

Stanowisko z tropami kręgowców z osadów najwyższego środkowego pstręgo piaskowca Gór Świętokrzyskich

Maria Kuleta*, Grzegorz Niedźwiedzki**, Stanisława Zbroja*



M. Kuleta

G. Niedźwiedzki

S. Zbroja

Vertebrate track site in the uppermost Middle Buntsandstein of the Holy Cross Mountains, Poland *Prz. Geol.*, 54: 1081–1088.

Summary. The Middle Buntsandstein material of vertebrate tracks has been found at new site in the northern margin of the Holy Cross Mountains (central Poland). Several dozen specimens of *Chirotheriidae* (*Chirotherium* cf. *barthii*, cf. *Brachychirotherium* sp., *Isochirotherium* sp., and *Chirotheriidae* indet.) and *Rhynchosauroidea* (*Rhynchosauroidea* sp., *Rhynchosauroidea* indet.) tracks are reported from the deposits of the Samsonów Formation (=Pseudoolithic Beds) at the Pałęgi clay pit located near Mniów. Poorly preserved cf. *Capitosauroides* sp. and numerous swimming animal traces were also found in this site. Those are the first finds of vertebrate tracks from

the uppermost Middle Buntsandstein strata in the Holy Cross Mountains.

Key words: vertebrate tracks, Middle Buntsandstein, Triassic, Holy Cross Mountains, Poland

Tropy kręgowców są bardzo pospolitymi skamieniałościami śladowymi w osadach pstręgo piaskowca Gór Świętokrzyskich. Zidentyfikowane zostały na tym obszarze już w kilkadziesiąt stanowiskach (Niedźwiedzki & Ptaszyński, 2004).

W 2001 r. trakcie penetracji hałdy kopalni iłów w Pałęgach oraz osadów odsłoniętych w wyrobisku (ryc. 1) autorzy znaleźli ślady kręgowców oraz zróżnicowany zespół ichtnoskamieniałości bezkręgowców. Możliwość występowania w tym odsłonięciu tropów kręgowców zasugerowała Pani mgr inż. Anna Piskorz (1999, informacja ustna). W czasie badań terenowych prowadzonych w latach 2002–2005 w stanowisku tym rozpoznane i zebrane zostały zróżnicowane i liczne tropy kręgowców. Zgromadzony materiał jest obecnie obiektem szczegółowych analiz ichtnotaksonomicznych i paleoekologicznych.

Prowadzone w odsłonięciu obserwacje następstwa lito-facjalnego i struktur sedymentacyjnych oraz ich wstępna interpretacja genetyczna pozwalają wiązać powstanie omawianych osadów ze środowiskiem fluwialnym, obejmującym strefę pozakorytową rzeki meandrującej lub anastomozującej, tj. glików krewasowych i równi zalewowej. Szczegółowe badania sedymentologiczne osadów (w tym także nad określeniem charakteru gleb i ich klasyfikacją) są w toku.

Ogólne tło geologiczne odsłonięcia w Pałęgach

Kopalnia Pałęgi znajduje się w obrębie wschodniej części megaantykliny Radoszyc — głównej jednostki tektonicznej zachodniej części obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich. Udokumentowane tu złożo iłów kamionkowych (Szajn & Piskorz, 1998, 2001) eks-

ploatowane metodą odkrywkową, odsłoniło ok. 12-metrowy profil osadów zaliczanych litostratygraficznie do najwyższej części środkowego pstręgo piaskowca. Przez Jurkiewiczową (1965) zostały określone jako seria hieroglifowa, Senkowiczową (1970) jako warstwy pseudoolitowe, które są równoważne formacji z Samsonowa według Kulety (Kuleta & Nawrocki, 2000).

Kompleks surowcowy w Pałęgach stanowią iłowce pylaste o barwie ciemnowisniowej, przechodzące w brązowo-wisniowe mułowce ilaste oraz mułowce piaszczyste (ryc. 2A). Jako przerosty płonne w złożu traktowane są wkładki różowokremowych piaskowców, drobno- i średnioziarnistych (Szajn & Piskorz, 1998, 2001). Ich szacunkowy udział wynosi ok. 4%. Występują jako cienkie, wyklinowujące się izolowane warstwy (grubości do 20 cm) w obrębie eksploatowanych iłów oraz tworzą ok. 1,5 m pakiet ławic piaskowcowych przewarstwianych oliwkowymi iłowcami i mułowcami. Osady zapadają monoklinalnie pod kątem 10° na NW (ryc. 2B).

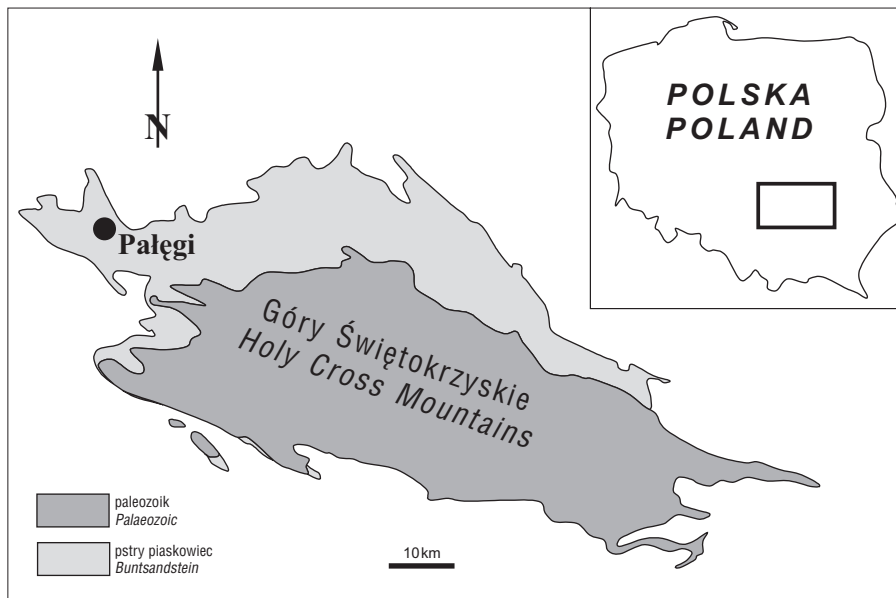
Zapis sedymentacyjny

Pakiet piaskowcowo-iłowcowy. W środkowej części NW ściany kopalni odsłania się pakiet osadów złożony z ławic piaskowców oraz iłowców, których ilość i grubość jest lateralnie zmienna i obserwowana na długości kilkadziesiąt metrów, zgodnie z rozciągłością warstw. Zarówno dolna jak i górna powierzchnia opisywanego pakietu jest nierówna, erozyjna (ryc. 2C).

