

Nowe znaleziska tropów kręgowców z pstręgo piaskowca Gór Świętokrzyskich

Tadeusz Ptaszyński*, Grzegorz Niedźwiedzki**

New finds of vertebrate tracks from the Buntsandstein of the Holy Cross Mountains (central Poland). Prz. Geol., 50: 441–446.

Summary. New vertebrate tracksites were discovered in the Lower Buntsandstein of the Holy Cross Mountains. Footprints occur in lowermost Buntsandstein fluvial deposits at Zachełmie and Jaworznia localities and in interdune deposits of Tumlin Sandstones at Sosnowica Hill. In the Lower Buntsandstein of the Holy Cross Mountains the ichnogenera: *Batrachichnus*, *Limnopus*, *Amphisauropus*, *Rhynchosauroides*, *Phalangichnus*, *Palmichnus*, *Paradoxichnium*, *Varanopus*, *Dimetropus* and *Chelichnus* have hitherto been recognized. All these forms have been known from Permian deposits. New tracksites provide additional information concerning temporal composition, changes and diversification of vertebrate ichnofauna near the Permian/Triassic boundary of Poland. Their presence allows to confirm Late Permian age of the Lower Buntsandstein that cropped out in the Holy Cross Mountains.

Key words: vertebrate tracks, Buntsandstein, Permian/Triassic boundary, Holy Cross Mountains, Poland

Podczas kilkuletnich prac poszukiwawczych odkryto na terenie Gór Świętokrzyskich w dolnym pstrym piaskowcu nowe stanowiska z tropami kręgowców (ryc. 1). Tropy kręgowców znaleziono w utworach fluwialnych reprezentujących ogniwo z Zachełmia w kamieniołomie Zachełmie koło Zagnańska. Osady te wykształcone są jako czerwonobrunatne zlepieńce, brekcje, piaskowce oraz mułowce. Leżą niezgodnie na nierównej, erozyjnej powierzchni zbudowanej z utworów węglanowych dewonu (Kuleta, 2000). Tropy występują w obrębie cienkopłytkowych piaskowców i mułowców, na powierzchniach których zaobserwowano liczne struktury sedimentacyjne oraz bioturbacje. Zachowane są w formie naturalnych odlewów oraz bardzo płytkich, często fragmentarycznych i trudnych do identyfikacji tropów właściwych (odcisków). Odsłonięcia pstręgo piaskowca z tropami w kamieniołomie w Jaworzni znajdują się w identycznej sytuacji geologicznej. Ich sposób zachowania jest podobny; występują też w spągu nawet grubych (do 20 cm) ławic piaskowców i piaskowców ze żwirem i obtoczonymi bryłkami mułowca. Towarzyszą im zmarszczki językowate, ślady erozji i szczeliny z wysychania. Znajdowanie fragmentów tych samych ławic na znacznych odcinkach podnóża ściany wyrobiska (większa ich część nie jest łatwo dostępna) świadczy o dużej rozciągłości ławic z powierzchniami troponośnymi.

Pstry piaskowiec odsłonięty w kamieniołomach Jaworznia i Zachełmie stanowi najniższą część profilu pstręgo piaskowca w Górach Świętokrzyskich. W literaturze określany jest jako dolny pstry piaskowiec (Kuleta & Nawrocki, 2000, i inni), ale także jako środkowy pstry piaskowiec a nawet cechsztyń (patrz Kuleta, 2000). Utwory te opisywano także jako „warstwy przejściowe” (Senkowiczowa & Ślącza, 1962; Senkowiczowa, 1970).

Bardzo interesującego materiału paleoichnologicznego dostarczyło odsłonięcie piaskowców ogniwa z Tumlina na Górze Sosnowicy koło Zagnańska. Pierwsze tropy kręgowców zostały odkryte tu przez Gradzińskiego i Uchmana (1994), a następnie przez M. Kuletę i S. Zbroję w roku 1997 (inf. ustna). Podczas prac poszukiwawczych prowadzonych w latach 1999–2001 autorzy zgromadzili materiał

ichnologiczny umożliwiający identyfikację zespołu tropów kręgowców podobnego do opisanego ze stanowiska Tumlin Gród (Ptaszyński, 2000b).

W cienkoławicowych piaskowcach na Górze Sosnowicy reprezentujących międzywydmowe utwory fluwialne znaleziono nie tylko izolowane tropy i ich szlaki lecz także rozległe powierzchnie z masowymi nagromadzeniami tropów kręgowców (ryc. 9). Są one zachowane w postaci naturalnych odlewów na dolnych powierzchniach ławic piaskowca, w postaci tropów właściwych oraz podtropów (ang. *undertracks*). Ostatnia wymieniona forma zachowania tropów występuje na powierzchniach drobnoziarnistych piaskowców pokrytych cienką warstwą ilastą, na której pozostawione zostały tropy właściwe. Synchronizacja warunków sedimentacyjnych sprzyjających takiemu zachowaniu się tropów doprowadziła do powstania odcisków z dobrze zachowanymi morfologicznymi cechami budowy stopy. Subtelnie zachowane podtropy z Góry Sosnowicy są dobrym materiałem do rekonstrukcji osteologicznej stóp zwierząt. Podobny charakter zachowania tropów kręgowców zaobserwowano w odsłonięciu Tumlin Gród.

