zespoły *Bathysiphon-Paratrochamminoides-Recurvoides* z licznymi *Glomospira*, typowe dla eocenu dolnego, oraz planktoniczne z *Subbotina linaperta*, *S. corpulenta*, *S. eocaena* oraz *S. yeguaensis*, które w zapisie paleontologicznym pojawiają się pod koniec ipresu.

Prezentowane badania zostały wykonane dzięki wsparciu finansowemu AGH z umowy badań statutowych nr 11.11. 140.173 oraz Fundacji Micropress Europe.

PIŚMIENNICTWO

Alexandrowicz Z. 1994. Geologically controled waterfall types in the Outer Carpathians. Geomorphology 9: 155–165.

Alexandrowicz Z. (red.). 1996. Geoochrona Beskidu Sądeckiego i Kotliny Sądeckiej. Studia Naturae 42: 1–148.

Alexandrowicz Z. 1997. Ochrona wodospadów w Karpatach polskich. Chrońmy Przyrodę Ojczystą 53 (4): 39–57.

Alexandrowicz W., Cieszkowski M., Golonka J., Kutyba J., Oszczypko N., Paul Z. 1984. Stratygrafia strefy krynickiej płaszczowiny magurskiej w polskich Karpatach fliszowych. Biuletyn Instytutu Geologicznego 340: 23–43.

Alexandrowicz W., Kutyba J. 1979. Litostratygraficzne poziomy korelacyjne w serii magurskiej między Krościenkiem a Jaworkami. Kwartalnik Geologiczny 23: 502–503.

Alexandrowicz Z., Poprawa D. 2000. Ochrona georóżnorodności w Karpatach polskich. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

Birkenmajer K., Dudziak J. 1981. Wiek fliszu magurskiego (paleogen) północnego obrzeżenia pienińskiego pasa skałkowego w Polsce na podstawie nanoplanktonu. Studia Geologica Polonica 70: 7–36.

Birkenmajer K., Oszczypko N. 1989. Cretaceous and Paleogene lithostratigraphic units of the Magura

http://rcin.org.pl

Nappe, Krynica subunit, Carpathians. Annales Societatis Geologorum Poloniae 59: 145–181.

Bogacz K., Węcławik S. 1962. The geological position of the "Boundary Flysch" (Nordlische Grenzzone) on the southern slopes of the Gorce Mountains. Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences. Serie des Sciences Geologiques et Geographiques 10: 223–229.

Bubik M. 1995. Cretaceous to Paleogene agglutinated foraminifera of the Biele Karpaty unit (West Carpathians, Czech Republic). W: Kaminski M.A., Geroch S., Gasinski M.A. (red.). Proceedings of the Fourth International Workshop on Agglutinated Foraminifera. Grzybowski Foundation, Special Publication 3: 71–116.

Chrustek M., Golonka J., Janeczko A., Stachyrak F. 2005. Charakterystyka geologiczna podjednostki krynickiej w okolicach Krościenka nad Dunajcem (płaszczowina magurska, zewnętrzne Karpaty fliszowe). Geologia – Kwartalnik AGH 31: 127–144.

Cieszkowski M., Oszczypko N. 1986. Rozwój osadów płaszczowiny magurskiej w strefie przypienińskiej. Przegląd Geologiczny 398: 327–334.

Cieszkowski M., Waśkowska A., Kaminski M.A. 2011. Deep-water agglutinated foraminifera in Paleogene hemipelagic sediments of the Magura Basin in the Sucha Beskidzka area – variegated shales of the Łabowa Shale Formation. W: Bąk M., Kaminski M.A., Waśkowska A. (red.). Integrating Microfossil Records from the Oceans and Epicontinental Seas. Grzybowski Foundation, Special Publication 17: 53–63.

Geroch S. 1960. Zespoły mikrofauny kredy i paleogenu serii śląskiej w Beskidzie Śląskim. Microfaunal assemblages from the Cretaceous and Paleogene Silesian unit in the Beskid Śląski Mts. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego 153: 7–138.