Najgrubsze ławice piaskowców (do 60 cm), reprezentowane przez odmiany średnioziarniste z domieszką grubszych frakcji, wykazują charakterystyczne cechy dla osadów korytowych glifu. Leżą one na wklęsłych powierzchniach wyerodowanych w leżących niżej osadach. Piaskowce są zazwyczaj porowate, warstwowane przekątnie w dużej skali, o rynnowych i tabularnych zarysach zestawów lamin. W górnych członach poszczególne ławice może występować warstwowanie związane z małymi riplemarkami. Domieszka grubszego materiału ziarnowego należącego do kwarcu oraz głównie do drobno- i średniozlepionych intraklastów iłowcowych jest

*Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce; maria.kuleta@pgi.gov.pl, stanislawa.zbroja@pgi.gov.pl

** Zakład Zoologii, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski, ul. S. Banacha 2, 02-097 Warszawa; Dział Paleontologii, Muzeum Przyrody i Techniki w Starachowicach, ul. Wielkopiecowa 1, 27-200 Starachowice; grzegorzniezdzwiedzki@yahoo.com



Ryc. 1. Lokalizacja stanowiska z nowymi znaleziskami tropów kręgowców z osadów środkowego pstrego piaskowca w Górach Świętokrzyskich

Fig. 1. Location of site with new finds of vertebrate tracks in the Middle Buntsandstein deposits of the Holy Cross Mountains, Poland

nagromadzona w najniższych częściach ławic oraz na granicach zestawów lamin przekątnych. Obok intraklastów są obecne (miejscami w znacznych ilościach) fragmenty łądy roślin skrzypowych, innych paprotnikowatych oraz nagonasiennych (do 20 cm długości, często wypreparowane) o różnym stopniu uwęglenia lub tylko ich odlewy (ryc. 3). Notowano również sporadycznie obecność nieregularnych brył węgliasto-iłastych wielkości kilku centymetrów.

Piaskowce drobnoziarniste, tworzące cieńsze ławice (10 do 40 cm) wykazują charakterystyczne warstwowanie riplemarkowe. Obecne są również takie, w których warstwowanie riplemarkowe występuje w wyższej części, w dolnej natomiast obecne jest warstwowanie przekątne, tabularne w dużej i średniej skali oraz domieszka drobnych intraklastów iłowcowych i pokruszonej zwęglonej flory. Struktury depozycyjne są bardzo dobrze zarysowane dzięki znacznej zawartości pigmentu organicznego, podkreślającego przebieg lamin i zarysy poszczególnych zestawów. Małe riplemarki są także bardzo dobrze zachowane na powierzchniach ławic piaskowców jako prądowne riplemarki proste, kręte, księżycowe, językowe i nieregularne. Liczne są tu również struktury deformacyjne i erozyjne, jak np. bruzdy prądowne, pogrąży, szczeliny z wysychania oraz struktury biogeniczne — ślady działalności życiowej zwierząt bezkręgowych oraz tropy kręgowców. Te ostatnie

w postaci odlewów notowane są głównie na spągowych powierzchniach warstw. Piaskowce te reprezentują osady zalewów warstwowych w obrębie gliku krewasowego (patrz Miall, 1996). Wśród skamieniałości śladowych bezkręgowców udało się rozpoznać ichnorodzaje: *Planolites*, *Palaeophycus*, *Lockeia* oraz ślady stawonogów przypominające ichnorodzaje *Diplichnites*, *Cruziana*, *Rusophycus*, *Kouphichnium* (ryc. 4).

Występujące w przewarstwieniach oliwkowe osady iłowcowo-mułowcowe są poziomo laminowane. Partiami tworzą utwory w typie heterolitu iłowcowo-mułowcowego złożonego z cienkich (kilka mm) warstewek. Na powierzchniach oddzielności występuje uwęglony drobny detrytus roślinny a także liczne muszloraczki (*Conchostraca*). Genezę tych osadów można wiązać z procesami depozycyjnymi w obrębie gliku krewasowego, np. formowanie wałów brzegowych koryt prowadzących oraz jako

końcowy efekt fazy zalewów warstwowych, lub uznać za osady równi zalewowej zazębiające się z osadami gliku. Rozpoznana dobrze zachowana fauna muszloraczków oraz szczątki innych stawonogów oraz mięczaków są obecnie przedmiotem badań. Oznaczenia taksonomiczne tej fauny mają duże znaczenie w określeniu pozycji biostratygraficznej tych osadów.

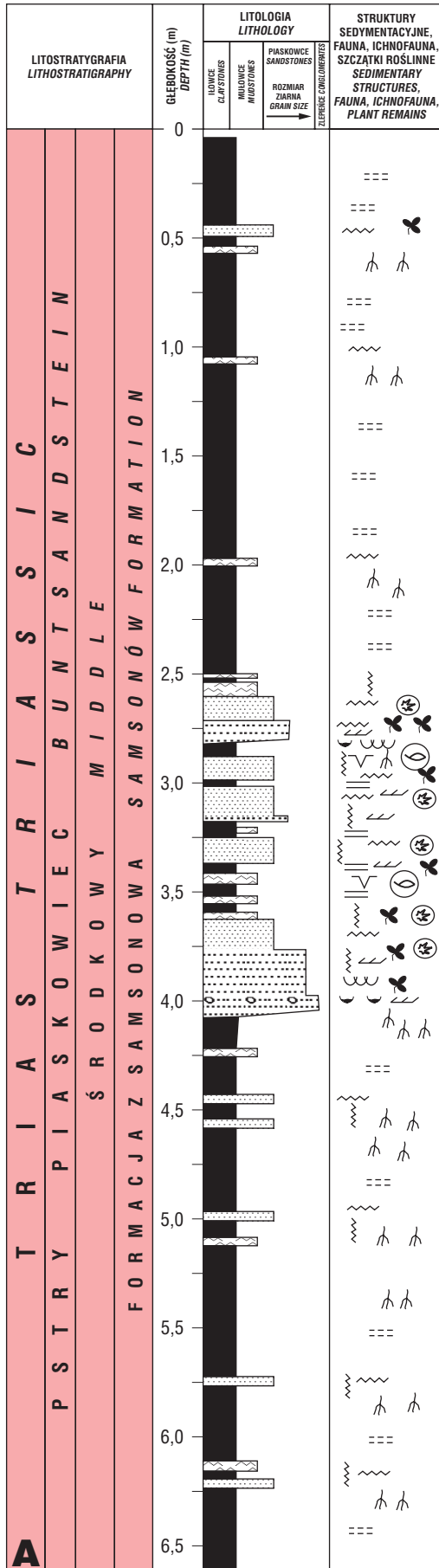
Pakiet iłowcowo-mułowcowy

Wiśniowobrazowe utwory iłowcowo-mułowcowe stanowiące podstawową odmianę litologiczną omawianego profilu, wykazują niewyraźne drobne uławicenie i laminacją poziomą o różnej wyrazistości i grubości lamin. Utwory te interpretowane są jako osady równi zalewowej. Bardzo częstym zjawiskiem są biogeniczne struktury deformacyjne związane z obecnością licznych śladów korzeni roślin i rozwojem poziomów pedogenicznych. Rizolity zachowane są najczęściej w formie pustych nieformalnych, różnokierunkowych kanałów (o maksymalnej średnicy do 2 cm i długości kilkunastu cm) wokół których występują zielonkawe odbarwienia lub w postaci sieci drobnych, zablźnionych ale odbarwionych śladów. Można je obserwować zarówno w profilu pionowym, na ścianach kopalni, jak i na powierzchniach poziomów eksploatacyj-