Obecność licznych tropów kręgowców, a także innych różnorodnych bioturbacji (Gradziński i in., 1979; Gradziński & Uchman, 1994) świadczy o bardzo bogatym zespole fauny zamieszkującej środowisko stref międzywydmowych. Prawdopodobnie płytkie zbiorniki wodne obfitujące w bezkręgowce stanowiły miejsca żerowiskowe oraz



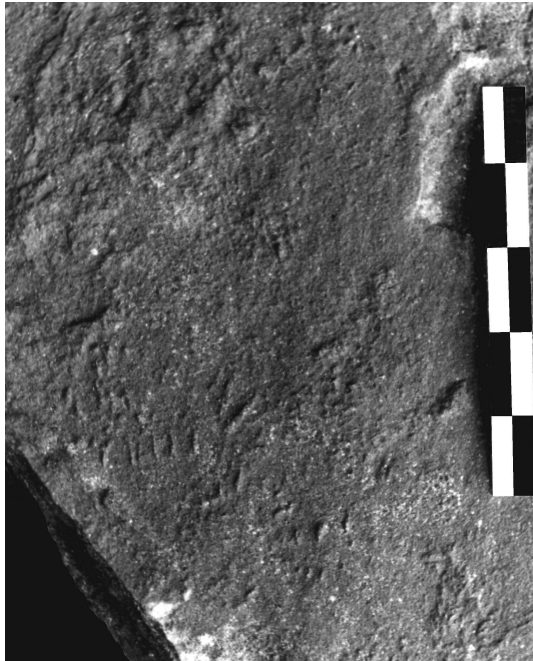
Ryc. 1. Lokalizacja stanowisk z nowymi znaleziskami ichnofauny kręgowców w dolnym pstrym piaskowcu Gór Świętokrzyskich

Fig. 1. Location of tracksites with new finds of vertebrate footprints in the Lower Buntsandstein of the Holy Cross Mountains

* ul. Strońska 1 m 12, 01-461 Warszawa

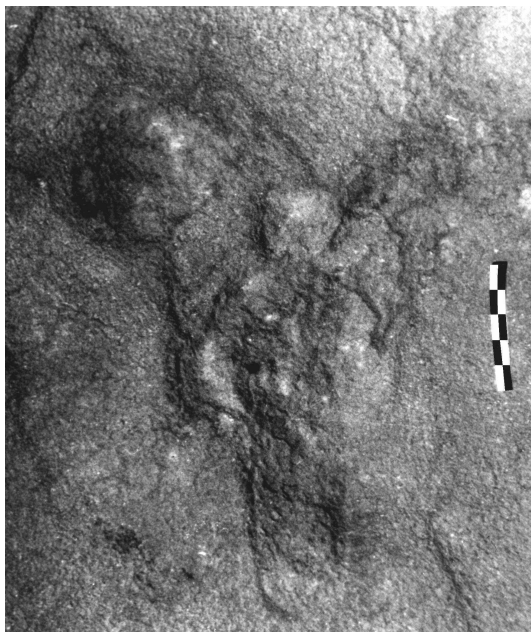
** Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski, ul. Miecznikowa 1, 02-096 Warszawa

wodopoje dla wielu gatunków drapieżnych płazów i gadów. Odwiedzając je zwierzęta mogły pokonywać pasy wydmy. Ze stanowiska na Górze Sosnowicy pochodzi unikalny zapis wędrówki czworonoga po stoku wydmy (Ryc. 10). Najprawdopodobniej jest to ichnorodzaj *Amphisauropus*, powszechnie tu występujący. Świadczy o tym szerokość szlaku tropów, kąt krokowy, ich wzajemne położenie a także rozmiary (średnia długość tropu wynosi 7 cm). Inte-



Ryc. 2. *Batrachichnus* Woodworth 1900. Odlewy naturalne. Jaworzna

Fig. 2. *Batrachichnus* Woodworth 1900. Natural casts. Jaworzna

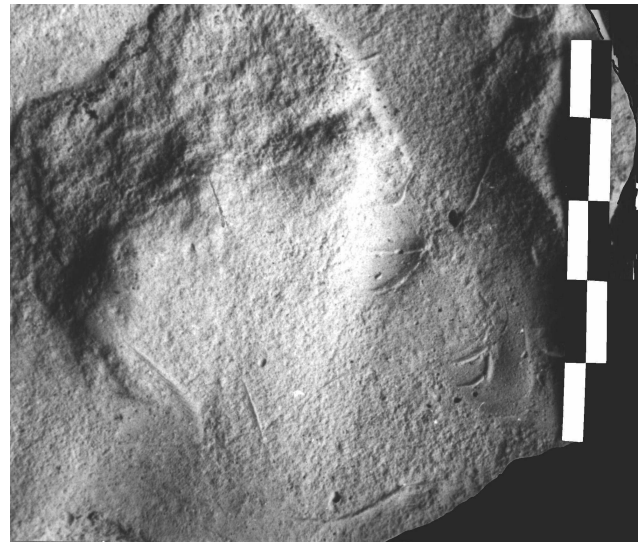


Ryc. 3. *Limnopus* Marsh 1894. Para śladów lewych kończyn tylnej i przedniej. Odlew naturalny. Tumlin Gród

Fig. 3. *Limnopus* Marsh, 1894. Set of left pes and manus imprints. Natural cast. Tumlin Gród

resujące jest również masowe nagromadzenie tropów Rhynchosauroidae (ryc. 9). Na Górze Sosnowicy odkryto także powierzchnię gdzie większość tropów reprezentuje *Amphisauropus*, którego twórcy są identyfikowani z płazami (Gand & Haubold, 1988). Być może jest to zapis gromadzenia się płazów w pobliżu zbiornika wodnego w okresie suszy.