Geroch S., Jednorowska A., Książkiewicz M., Liszkowa J. 1967. Stratigraphy based upon microfauna in the Western Polish Carpathians. Biuletyn Instytutu Geologicznego 211: 185–182.

Golonka J. 1979. Wstępne wyniki badań geologicznych jednostki magurskiej w paśmie Radziejowej. Kwartalnik Geologiczny 23: 504–505.

Golonka J., Rączkowski W. 1981. Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1: 50 000, arkusz Piwniczna. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.

Golonka J., Rączkowski W. 1984. Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski, arkusz Piwniczna. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.

Golonka J., Sikora W. 1981. Microfacies of the Jurassic and Lower Creataceous sedimentarily thinned deposits of the Pieniny Klippen Belt in Poland. Biuletyn Instytutu Geologicznego 331: 7–37.

Golonka J., Waśkowska A. 2014. Paleogene of the Magura Nappe adjacent to the Pieniny Klippen Belt between Szczawnica and Krościenko (Outer Carpathians, Poland). Geology, Geophysics and Environment 40: 359–376.

Golonka J., Waśkowska A., Doktor M., Krobicki M., Słomka T. 2014. The geotourist attractions in the vicinity of Szczawnica spa. Geoturystyka 37: 33–44.

Golonka J., Waśkowska-Oliwa A. 2007. Stratygrafia polskich Karpat fliszowych pomiędzy Nowym Targiem a Bielsko-Białą. Geologia – Kwartalnik AGH 33: 5–28.

Jednorowska A. 1968. Zespoły otwornicowe w zewnętrznych strefach jednostki magurskiej Karpat i ich znaczenie stratygraficzne. Prace Geologiczne Polskiej Akademii Nauk O/Kraków, Komisja Nauk Geologicznych 50: 1–89.

Jurkiewicz H. 1967. Otwornice paleogenu podmenilitowego polskich Karpat środkowych. Biuletyn Instytutu Geologicznego 210: 5–128.

Kaminski M.A., Gradstein F. M. 2005. Atlas of Paleogene Cosmopolitan Deep-water Agglutinated Foraminifera. Grzybowski Foundation, Special Publication 10: 1–547.

Kondracki J. 2002. Geografia regionalna Polski. Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa.

Kulka A., Rączkowski W., Żytko K., Gucik S., Paul Z. 1985. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1: 50 000, arkusz Szczawnica-Krościenko. Państwowy Instytut Geologiczny i Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.

Malata E., Oszczypko N. 1983. Stratygrafia osadów jednostki magurskiej w obszarze Krynica-Muszyna. Kwartalnik Geologiczny 27: 880–881.

Morgiel J., Olszewska B. 1981. Biostratigraphy of the Polish External Carpathians based on agglutinated foraminifera. Micropaleontology 27: 1–30.

Olszewska B. 1996. Rząd Foraminiferida Eichwald, 1830. W: Limanowska L., Piwocki M. (red.). Budowa geologiczna Polski. Atlas skamieniałości przewodnich i charakterystycznych. Kenozoik. Trzeciorzęd. Paleogen. Tom 3, Część 3a: 45–215.

Olszewska B. 1997. Foraminiferal biostratigraphy of the Polish Outer Carpathians: A record of basin geohistory. Annales Societatis Geologorum Poloniae 67: 325–337.

http://rcin.org.pl

Ostrowicka H. 1967. Profil litologiczny gruboławicowych piaskowców z Piwnicznej. Sprawozdania z posiedzeń Polskiej Akademii Nauk oddział Kraków: 608–611.

Ostrowicka H. 1979. Stratygrafia płaszczowiny magurskiej w okolicach Piwnicznej. Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego 49: 67–84.

Oszczypko N. 1979. Budowa geologiczna północnych stoków Beskidu Sądeckiego między Dunajcem a Popradem (płaszczowina magurska). Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego 49: 293–325.

Oszczypko N. 1992. Rozwój Basenu Magurskiego w górnej kredzie i paleogenie. Przegląd Geologiczny 40: 397–404.