Ryc. 2. Kopalnia iłów w Pałęgach, osady wyższej części środkowego pstrego piaskowca (formacja z Samsonowa = warstwy pseudoolitowe), Góry Świętokrzyskie: A — profil litologiczny odsonięty w kopalni; B — północna część kopalni; C — osady glików krewasowych; D — osady pedogeniczne

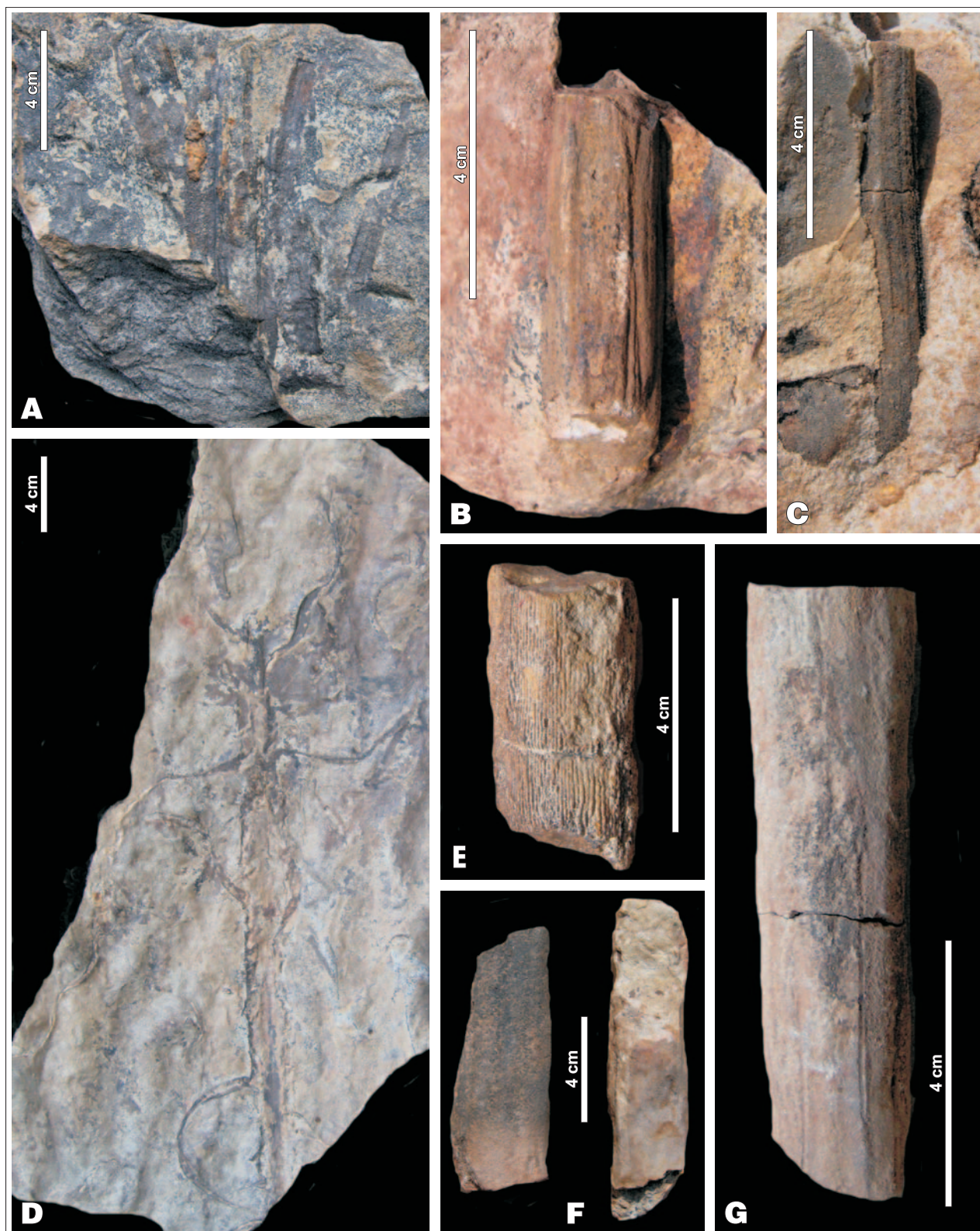
Fig. 2. Pałęgi clay pit, upper part of the Middle Buntsandstein deposits (Samsonów Formation = Pseudoolithic Beds), Holy Cross Mountains, Poland: A — lithologic profile excavated at mine; B — northern part of mine; C — crevasse splay deposits; D — pedogenic deposits