Ogniwo z Tumlina (Kuleta i Nawrocki, 2000) i paralizowane z nim warstwy ze Stryczowic (Senkowiczowa i Ślącza, 1962, Senkowiczowa, 1970; Szyperko-Teller i in., 1997) zaliczono do dolnego (Fijałkowska, 1994; Kuleta & Nawrocki, 2000), środkowego (Senkowiczowa, 1970; Grdziński i in., 1979) lub częściowo dolnego, a częściowo



Ryc. 4. *Amphisauropus* Haubold 1970. Ślad kończyny tylnej lewej. Odlew naturalny. Góra Sosnowica

Fig. 4. *Amphisauropus* Haubold 1970. Left pes imprint. Natural cast. Sosnowica Hill



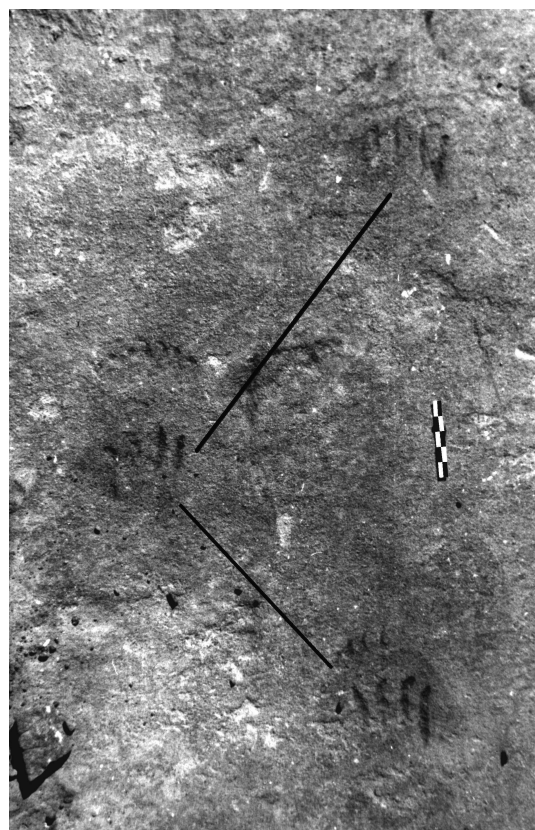
Ryc. 5. *Rhynchosauroides* Maidwell 1911. Para śladów lewych kończyn tylnej i przedniej. Odlew naturalny. Góra Sosnowica

Fig. 5. *Rhynchosauroides* Maidwell, 1911. Set of left pes and manus imprints. Natural cast. Sosnowica Hill



Ryc. 6. *Paradoxichnium* Müller 1959. Szlak tropów zachowanych w formie naturalnych odcisków. Tumlin Gród

Fig. 6. *Paradoxichnium* Müller 1959. Trackway preserved as natural mold. Tumlin Gród



Ryc. 7. *Phalangichnus* Schmidt 1959. Szlak tropów zachowanych w formie naturalnych odcisków. Tumlin Gród

Fig. 7. *Phalangichnus* Schmidt 1959. Trackway preserved as natural mold. Tumlin Gród

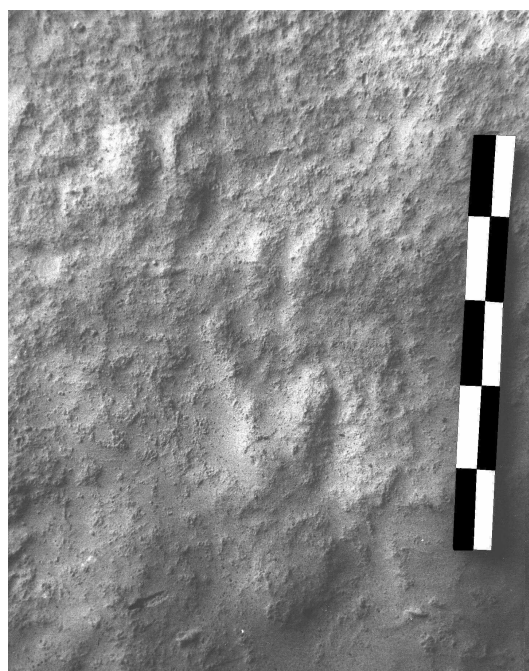
środkowego pstręgo piaskowca (Szyperko-Śliwczyńska, 1980).