Oszczypko N., Dudziak J., Malata E. 1990. Stratygrafia osadów płaszczowiny magurskiej (kreda-paleogen) w Beskidzie Sadeckim, Karpaty zewnętrzne. Studia Geologica Polonica 47: 109–181.

Oszczypko N., Malata E., Oszczypko-Clowes M., Duńczyk L. 1999. Budowa geologiczna Krynicy (płaszczowina magurska). Przegląd Geologiczny 47: 549–559.

Pearson P.N., Olsson R.K., Huber B.T., Hemleben C., Berggren W.A. 2006. Atlas of Eocene planktonic foraminifera. Cushman Foundation for Foraminifera Research, Special Publication 41: 1–513.

Słomka T. (red.) 2012. Katalog obiektów geoturystycznych w obrębie pomników i rezerwatów przyrody nieożywionej. AGH Akademia Górniczo-Hutnicza. Wydział Geologii Geofizyki i Ochrony Środowiska. Katedra Geologii Ogólnej i Geoturystyki.

Waśkowska A. 2011. The Early Eocene *Saccamminoides carpathicus* Assemblage in the Outer Flysch Carpathians. W: Kaminski M. A., Filipescu S. (red.). Proceedings of the Eight International Workshop on Agglutinated Foraminifera. Grzybowski Foundation, Special Publication 16: 331–341.

Waśkowska-Oliwa A. 2000. Interpretacja biostratygraficzna i paleoekologiczna zespołów otwornic aglutynujących z paleoceńsko-środkowo eoceńskich osadów płaszczowiny magurskiej w rejonie Suchej Beskidzkiej (Karpaty fliszowe). Przegląd Geologiczny 48: 331–336.

Watycha L. 1963. Flisz magurski południowej części Gorców. Przegląd Geologiczny 8: 371–378.

SUMMARY Chrońmy Przyrodę Ojczystą 72 (4): 254–268, 2016

Waśkowska A., Golonka J. Zaskalnik Waterfall – an important lithostratigraphic contact zone of the Magura Nappe in the Beskid Sądecki Mts

The Zaskalnik Waterfall is one of the two largest waterfalls in the Sądecki Beskid Mts. Since 1982 it has been legally protected as a nature monument, along with a 24 m section of a stream. This 4.5 m-high waterfall was formed on the Sopotnicki Stream in the village of Szczawnica-Sewerynówka (Figs 1, 2), on the southern slopes of Mt Radziejowa; geographical coordinates: N49°26′12.8″ and E20°30′13.2″. According to the geological division, it is located in the Outer Carpathians, in the Krynica Subunit of the Magura Nappe (Figs 2, 3). The waterfall is located at the contact zone of two rock formations. The uppermost part of the Zarzecze formation, represented by turbidite sandstones and shales, as well as thick-bedded sandstones of the Piwniczna Sandstone Member of the Magura formation are exposed within the waterfall's limits (Figs 3, 4, 5). The lithological contrast of these formations and their sharp boundary contributed to the development of the morphological step and the exposure of the bedrock. The waterfall represents an obsequent channel form (2/D type) developed on the Piwniczna Sandstone Member thick-bedded complex with a 2 m deep evorsion kettle cut into distal turbidites of the Zarzecze formation (Fig. 1). The very good preservation of the outcrop allows detailed observations of the lithological boundary zone between the two formations, hence providing an exceptional educational value of the object. Diverse benthic and planktonic foraminifera occur in the upper part of the Zarzecze formation, which dates back to the late Ypresian (the Eocene). The identified semi-specific assemblage *Bathysiphon-Paratrochamminoides-Recurvoides* with numerous *Glomospira* (typical of the Early Eocene) as well as planktonic species – *Subbotina linaperta* Finlay, *S. corpulenta* Subbotina, *S. eocaena* Guembel and *S. yeguaensis* Weinzierl & Applin – occurs at the end of the Ypresian (Figs 6, 7). The Zaskalnik Waterfall represents a spectacular object of great aesthetic, educational and scientific values, recognised as an important geotourist geosite.

http://rcin.org.pl