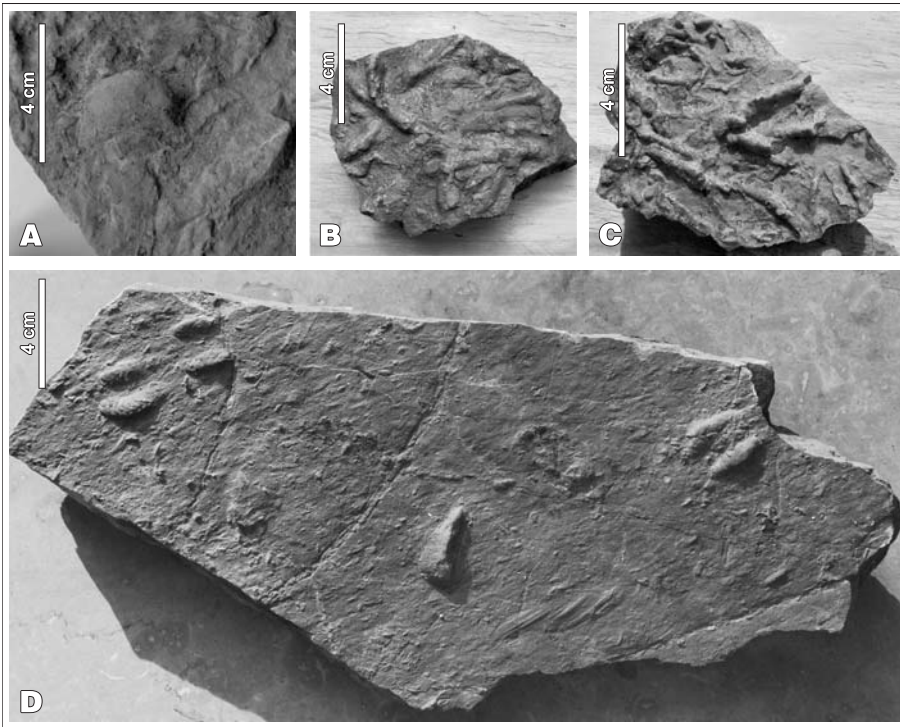
- ☐ korzeni roślin
plant roots
- ☐ szczątki flory
plant remains
- ☐ muszloraczk (esterie)
clam shrimps (Conchostraca)
- ☐ ślady zwierząt bezkręgowych
invertebrate traces
- ☐ tropy zwierząt kręgowych
vertebrate traces
- ☐ warstwowanie przekątne malej skali typu ripplemarków
ripple-drift cross-lamination (small-scale)
- ☐ warstwowanie przekątne rynnowe dużej skali
trough cross-bedding (large-scale)
- ☐ warstwowanie przekątne tabularne dużej skali
tabular cross-bedding (large-scale)
- ☐ warstwowanie poziome
horizontal lamination
- ☐ warstwowanie poziome niewyraźne
horizontal lamination (indistinct)
- ☐ intraklasty ilowcowo-mułowcowe
mud and clay clasts
- ☐ szczeliny z wysychania
desiccation cracks

nych (ryc. 2D). Tworzą na przestrzeni całej kopalni kilkanaście niedojrzałych profili glebowych o różnej grubości (od kilkunastu cm do ponad 1m) i różnym stopniu i formie zachowania śladów korzeni roślin. Na podwietrzalnych ścianach można także obserwować charakterystyczną dla

gleb strukturę gruzłową (Retallack, 1984). W stropie poziomy glebowe ograniczone są ławicą piaskowca, mułowca lub monotonną serią ilasto-mułowcową. O okresowych warunkach sprzyjających rozwojowi bagnistych jezior w obrębie równi zalewowej i tworzeniu osadów fito-



Ryc. 3. Skamieniałości roślin z odsłonięcia w Pałęgach, środkowy pstry piaskowiec — formacja z Samsonowa (warstwy pseudooolitowe), Góry Świętokrzyskie: A — podłużne liście; B, F, G — łodygi; C, E — łodygi skrzypów; D — korzenie roślin. Skala: 4 cm
Fig. 3. Plant fossils from Pałęgi quarry, Middle Buntsandstein — Samsonów Formation (Pseudooolithic Beds), Holy Cross Mountains, Poland: A — elongated leaves; B, F, G — stems; C, E — horsetail stems; D — plant roots. Scale: 4 cm



Ryc. 4. Skamieniałości śladowe bezkręgowców, Pałęgi koło Mniowa, środkowy pstry piaskowiec — formacja z Samsonowa (warstwy pseudoolitowe), Góry Świętokrzyskie: A — *Lockeia* sp.; B — *Planolites* sp.; C — *Palaeophycus* sp.; D — *Rusophycus* sp. Skala: 4 cm
Fig. 4. Invertebrate trace fossils, Pałęgi near Mniów, Middle Buntsandstein — Samsonów Formation (Pseudoolithic Beds), Holy Cross Mountains, Poland: A — *Lockeia* sp.; B — *Planolites* sp.; C — *Palaeophycus* sp.; D — *Rusophycus* sp. Scale: 4 cm

genicznych, niszczone w kolejnych fazach stanów powodziowych rzeki świadczy obecność okruchów węglistych w piaskowcach glifów krewasowych.

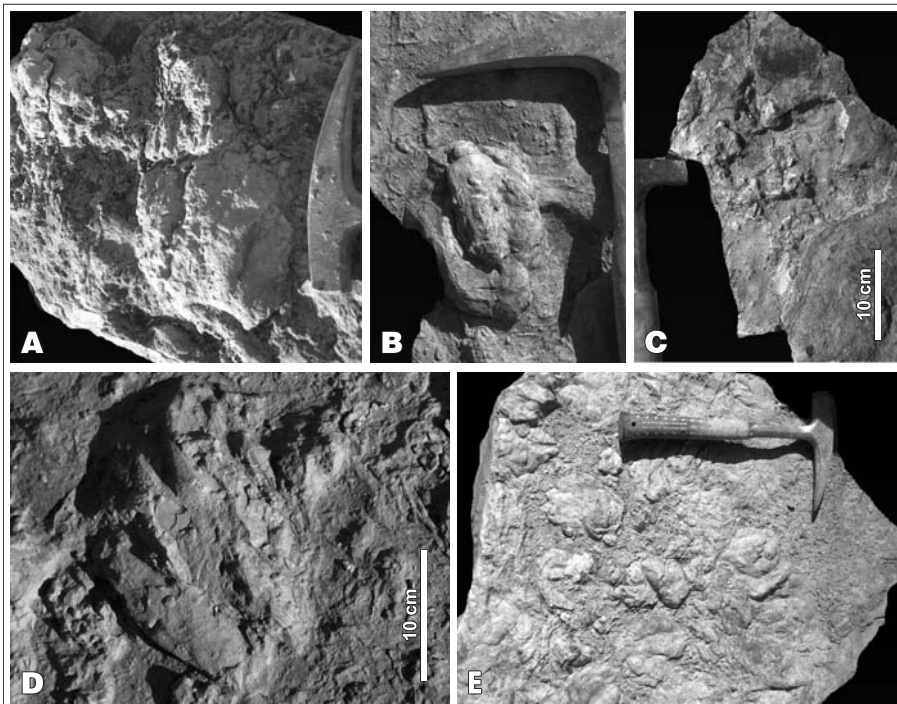
W opisywanym profilu nie stwierdzono dotychczas węglanowych rizokongrecji ani wkładek tzw. pseudoolitów, charakterystycznych dla nazwanego tak przez Senko-

deszcz oraz rozmyte przez wodę opadową. Interesujące są również rozpoznane w tym stanowisku bardzo głębokie i nieregularne ślady kręgowców, które pozostawione zostały zapewne w bardzo plastycznym, grząskim osadzie ilastym. Na uwagę zasługuje również fakt występowania w Paługach głównie śladów średnich i dużych rozmiarów.

wiczową (1970) wydzielenia litostratygraficznego. Pseudoolity to litologicznie zlepierce, złożone z drobnych fragmentów rizokongrecji węglanowych, niszczonej poziomych caliche, oraz mułowców i iłowców. Podobna sytuacja ma miejsce w przystropanych partiach profili otworów wiertniczych (np. Stachura IG 1, Cierchy IG 1) usytuowanych nieopodal kopalni w Paługach. Wiązane to jest z procesami telodiagenety i odprowadzeniem wczesnodiaogenetycznego węglanu wapnia.