Nowe odkrycia tropów kręgowców w dolnym pstrym piaskowcu Gór Świętokrzyskich pozwalają już obecnie na przedstawienie listy stwierdzonych dotychczas ichnorodząjów oraz wyciągnięcie z ich obecności ważnych wniosków stratygraficznych.

W dolnym pstrym piaskowcu Gór Świętokrzyskich zostały oznaczone następujące ichnorodzaje kręgowców:

Batrachichnus Woodworth 1900 (ryc. 2)

W odsłonięciach najniższego pstręgo piaskowca oraz ogniwa z Tumlina występują na niektórych powierzchniach licznie tropy bardzo małych rozmiarów. Ślady ich



Ryc. 8. *Varanopus* Moodie 1929. Para śladów lewych kończyn tylnej i przedniej. Odlew naturalny. Góra Sosnowica

Fig. 8. *Varanopus* Moodie 1929. Set of left pes and manus imprints. Natural cast. Sosnowica Hill



Ryc. 9. Powierzchnia z masowym nagromadzeniem śladów kręgowców. Odlewy naturalne. Góra Sosnowica

Fig. 9. Surface with numerous vertebrate imprints. Natural casts. Sosnowica Hill

czubków palców nie wykazują obecności pazurów. Kształt tropów oraz ich wielkość, pomimo zwykle złego stanu zachowania, wskazują na przynależność do ichnorodzaju *Batrachichnus*.

Limnopus Marsh 1894 (ryc. 3)

Do ichnorodzaju *Limnopus* należą tropy występujące masowo na niektórych powierzchniach piaskowców ogniwa z Tumlina, obserwowane również w utworach najniższego pstręgo piaskowca, kilkucentymetrowych rozmiarów. Ich cechą charakterystyczną są okrągłe odciski czubków palców bez śladów pazurów, obecność tylko czterech palców w przednich kończynach, a także duży odcisk palca I.

Amphisauropus Haubold 1970 (ryc. 4)

Stosunkowo krótkie i szerokie, kilkucentymetrowych rozmiarów tropy występują często w odsłonięciach zarówno najniższego pstręgo piaskowca, jak i ogniwa z Tumlina. Charakterystyczna jest szerokość szlaku tropu kończyn tylnych równa w przybliżeniu szerokości szlaku tropu kończyn przednich, niska wartość kąta krokowego a także brak pazurów; czubki palców są zaokrąglone lub mają jedynie stożkowy zarys. Wyraźny jest także ślad palca V. Kształt tropów kończyn przednich jest podobny do kształtu tropów kończyn tylnych. Kompozycja tych cech jednoznacznie przemawia za przynależnością do ichnorodzaju *Amphisauropus*.

Rhynchosauroides Maidwell 1911 (ryc. 5)

Już w najniższym pstrym piaskowcu Gór Świętokrzyskich, a także w utworach ogniwa z Tumlina występują dobrze zachowane tropy *Rhynchosauroides* opisane z najniższego pstręgo piaskowca Dołów Opacich jako *Procolophonichnium* sp. (Ptaszyński, 1996). Wszelkie ich cechy są zgodne z cechami zdefiniowanymi dla ichnorodzaju *Rhynchosauroides*, a duża ilość dobrze zachowanych szlaków tropów pozwala obserwować zmienne ułożenie tropów: tropy kończyn tylnych mogą znajdować się za przednimi, na tej samej wysokości lub mogą być ułożone przekraczając przed tropami kończyn przednich.

Palmichnus Schmidt 1959, *Paradoxichnium* Müller 1959 (ryc. 6), *Phalangichnus* Schmidt 1959 (ryc. 7)

W utworach ogniwa z Tumlina występują reprezentanci tych trzech znanych uprzednio z utworów permu ichnorodzajów. Cechy tropów dobrze odpowiadają diagnozom ichnorodzajów, które reprezentują. Materiały z Gór Świętokrzyskich pozwalają ponadto pełniej zinterpretować charakter tropów, a także zająć stanowisko wobec rewizji taksonomicznych jakie ukazały się w ostatnich latach (Haubold i in., 1995; Haubold, 1996; Haubold & Stapf, 1998).

Varanopus Moodie 1929 (ryc. 8)

Są to niewielkie tropy pięciopalcowych kończyn tylnych i przednich, liczne na powierzchniach niektórych ławic piaskowca ogniwa z Tumlina, obecne także w najniższym pstrym piaskowcu Zachełmia. Niektórym tropom towarzyszą ślady wleczenia ogonów. Ślady kończyn przednich są położone przed śladami kończyn tylnych. Kąt krokowy kończyn tylnych jest niski, a długość ich tropów równa w przybliżeniu szerokości. Palec V kończyny tylnej osiąga długość bliską długości palca II. Oś kończyny tylnej jest w przybliżeniu równoległa do osi szlaku tropów. Tropy kończyn przednich są mniejszych rozmiarów lecz podobnego kształtu.