Opis śladów kręgowców

Zidentyfikowane w Paługach tropy kręgowców zachowane są formie naturalnych odlewów na dolnych powierzchniach grubych ławic piaskowców. Znajdźiska tropów właściwych są w tej lokalizacji bardzo rzadkie. Rozpoznane zostały tu również podtropy. Ciekawą formą zachowania się ichnoskamieniałości zidentyfikowaną w tym odsłonięciu są ślady pierwotnie zniszczone przez



Ryc. 5. Tropy Chirotheriidae, Pałęgi k. Mniowa, środkowy pstry piaskowiec — formacja z Samsonowa (warstwy pseudoolitowe), Góry Świętokrzyskie: A, B, D — Chirotheriidae indet.; C — cf. *Isochirotherium* sp.; E — powierzchnia z cf. *Brachychirotherium* sp. Skala: A, B, E — młotek geologiczny; C, D — 10 cm

Fig. 5. Chirotheriidae tracks, Pałęgi near Mniów, Middle Buntsandstein — Samsonów Formation (Pseudoolithic Beds), Holy Cross Mountains, Poland: A, B, D — Chirotheriidae indet.; C — *Isochirotherium* sp.; E — surface with cf. *Brachychirotherium* sp. Scale: A, B, E — geological hammer; C, D — 10 cm

Znaleziska małych tropów (np. z ichnorodziny Rhynchosauroidae) należą do rzadkości.

Wstępne rozpoznanie paleoichnologiczne osadów w Pałęgach wykazało obecność pięciu ichnorodzajów tropów kregowców oraz wielu ichnoform pozostawionych przez zwierzęta pływające i brodzące w wodzie.

Chirotherium cf. barthii Kaup, 1835. Tropy *Chirotherium* cf. *barthii* zostały znalezione na kilku izolowanych płytach piaskowca (obserwacje terenowe). Dotychczas nie udało się zidentyfikować okazów z asocjacją *pes-manus* (kończyny tylnej i przedniej), nie znaleziono również szlaku tropów. Długość śladu kończyny tylnej (*pes*) wynosi ok. 15–20 cm; szerokość grupy palców I–IV w przedziale 10–15 cm; kąt pomiędzy palcem I–IV wynosi ok. 40°. Ślady palców w *pes* wykazują wyraźną proporcję długości: III>IV>II>I. Tropy te często mają deformacje palcowej części stopy. Na wielu okazach są widoczne ślady zarysowań utworzone przez krawędzie łusek skórnych pokrywających palce. Charakter zachowania śladów pozwala przypuszczać, że zostały pozostawione przez zwierzęta brodzące lub pływające w wodzie i odbijające się kończynami od dna. Podobne formy zachowania tropów Chirotheriidae są znane ze stanowiska Wióry (Fuglewicz i in., 1990; Ptaszyński, 2000a), Baranów (Kuleta i in., 2001) i Kopulak (Kuleta i in., 2005).

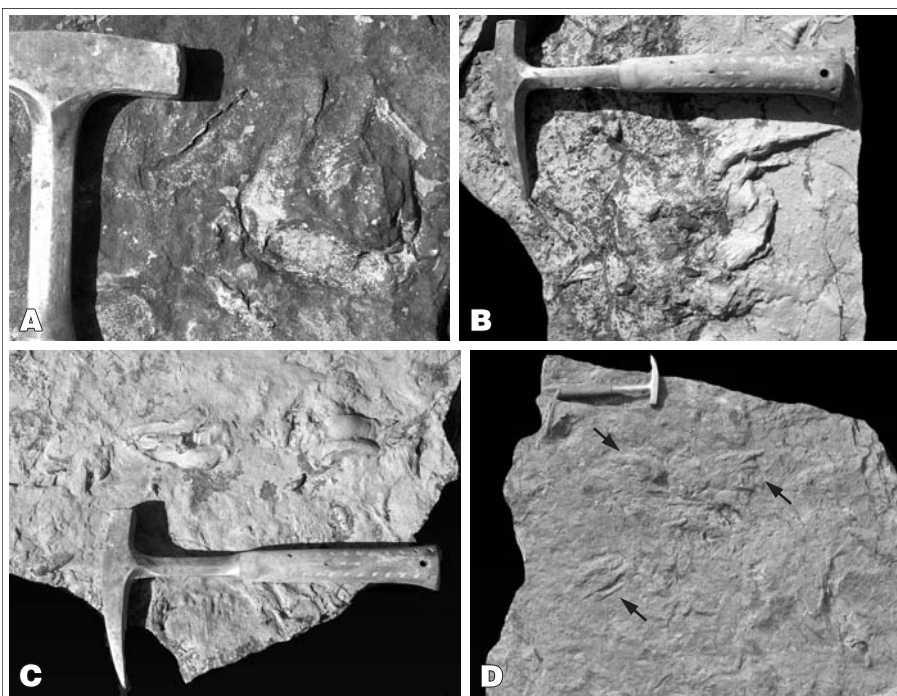
cf. Brachychirotherium sp. (ryc. 5A, E). Zostały znalezione dwa izolowane ślady *pes* oraz fragment szlaku *pes* o charakterystycznej dla ichnorodzaju *Brachychirotherium* morfologii. Ślady są zachowane w formie naturalnych odlewów i zostały rozpoznane na jednej powierzchni piaskowca. Długość śladów wynosi ok. 10 cm. Szerokość grupy palców I–IV wynosi ok. 7 cm. Sugeruje to, że są to reprezentanci tzw. „małych brachychiroteriów”. Ślady palców są grube, masywne, zakończone odciskiem pazurów.