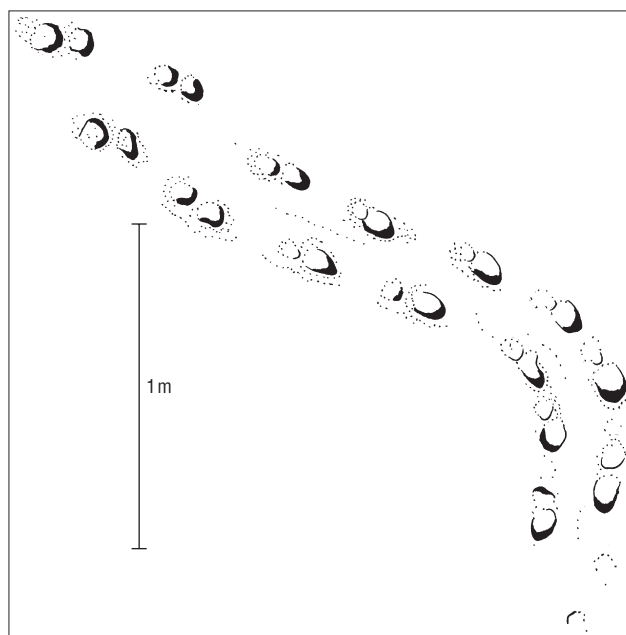
Dimetropus Romer i Price 1940

Tropy z piaskowców tumlińskich należące do tego ichnorodzaju mają stosunkowo duże rozmiary. Są jednak w większości przypadków słabo lub fragmentarycznie zachowane. U niektórych okazów w śladach palców I–IV są widoczne wyraźnie zaznaczone pazury dużych rozmiarów. Charakterystyczny sposób zachowania i kształt pozwalają uznać te tropy za reprezentantów ichnorodzaju *Dimetropus*. Być może zaliczyć do niego należy również okaz opisany jako „Protosauria indet.” (Ptaszyński, 2000b).

Chelichnus Jardine 1850 (= *Laoporus* Lull, 1918)

Tropy reprezentujące ten ichnorodzaj są znane z piaskowców ogniwa z Tumlina. Jakkolwiek rzadko napotykanne i słabo zachowane, mają cechy pozwalające stwierdzić obecność tego ichnorodzaju, pomimo, iż twórcy Rhynchosauroidae w niektórych przypadkach pozostawiali tropy o podobnym kształcie.

Badania tropów kręgowców w odsłonięciach powierzchniowych pstręgo piaskowca Gór Świętokrzyskich ostatnich lat (Fuglewicz i in., 1990; Ptaszyński, 1996, 2000a, b; Kuleta i in., 2001) uzupełniają wiedzę dotyczącą rozwoju życia na lądach w okresie sedimentacji pstręgo piaskowca. Góry Świętokrzyskie stanowią niewielki obszar na którym występują różnowiekowe zespoły ichnofauny kręgowców. Istnienie przedstawicieli najstarszego wczesnotriasowego zespołu z Chirotheriidae opisanego po raz pierwszy z Wiór (Fuglewicz i in., 1990; Ptaszyński, 2000a) zostało potwierdzone na obszarze Niemiec (Fichter & Lepper, 1997). Obecność tropów kręgowców z *Chirotherium barthi* Kaup 1835, *Capitosauroides* sp. i *Rhynchosauroides* cf. *schocharthi* (Rühle von Lilienstern 1939) w utworach formacji z Baranowa (Kuleta i in., 2001) potwierdza bliskość faun opisanych z obszarów Polski i Niemiec, a obecność *Chirotherium barthi* znana autorom z odsłonięcia warstw z Krynek we wsi Małe Jodło na NE



Ryc. 10. Trop kręgowca (?*Amphisauropus*) wędrującego po stoku wydmy. Nachylenie stoku wydmy ku dołowi rysunku. Góra Sosnowica

Fig. 10. Trackway of a vertebrate animal (?*Amphisauropus*) walking through the dune slope. The inclination of dune slope downward the drawing. Sosnowica Hill

obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich wraz z prawdopodobnym *Isochirotherium herculis* (Egerton 1839) z warstw z Krynek znalezionym w Jarugach (= *Chirotherium luniewskii* Karaszewski 1976) można odnieść do zespołu z *Chirotherium barthi*, *Ch. sickleri* i *Isochirotherium herculis* z retu Niemiec.

Sedymentacja pstręgo piaskowca rozpoczęła się na obszarze Gór Świętokrzyskich po cechszynie, którego wiek jest określany na dżulf i wczesny doraszam (Kozur, 1978, 1988; Wagner, 1994, 1997; Kozur, 1998a, b). Wiek pstręgo piaskowca określano dawniej tradycyjnie jako wczesnotriasowy przyjmując według von Albertiego (1834) jego dolną granicę za dolną granicę systemu triasowego. Późniejsze próby dokładniejszego wyznaczenia granicy permu i triasu w obrębie kontynentalnych utworów obszaru Polski opierały się na świadectwach sedymentologicznych i geochemicznych obecności transgresywnych osadów związanych z postulowaną ogólnościową transgresją na początku triasu (Pieńkowski, 1989, 1991; Wagner, 1994), lub na rezultatach badań paleomagnetycznych (Nawrocki i in., 1993; Nawrocki, 1995; Kuleta & Nawrocki, 2000).

W najniższym pstrym piaskowcu Gór Świętokrzyskich pojawia się zespół mikroflory *Lundbladispora obsoleta-Protohaploxylinus pantii*. Zespół ten wyznaczający niesamoistny poziom zespołowy ograniczony międzypoziomami jałowymi (patrz Birkenmajer i in., 1975) uznano za równowiekowy asocjacji *Protohaploxylinus* współwystępującej z fauną *Otoceras* we wschodniej Grenlandii. Jego wiek określano dotychczas zgodnie jako wczesnotriasowy (Orłowska-Zwolińska, 1984; Marcinkiewicz, 1992; Fijałkowska, 1992, 1994; Wagner, 1994; patrz też Szyperko-Teller i in., 1997). W tym ujęciu granica permu i triasu pozostawała bliska dolnej granicy pstręgo piaskowca. Dotychczas jedynie Fuglewicz (1987) opierając się na porównaniach mikroflory pstręgo piaskowca dolnego obszaru Polski z mikroflorą Chin sugerował znacznie wyższe jej położenie, uznając wiek istotnej części profilu pstręgo piaskowca dolnego za późnopermski.

Ustalenie granicy pomiędzy systemami permskim i triasowym w spągu poziomu filogenetycznego (patrz Birkenmajer i in., 1975) *Hindeodus parvus* (Kozur, 1988, 1998a, b, 2001, inf. ustna) pozwala stwierdzić późnopermski wiek utworów z *Otoceras* i *Protohaploxylinus* (Kozur, 1998a, b) a tym samym późnopermski wiek poziomu *Lundbladispora obsoleta-Protohaploxylinus pantii*. Potwierdzony jest on dodatkowo obecnością spor *Tympanicysta* (Fijałkowska, 1992), których masowe wystąpienie uznano za zdarzenie globalne ograniczone do najmłodszego permu (Kozur, 1998b).

Granice chronostratygraficzne nie istnieją jako byty samodzielne. Ich wyznaczanie służy systematyzacji wiedzy. Dawniej wystarczyły do tego celu cechy litologiczne utworów geologicznych, dlatego granice te ustalano zazwyczaj zgodnie z granicami litologicznymi i pojawianiem się nowych zespołów skamieniałości związanych z rzeczywistością ze zmianą środowiska sedymentacji. W czasie bliskim granicom systemów bardzo prawdopodobne jest jednak współistnienie w tym samym czasie obszarów o typie sedymentacji oraz skamieniałościach charakterystycznych dla obu następujących po sobie systemów. Tłumaczy to wrażenie, że w wielu profilach na granicach

systemów następują powszechnie zmiany facji, zjawiska tektoniczne bądź masowe wymieranie organizmów połączone z zastępowaniem przez inne, z założenia charakterystyczne dla kolejnego systemu. Prace będące kompilacjami badań zasięgów stratygraficznych powtarzają błędy lub niedokładności oceny wieku zespołów skamieniałości i ich odległości czasowej, implikując tym samym błędną ocenę rzeczywistych powiązań i wieku zjawisk (Kozur, 1998a, b).

Brak możliwości dokładnej korelacji chronologicznej oraz przyjmowanie przypadku za zasadę było przyczyną zakładania istnienia wielu zjawisk o charakterze katastroficznym zmieniających gruntownie i nagle charakter sedymentacji, a także zespoły organizmów żywych w nie związanych ze sobą bezpośrednio, odległych basenach sedymentacyjnych (patrz Nawrocki i in., 1993; Wagner, 1994). W oparciu o te założenia modne stało się mnożenie „wielkich wymierań” o charakterze nagłych katastrof, których przynajmniej skala, w obliczu fragmentaryczności zapisu kopalnego oraz braku możliwości korelacji zdarzeń z pożądaną dokładnością, może w wielu przypadkach budzić wątpliwości (Kozur, 1998a, b; Sarjeant & Currie, 2001). Świadectwa rzeczywistego wymierania i rzeczywistych katastrof geologicznych, jeśli okażą się odległe w czasie o kilka milionów lat, okres czasu nie zawsze łatwo uchwytne w skali geologicznej, narzucają inną interpretację zdarzeń i ich ewentualnych wzajemnych powiązań.

Bogaty zespół ichtnofauny kręgowców z ogniwa z Tumlina, oraz podobny lub nawet identyczny z nim zespół z najniższego pstręgo piaskowca Gór Świętokrzyskich nie mają znanych odpowiedników w pstrym piaskowcu. Reprezentują je ichtnorodzaje znane dotychczas z utworów, których permski wiek nie budzi wątpliwości, mając tylko jeden ichtnorodzaj wspólny z zespołami triasowymi. Ichnorodzaj ten (*Rhynchosauroides*) bez wątpliwości występuje jednak już w późnym permie, w najbardziej zbliżonym do nich, starszym zespole tropów z piaskowców Val Gardena (Conti i in., 1977; Ceoloni i in., 1986). W zespołach ichtnofaun kręgowców pstręgo piaskowca dolnego Gór Świętokrzyskich nie stwierdzono występujących jeszcze w piaskowcach Val Gardena ichtnorodzajów *Hyloidichnus* Gilmore 1927, *Ichniotherium* Pohlig 1892 i *Dromopus* Marsh 1894 (Conti i in., 1977; Ceoloni i in., 1986). Jednocześnie brak tu znanych od wczesnego triasu przedstawicieli Chirotheriidae. Świadczy to o stopniowych, kilkietapowych przemianach faun kręgowców lądowych zachodzących w czasie późnego permu. Przemiany te nie mają więc charakteru katastroficznego (por. Kozur 1998a, s. 256).