Isochirotherium sp. Zostało znalezionych kilka okazów izolowanej pary *pes-manus* o charakterystycznym dla ichnorodzaju *Isochirotherium* stosunku powierzchni 1:5 (Haubold, 1971). Stan zachowania okazów uniemożliwia

jednak ich rozpoznanie na poziomie ichnogatunkowym. Ślady te przypominają ichnoformy *Isochirotherium* opisane z osadów środkowego pstręgo piaskowca w Wiórach (Fuglewicz i in., 1990; Ptaszyński, 2000a). W odsłonięciu zostały również zidentyfikowane liczne okazy źle zachowanych śladów *pes* o długości od ok. 10 do 30 cm (oznaczone jako Chirotheriidae indet.), których morfologia jest zbliżona do znanych z pstręgo piaskowca ichnotaksonów jak *Isochirotherium sorgeli* Haubold, 1971 oraz *Isochirotherium herculis* (Egerton, 1839) — (ryc. 5B, C)

Rhynchosauroides sp. Tropy *Rhynchosauroides* sp. zostały zidentyfikowane na kilku płytach piaskowca. Dotychczas zostały rozpoznane izolowane ślady kończyn przednich i tylnych o typowym dla *Rhynchosauroides* kształcie (tropy „jaszczurkkształtne”), o długościach w przedziale 30–60 mm. Dokładne identyfikacje w obrębie tropów z tego ichnorodzaju będą możliwe po znalezieniu dobrze zachowanego materiału oraz szlaków śladów. W odsłonięciu występują również liczne źle zachowane ślady małych zwierząt, które wstępnie mogą być oznaczone jako Rhynchosauroidae indet.

cf. Capitosauroides sp. Tropy cf. *Capitosauroides* sp. zostały znalezione na kilku izolowanych, gruboławicowych płytach piaskowca. Kształt tropów, ich rozmiar sugerują, iż zostały pozostawione przez zwierzęta pływające bądź brodzące w wodzie. Ślady te wykazują duże podobieństwo do tropów z ichnorodzaju *Capitosauroides* opisanych z osadów środkowego pstręgo piaskowca w Wiórach (Fuglewicz i in., 1990; Ptaszyński, 2000a) i górnego pstręgo piaskowca w Baranowie (Kuleta i in., 2001). Na jednej ze znalezionych płyt rozmieszczenie tropów (nieregularność ich ułożenie) oraz ich zmienny rozmiar sugeruje, że są to ślady pozostawione przez kilka osobników o różnej wielkości. W jednym rozpoznanym wśród nich szlaku tropów, zostały zidentyfikowane odciski kończyn tylnych (*pes*) oraz przednich (*manus*). Tropy *pes* są pięciopalcowe i mają szerokość 8 cm oraz długość 5 cm. Długość kroku we fragmencie szlaku wynosi ok. 30 cm. Kąt krokowy wynosi ok. 70°.



Ryc. 6. Tropy kregowców, Pałęgi k. Mniowa, środkowy pstry piaskowiec — formacja z Samsonowa (warstwy pseudoolitowe), Góry Świętokrzyskie: A–D — ślady pozostawione przez zwierzęta pływające. Skala: młotek geologiczny

Fig. 6. Vertebrate tracks, Pałęgi near Mniów, Middle Buntsandstein — Samsonów Formation (Pseudoolithic Beds), Holy Cross Mountains, Poland: A–D — tracks made by the swimming animals. Scale: geological hammer

Ślady pływających kręgowców (ryc. 6)

Ślady zwierząt pływających należą do najpospolitszych ichnoskamieniałości kręgowców z odsłonięcia w Pałęgach. Obecność tego typu ichnoform w tych środowiskach jest związana prawdopodobnie z poszukiwaniem pokarmu (bezkregowce, ryby itp.), wędrówką lub są to ślady zwierząt żyjących w tych środowiskach (duże wodne płazy, ziemnowodne gady). Duża ilość śladów zwierząt pływających zidentyfikowana została w Pałęgach w osadach glifów krewasowych. Podobne obserwacje dokonane zostały przez Kuletę i in. (2005) w osadach górnego pstręgo piaskowca w kamieniołomie Kopulak. Whyte i Romano (2001) zaproponowali objęcie śladów zarysowania dna przez kończyny pływających kręgowców nazwą *Characichnos*.

Podsumowanie

Ichnofauna kręgowców z osadów środkowego pstręgo piaskowca rozpoznana w formacji z Samsonowa w stanowisku Pałęgi zawiera siedem ichnotaksonów: *Rhynchosauroides* sp., *Rhynchosauroides* indet., *Chirotherium* cf. *barthii*, cf. *Brachychirotherium* sp., *Isochirotherium* sp., *Chirotheriidae* indet. i cf. *Capitosauroides* sp. Wszystkie zidentyfikowane w tej litoformacji ichnotaksony (z wyjątkiem *Ch. barthii*) są znane w innych stanowiskach z tropami kręgowców ze środkowego i górnego pstręgo piaskowca Gór Świętokrzyskich.

Większość tropów znalezionych w Pałęgach została zidentyfikowana w piaskowcowo-mułowcowych osadach glifów krewasowych, z obszaru równi zalewowej. Ślady w tego typu środowiskach powstają w trakcie penetracji przez zwierzęta płytkich, błotnistych kałuż (np. w czasie poszukiwania pokarmu, polowania na ryby lub bezkregowce), a są utrwalane w trakcie zalewania tych obszarów w okresie wysokiego stanu wody w rzece. Tropom tym towarzyszą często szczeliny z wysychania, zwitki błotne oraz różnorodne ślady bezkregowców (*Palaeophycus* sp., *Planolites* sp., *Diplichnites* sp.). Ślady pozostawione przez zwierzęta pływające mogą być związane z przekraczaniem przez gady rzecznych mielizn oraz zbiorników wodnych na terenie równi zalewowej. Często śladom tego typu towarzyszą różnorodne mechanoglify (ślady rycia, rozmywania, jamki wirowe) związane z przepływem wody oraz ślady bezkregowców (*Planolites* sp., *Palaeophycus* sp., *Lockeia* sp., *Diplichnites* sp., *Cruziana* sp., *Rusophycus* sp., *Kouphichnium* sp.). Mogą to być również ślady wodnych i ziemno-wodnych płazów i gadów.

Ślady z ichnorodzaju *Rhynchosauroides* są najbardziej rozpowszechnionymi tropami w osadach pstręgo piaskowca w regionie świętokrzyskim. Znane są z osadów tzw. „warstw przejściowych”, z formacji z Zagnańska, piaskowców tumlińskich (=ogniwo z Tumlina), formacji z Wiór oraz dolnej i górnej części retu (Fuglewicz i in., 1990; Ptaszyński, 1996, 2000a, b; Ptaszyński & Niedźwiedzki, 2002, 2004a; Kuleta i in., 2001, 2005; Niedźwiedzki & Ptaszyński, 2004). Twórcami tych śladów były prawdopodobnie niewielkie jaszczurkopsze gady z rodziny Prolacertidae (Avanzini & Renesto, 2002). Możliwe jest również, że część śladów z ichnorodziny *Rhynchosauroides sensu* Ptaszyński & Niedźwiedzki (2004a), rozpoznanych w utworach późnopermskich i triasowych pstręgo piaskowca Gór Świętokrzyskich, może być związana z

małymi terapsydami oraz proterosuchidami. W osadach wczesnego i środkowego triasu występują powszechnie chiroteriowe ślady z ichnorodzaju *Synaptichnium*, które morfologicznie są bardzo zbliżone do śladów *Rhynchosauroides* (Klein & Haubold, 2003). Również niektóre wczesnopermskie ichnotaksony związane z gadami ssakokształtnymi wykazują pewne podobieństwo do śladów z ichnorodziny *Rhynchosauroides*.

Ślady z ichnorodziny *Chirotheriidae* występują powszechnie w osadach środkowego i górnego pstręgo piaskowca Gór Świętokrzyskich i często są dominującymi ichnoformami w zespołach śladów. Tropy *Chirotheriidae* zostały pozostawione przez gady naczelnne (Haubold, 1971, 1984). Dotychczas w regionie świętokrzyskim nie udało się znaleźć śladów *Chirotheriidae* w osadach dolnego pstręgo piaskowca (Ptaszyński & Niedźwiedzki, 2004b).

Chirotherium barthii został opisany z osadów wyższej części pstręgo piaskowca z basenu środkowoeuropejskiego (formacja Solling i Röt, najwyższy środkowy i górny pstry piaskowiec, późny olenek/wczesny anizyk: Haubold, 1983, 1984; patrz także Bachmann & Kozur, 2004; Kozur & Bachmann, 2004; Kozur, 2005), piaskowcowego środkowego triasu Francji i Wysp Brytyjskich (Demathieu, 1985; Haubold, 1971, 1983, 1984), z wyższej części formacji Moenkopi (ogniwo Holbrook, najwyższy olenek/najniższy anizyk: Peabody, 1948; patrz także Lucas & Schoch, 2002) w Ameryce Północnej oraz ze środkowego triasu Hiszpanii i Argentyny (Haubold, 1971; Calzada, 1987). W regionie świętokrzyskim ichnotakson ten znany jest z czterech odsłoneń górnego pstręgo piaskowca (retu): Baranów, Kopulak (Kuleta i in., 2001, 2005), Kozów (Niedźwiedzki & Ptaszyński, 2004) oraz Witulin.

Tropy z ichnorodzaju *Brachychirotherium* są znane z formacji Solling i Röt w Niemczech (Haubold, 1983, 1984), środkowego triasu Francji (Demathieu, 1985; Haubold, 1971, 1984) oraz formacji Moenkopi (Haubold, 1984). Z Polski i Niemiec są znane najstarsze ślady z tego ichnorodzaju, które występują w osadach środkowego pstręgo piaskowca (formacja z Wiór oraz formacje Detfurth i Hardeggen: Fuglewicz i in., 1990; Fichter & Lepper, 1997; Ptaszyński, 2000a; Fichter & Kunz, 2004).

Ichnorodzaj *Isochirotherium* jest znany z osadów środkowego i górnego pstręgo piaskowca ze stanowiska w Wiórach i Jarugach (Fuglewicz i in., 1990; Ptaszyński, 2000a; Ptaszyński & Niedźwiedzki, 2002). Pierwsze ślady *Isochirotherium* (*I. sanctacrucense* Ptaszyński, 1990) pojawiają się w zapisie ichnologicznym w osadach środkowego pstręgo piaskowca Polski i Niemiec (Haubold, 1971, 1983, 1984; Fuglewicz i in., 1990; Fichter & Lepper, 1997; Ptaszyński, 2000a).

Ślady *Capitosauroides* są znane z osadów środkowego i górnego pstręgo piaskowca Niemiec (Haubold, 1971, 1984). W Polsce ślady *Capitosauroides* opisano z osadów środkowego pstręgo piaskowca z Wiór (Fuglewicz i in., 1990; Ptaszyński, 2000a) oraz retu w Baranowie i Kopulaku (Kuleta i in., 2001, 2005). Uważa się, że ślady te zostały pozostawione przez duże płazy z grupy Temnospondyli (Haubold, 1971; 1984). Ciekawostką jest to, że w tropach *Capitosauroides* są widoczne odciski pięciu palców w śladach przednich kończyn, podczas gdy wszystkie temnospondyle miały najprawdopodobniej tylko cztery palce w przednich kończynach. Sugeruje to, że ślady z ichnorodzaju *Capitosauroides sensu* Haubold (1971) pozostawione zostały raczej przez średnich rozmiarów gady o

szerokim rozstawie kończyn, np. gady ssakokształtne (Ptaszyński & Niedźwiedzki, 2004c).

W regionie świętokrzyskim tropy kręgowców zidentyfikowane zostały w osadach pstrego piaskowca już w dwudziestu sześciu stanowiskach (Niedźwiedzki & Ptaszyński, 2004). Występują licznie w całym profilu pstrego piaskowca, począwszy od tzw. „warstw przejściowych” (najniższy pstry piaskowiec), a kończąc na osadach tzw. „warstw z Krynek” (najwyższy pstry piaskowiec z środkowej i wschodniej części obrzeżenia), które podścielają osady wapienia muszlowego. Wyjątek w tym bogatym zapisie ichnologicznym stanowią osady formacji z Zagnańska (dolny pstry piaskowiec), w których tropy kręgowców są bardzo rzadkie, a dotychczas znalezione w tej sekwencji materiały paleoichnologiczne są raczej źle zachowane.

Występowanie w osadach pstrego piaskowca licznych i zróżnicowanych ichnotaksonomicznie zespołów ichnofaunistycznych oraz możliwość datowania biostratygraficznego tych osadów za pomocą muszloraczków (Ptaszyński & Niedźwiedzki, 2004b; 2005) stwarza dogodne warunki do dokładnego rozpoznania składu i następstwa wiekowego zespołów tropów kręgowców w czasie późnego permu, wczesnego i środkowego triasu na obszarze obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Otrzymane z tego regionu dane mogą mieć kluczowe znaczenie dla realizacji podobnych analiz w skali całego środkowoeuropejskiego basenu sedymentacyjnego pstrego piaskowca. Wyniki z takiego rozpoznania mają regionalne znaczenie korelacyjne, mogą być również zastosowane w biostratygrafii (ichnostratygrafii; patrz Haubold, 1983, 1984). Dane dotyczące zmienności ichnozespołów kręgowców w czasie mogą być pomocne w rekonstrukcjach filogenezy kręgowców lądowych, w badaniach zdarzeń ewolucyjnych, tempa radiacji (np. określania skali wymiany fauny), sukcesji fauny kręgowców w różne środowiska lądowe oraz w badaniach paleogeograficznych.

Za pomoc w realizacji prac terenowych autorzy kierują serdeczne podziękowania do Pana dr. Józefa Szajna i mgr. inż. Stanisława Piskorza, właścicieli kopalni iłów w Pałęgach oraz dla Adriana Kina ze Stowarzyszenia Przyjaciół Nauk o Ziemi „Phacops”. Za konstruktywną dyskusję dziękujemy Tadeuszowi Ptaszyńskiemu.

Literatura

AVANZINI M. & RENESTO S. 2002 — A review of *Rhynchosauroides tirolicus* Abel, 1926 ichnospecies (Middle Triassic: Anisian–Ladinian) and some inferences on *Rhynchosauroides* trackmaker. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 108: 51–66.