Wobec zdecydowanie „permskiego” charakteru ichtnofauny kręgowców pstręgo piaskowca dolnego i późnopermskiego wieku poziomu *Lundbladispora obsoleta-Protohaploxylinus pantii*, naturalnym i uzasadnionym, zdaniem autorów, wnioskiem jest przyjęcie późnopermskiego (późny doraszam) wieku ogniwa piaskowców z Tumlina i uznanie tym samym za późnopermski wiek całego profilu pstręgo piaskowca dolnego (w ujęciu Kulety i Nawrockiego, 2000) odsłoniętego w Górach Świętokrzyskich. Status poziomu *Lundbladispora obsoleta-Protohaploxylinus pantii* pozwala na taką interpretację. Granica permu i triasu przebiega więc w Górach Świętokrzyskich w pobliżu litologicznej granicy dolnego i środkowego pstręgo piaskowca, zgodnie z sugere-

stią Fuglewicza (1987) dotyczącą położenia granicy tych systemów w profilach pstręgo piaskowca Niżu Polskiego. Przedstawiona ichnofauna kręgowców jest przedmiotem dalszych szczegółowych badań paleoichnologicznych.

Autorzy składają podziękowania pracownikom Oddziału Świętokrzyskiego Państwowego Instytutu Geologicznego w Kielcach: paniom mgr Marii Kulecie, mgr inż. Stanisławie Zbroji, panu mgr inż. Jerzemu Gągoliowi za pomoc w pracach terenowych oraz życzliwe uwagi i sugestie. Pragniemy także podziękować Sławomirovi Ptaszyńskiemu i Łukaszowi Ptaszyńskiemu, współuczestnikom prac terenowych i odkrywcom wielu cennych okazów.

Literatura

- BIRKENMAJER K. (red.), ALEXANDROWICZ S., BURCHART J., CIEŚLIŃSKI S., DADLEZ R., KUTEK J., NOWAK W., ORŁOWSKI S., SZULCZEWSKI M. & TELLER L. 1975 — Zasady polskiej klasyfikacji, terminologii i nomenklatury stratygraficznej. Instr. Met. Bad. Geol., 33: 1–63.
- CEOLONI P., CONTI M. A., MARIOTTI N. & NICOSIA U. 1986 — New late Permian tetrapod footprints from Southern Alps. Mem. della Soc. Geol. Ital., 34: 45–65.
- CONTI M. A., LEONARDI G., MARIOTTI N. & NICOSIA U. 1977 — Tetrapod footprints of the „Val Gardena Sandstone” (North Italy). Their paleontological, stratigraphical and paleoenvironmental meaning. Paleontographia Ital., 70: 1–91.
- FICHTER J. & LEPPER J. 1997 — Die Fährtenplatte von Heuberg bei Gieselwerder. Philippia, 8: 35–60.
- FIJAŁKOWSKA A. 1992 — Palinostratygrafia osadów cechsztynu i dolnego pstręgo piaskowca w północno-zachodniej części Gór Świętokrzyskich. Prz. Geol., 40: 468–473.
- FIJAŁKOWSKA A. 1994 — Palynostratygrafia of the Lower and Middle Buntsandstein in north-western part of the Holy Cross Mts. Kwart. Geol., 38: 59–84.
- FUGLEWICZ R. 1987 — Górnopermski zespół gondwańskich mióspor w osadach dolnego pstręgo piaskowca Polski. Prz. Geol., 35: 583–586.
- FUGLEWICZ R., PTASZYŃSKI T. & RDZANEK K. 1990 — Lower Triassic footprints from the Świętokrzyskie (Holy Cross) Mountains, Poland. Acta Palaeont. Pol., 35: 109–164.
- GAND G. & HAUBOLD H. 1988 — Permian Tetrapod Footprints in Central Europe, Stratigraphical and Palaeontological Aspects. Z. Geol. Wiss., 16: 885–894.
- GRADZIŃSKI R., GĄGOL J. & ŚLĄCZKA A. 1979 — The Tumlin Sandstone (Holy Cross Mts., Central Poland): Lower Triassic deposits of aeolian dunes and interdune areas. Acta Geol. Pol., 29: 151–175.
- GRADZIŃSKI R. & UCHMAN A. 1994 — Trace fossils from interdune deposits—an example from the Lower Triassic aeolian Tumlin Sandstone, central Poland. Palaeogeogr. Palaeoclim., 108: 121–138.
- HAUBOLD H., LOCKLEY M. G., HUNT A. P. & LUCAS S. G. 1995 — Lacertoid footprints from Permian dune sandstones, Cornberg and DeChelly sandstones. [W:] Lucas S. G., Heckert A. B. (red.). Early Permian footprints and facies. New Mexico Mus. Nat. Hist. Sc. Bull., 6: 235–244.
- HAUBOLD H. 1996 — Ichnotaxonomie und Klassifikation von Tetrapodenfährten aus dem Perm. Hallesches Jahrb. Geowiss., B, 18: 23–88.
- HAUBOLD H. & STAPF H. 1998 — The Early Permian tetrapod track assemblage of Nierstein, Ständenbühl Beds, Rotliegend, Saar-Nahe Basin, SW-Germany. Hallesches Jahrb. Geowiss., B, 20: 17–32.
- KARASZEWSKI W. 1976 — Chirotherium łuniewskii sp. nov. from Roethian sediments of the Holy Cross Mts. (Central Poland). Bull. Acad. Pol. Sc., Ser. Sc. Terre, 24: 23–25.
- KOZUR H. 1978 — The correlation of the Uppermost Carboniferous and Permian of middle and western Europe with the marine standard scale. International Symposium Central European Permian. Jabłonna, April 27–29, 1978: 426–450.
- KOZUR H. 1988 — The Permian–Triassic boundary in marine and continental sediments. Zentralbl. Geol. Paläont., 1: 1245–1277.
- KOZUR H. 1998a — Some aspects of the Permian–Triassic boundary (PTB) and of the possible causes for the biotic crisis around this boundary. Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., 143: 227–272.
- KOZUR H. 1998b — Problems for Evaluation of the Scenario of the Permian–Triassic Boundary Biotic Crisis and of Its Causes. Geol. Croatica, 51: 135–162.
- KULETA M. 2000 — Osady pstręgo piaskowca w kamieniołomie Zachełmie. Posiedz. Nauk. Państw. Inst. Geol. za okres 1 styczeń–31 grudzień 1999 r., 56: 128–130.
- KULETA M. & NAWROCKI J. 2000 — Litostratygrafia i magnetostratygrafia pstręgo piaskowca w północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. Arch. PIG Kielce.
- KULETA M., NIED WIEDZKI G. & PTASZYŃSKI T. 2001 — Tropy kręgowców z retu Baranowa, Góry Świętokrzyskie. Prz. Geol., 49: 325–327.
- MARCINKIEWICZ T. 1992 — Megasporowy schemat stratygraficzny osadów pstręgo piaskowca w Polsce. Biul. Państw. Inst. Geol., 368: 65–96.
- NAWROCKI J., WAGNER R. & GRABOWSKI J. 1993 — The Permian/Triassic boundary in the Polish Basin in the light of paleomagnetic data. Geol. Quart., 37: 565–578.
- NAWROCKI J. 1995 — Skala magnetostratygraficzna dla utworów czerwonego spągowca, cechsztynu i pstręgo piaskowca w obszarze Polski. Prz. Geol., 43: 1027–1029.
- ORŁOWSKA-ZWOLIŃSKA T. 1984 — Palynostratygrafia of the Buntsandstein in section of Western Poland. Acta Palaeont. Pol., 29: 161–194.
- PIEŃKOWSKI G. 1989 — Sedymentologiczne kryterium wyróżniania granicy cechsztynu/pstry piaskowiec oraz perm/trias w Polsce. Prz. Geol., 36: 237–247.
- PIEŃKOWSKI G. 1991 — Facies criteria for delimitating Zechstein/Buntsandstein and Permian/Triassic boundaries in Poland. Zentralbl. Geol. Paläont., 1: 893–912.
- PTASZYŃSKI T. 1996 — Ślady gadów w najniższym pstrym piaskowcu okolic Ostrowca Świętokrzyskiego. Prz. Geol., 44: 1042–1043.
- PTASZYŃSKI T. 2000a — Lower Triassic vertebrate footprints from Wióry, Holy Cross Mountains, Poland. Acta Palaeont. Pol., 45: 151–194.
- PTASZYŃSKI T. 2000b — Tropy kręgowców z piaskowca tumlińskiego Góry Grodowej — Góry Świętokrzyskie. Prz. Geol. 48: 418–421.
- SARJEANT A. S. & CURRIE P. J. 2001 — The „Great Extinction” that never happened: the demise of the dinosaurs considered. Canad. Jour. Earth Sc., 38: 239–247.
- SENKOWICZOWA H. & ŚLĄCZKA A. 1962 — Pstry piaskowiec na północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. Roczn. Pol. Tow. Geol., 32: 313–337.
- SENKOWICZOWA H. 1970 — Trias. [W:] Rühle W. (red.). Stratygrafia mezozoiku obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Pr. Inst. Geol., 56: 7–48.
- SZYPERKO-ŚLIWCZYŃSKA A. 1980 — Litostratygrafia pstręgo piaskowca w Polsce i projekt jej usystematyzowania. Kwart. Geol., 24: 275–298.
- SZYPERKO-TELLER A., SENKOWICZOWA H. & KUBERSKA M. 1997 — Trias dolny (pstry piaskowiec). [W:] Marek S., Pajchłowa M. (red.). Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. Pr. Państw. Inst. Geol., 153: 83–132.
- WAGNER R. 1994 — Stratygrafia osadów i rozwój basenu cechsztyńskiego na Niżu Polskim. Pr. Państw. Inst. Geol., 146: 1–71.
- WAGNER R. 1997 — Perm górny (cechsztylny). [W:] Marek S. & Pajchłowa M. (red.). Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. Pr. Państw. Inst. Geol., 153: 63–82.