BACHMANN G. & KOZUR H. 2004 — The Germanic Triassic: correlations with the international chronostratigraphic scale, numerical ages and Milankovitch cyclicity. Hallesches Jahrb. Geowiss., 26: 17–62.

CALZADA S. 1987 — Niveles fosilíferos de la facies Buntsandstein (Trias) en el sector norte de Los Catalanides. Cuadernos Geologia Iberica, 11: 256–271.

DEMATHIEU G. 1985 — Trace fossil assemblages in the Middle Triassic marginal marine deposits, eastern border of the Massif Central, France. [In:] Curran H. A. (ed.) — Biogenic Structures: Their Us in Interpreting Depositional Environments. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. Special publication, 35: 53–66.

FICHTER J. & LEPPER J. 1997 — Die Fährtenplatte vom Heuberg bei Gieselwerder. Philippia, 8/1: 35–50.

FICHTER J. & KUNZ R. 2004 — New genus and species of Chirotheroid tracks in the Dettfurth-Formation (Middle Bunter, Lower Triassic) of Central Germany. Ichnos, 11: 183–193.

FUGLEWICZ R., PTASZYŃSKI T. & RDZANEK K. 1990 — Lower Triassic tracks from the Świętokrzyskie (Holy Cross) Mountains, Poland. Acta Palaeont. Pol., 35: 109–164.

HAUBOLD H. 1971 — Die Tetrapodenfährten des Buntsandsteins. Paläontologische Abhandlungen A, Paläozoologie, 4: 395–548.

HAUBOLD H. 1983 — Archosaur evidence in the Buntsandstein (Lower Triassic). Acta Palaeont. Pol., 28: 123–132.

HAUBOLD H. 1984 — Saurierfährten. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt: 1–231.

JURKIEWCZOWA I. 1965 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski. Arkusz Radoszyce 1 : 50 000. Instytut Geologiczny.

KLEIN D. & HAUBOLD H. 2003 — Differenzierung von ausgewählten Chirotherien der Trias mittels Landmarkanalyse. Hallesches Jahrb. Geowiss., B 25: 21–36.

KOZUR H. 2005 — Correlation of the continental uppermost Permian and Lower Triassic of the Germanic Basin with the marine scale in the light of new data from China and Iran. [W:] International Symposium on Triassic Chronostratigraphy and Biotic Recovery Chaohu, China 23–25th of May 2005, Albertiana, 33: 48–51.

KOZUR H. & BACHMANN G. 2005 — Correlation of the Germanic Triassic with the international scale. Albertiana, 32: 21–35.

KULETA M. & NAWROCKI J. 2000 — Litostratygrafia i magnetostratygrafia pstrego piaskowca w północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. Arch. Państw. Inst. Geol. Kielce (niepublikowane).

KULETA M., NIEDŹWIEDZKI G. & PTASZYŃSKI T. 2001 — Tropy kręgowców z retu Baranowa, Góry Świętokrzyskie. Prz. Geol., 49: 325–327.

KULETA M., NIEDŹWIEDZKI G. & PTASZYŃSKI T. 2005 — Nowe stanowisko z tropami kręgowców z górnego pstrego piaskowca Gór Świętokrzyskich. Prz. Geol., 53: 151–155.

LUCAS S. G. & SCHOCH R. R. 2002 — Triassic temnospondyl biostratigraphy, biochronology and correlation of the German Buntsandstein and North American Moenkopi Formation. Lethaia, 35: 97–106.

MIALL A. D. 1996 — The Geology of Fluvial Deposits; Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology. Springer.

NIEDŹWIEDZKI G. & PTASZYŃSKI T. 2004 — Nowe stanowiska z tropami kręgowców z osadów pstrego piaskowca Gór Świętokrzyskich. Materiały Konferencji, Od Ekumuzeum Aglomeracji Staropolskiej do Geoparku Doliny Kamiennej, Starachowice, 2004: 88–93.

PEABODY F. E. 1948 — Reptile and amphibian trackways from the Moenkopi Formation of Arizona and Utah. University of California Publications Bull. Department of Geological Sciences, 27: 295–468.

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.

PTASZYŃSKI T. & NIEDŹWIEDZKI G. 2002 — Nowe stanowiska tropów kręgowców z pstrego piaskowca Gór Świętokrzyskich. Prz. Geol., 50: 441–446.

PTASZYŃSKI T. & NIEDŹWIEDZKI G. 2004a — Late Permian vertebrate tracks from the Tumlin sandstone, Holy Cross Mountains, Poland. Acta Palaeont. Pol., 49: 289–320.

PTASZYŃSKI T. & NIEDŹWIEDZKI G. 2004b — Conchostraca (muszloraczki) z najniższego pstrego piaskowca Zachełmia, Góry Świętokrzyskie. Prz. Geol., 52: 1151–1155.

PTASZYŃSKI T. & NIEDŹWIEDZKI G. 2004c — Zespół tropów kręgowców z osadów wczesnego triasu z Wiór. Materiały Konferencji, Od Ekumuzeum Aglomeracji Staropolskiej do Geoparku Doliny Kamiennej, Starachowice: 82–87.

PTASZYŃSKI T. & NIEDŹWIEDZKI G. 2005 — Conchostraca (muszloraczki) z najniższego pstrego piaskowca Zachełmia, Góry Świętokrzyskie — odpowiedź. Prz. Geol., 53: 225–229.

RETALLACK G. J. 1984 — Soils of the Past. An introduction to paleopedology. Unwin Hyman, Boston.

SENKOWICZOWA H. 1970 — Trias. [W:] Rühle W. (red.) — Stratygrafia mezozoiku obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Pr. Inst. Geol., 56: 7–48.

SZAJN J. & PISKORZ S. 1998 — Projekt prac geologicznych dla poszukiwania i rozpoznania w kat. C₁ złoża iłów dolnotriasowych w miejscowości Kozów i Huta, gminy Smyków i Radoszyce, woj. kielecki. „Ziemia i Woda” — Usługi Geologiczne. Arch. Urz. Woj. Kielce.

SZAJN J. & PISKORZ S. 2001 — Projekt prac geologicznych dla uzupełnienia, rozpoznania i poszerzenia złoża iłów dolnotriasowych w kat. C₁ w miejscowości Grzymałków i Pałęgi, gm. Mniów, pow. kielecki, woj. świętokrzyskie. „GEOMIN” s. c. Arch. Urz. Woj. Kielce.

WHYTE M. A. & ROMANO M. 2001. A dinosaur ichnocoenosis from the Middle Jurassic of Yorkshire, UK. Ichnos, 8: 223–234.

Praca wpłynęła do redakcji 10.01.2006r.

Akceptowano do druku 31.10.2006 r.