



**Referat wygłoszony w dniu 15 października 2025r. na posiedzeniu Komisji Nauk Geologicznych PAN Oddział w Krakowie**

Polska Akademia Nauk  
Oddział w Krakowie  
Komisja Nauk Geologicznych

**Mgr inż. Paulina Laskowska-Piekoszewska<sup>1</sup>**  
**Prof. dr hab. Witold Paweł Alexandrowicz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska  
Katedra Geologii Ogólnej i Geoturystyki  
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie  
e-mail: [laskowska@agh.edu.pl](mailto:laskowska@agh.edu.pl), ORCID: 0009-0007-8102-773X, [wpalex@agh.edu.pl](mailto:wpalex@agh.edu.pl), ORCID: 000-0002-5403-6696

## **Zróżnicowanie środowiska skałek wapiennych południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej w świetle analizy malakologicznej**

Mięczaki są grupą zwierząt często wykorzystywaną dla potrzeb rekonstrukcji paleośrodowisk i ich zmian zachodzących pod wpływem czynników naturalnych lub/i antropogenicznych. Ślimaki (w większości) wytwarzają twardą wapienną skorupkę, dobrze zachowują się w osadach czwartorzędu, szczególnie tych cechujących się wysoką zawartością węgla wapnia. Utrudnia to chemiczne rozpuszczanie i jednocześnie deponowane w środowiskach o niskiej energii, dzięki czemu ograniczane są procesy mechanicznego kruszenia skorupki (Wiktor, 2004). Mięczaki spotykane są w różnych genetycznie typach osadów, a jednym z nich są wypełnienia form krasowych, zarówno dużych (jaskinie) jak i małych (niewielkie nisze, schroniska podskalne rozszerzone krasowo szczeliny). Na obszarze Polski znaleźć można niemal 300 gatunków mięczaków (*Mollusca*). Dzielą się one na ślimaki (*Gastropoda*) oraz małże (*Bivalvia*). Pierwsza z gromad, której dotyczy niniejsza praca, obejmuje 182 gatunki ślimaków lądowych, 54 gatunki ślimaków słodkowodnych oraz 9 gatunków ślimaków morskich i brakicznych (Riedel, 1988; Wiktor, 2004). W badaniach pod uwagę zostały wzięte ślimaki lądowe oskorupione, z muszlą trwale przytwierdzoną do ich ciała. Skorupy zbudowane są z węgla wapnia wykształconego w postaci aragonitu. Każdy takson wytwarza muszlę o specyficznych cechach konchiologicznych (np.: rozmiar, kształt, cechy poszczególnych elementów muszli, rzeźba powierzchni, barwa). Pozwala to na identyfikację ich do rangi gatunku. Oznaczanie całych skorup jest możliwe przy pomocy klucza (Wiktor, 2004), natomiast ułamki skorup są możliwe do oznaczenia jedynie w sytuacji, w której zachowane zostały fragmenty zawierające charakterystyczne cechy muszli (np. otwór). W przypadku blaszek ślimaków nagich, niemożliwe jest oznaczenie ich konkretnego gatunku, dlatego

zalicza się je do grupy *Limacidae*. Do grupy lądowych ślimaków zasiedlających obszar Polski zalicza się 152 taksony ślimaków oskorupionych i 30 taksonów ślimaków nagich (Riedel, 1988, Wiktor, 2004).

Prawie 60% wszystkich gatunków mięczaków występujących współcześnie na terenie Polski zostało odnotowanych na terenie Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej (Riedel, 1988; Stworzewicz, 1990). Można zatem stwierdzić, że Wyżyna Krakowsko-Częstochowska (a szczególnie jej południowa część) jest bardzo bogata w malakofaunę.

We współczesnych osadach szczątki ślimaków występują bardzo licznie. Jest to bardzo korzystne pod kątem przeprowadzania badań paleogeograficznych: interpretacji stratygraficznych, rekonstrukcji środowiskowych oraz analizy wpływu czynników antropogenicznych na środowisko. Malakocenozy (grupy malakofauny o podobnych wymaganiach środowiskowych) ściśle nawiązują do biotycznych i abiotycznych cech środowiska, w którym żyją (biotopu). Skorupki przykrywane są przez osady, w trakcie czego nie ulegają dużym zmianom chemicznym. Kopalne zespoły mięczaków noszą nazwę fauny subfossylnej.

Zachowanie się malakofauny w czwartorzędowych osadach zależy od wielu czynników. Czynniki mechaniczne – transport i depozycja materiału muszlowego – wpływają na skorupki szczególnie podatne na niszczenie, kruche. Bardziej odporne na ten proces są taksony z muszlami grubościennymi i kulistymi. Zatem malakofauna subfossylna występuje znacznie liczniej na obszarach o niskiej energii. Innymi czynnikami są czynniki chemiczne, między innymi wysokość pH – subfossylna fauna występuje w zasadzie wyłącznie w osadach o wysokim pH. Sprzyjająca występowaniu muszli jest również wysoka zawartość  $\text{CaCO}_3$  w osadach, z których pobierane są próby. Można zatem stwierdzić, że najbardziej reprezentatywne i istotne w badaniach malakologicznych jest pobieranie malakofauny z osadów o cechach wspomnianych powyżej, czyli np. z martwic wapiennych, węglanowych osadów jeziornych (kredy jeziorne, mułki węglanowe), drobnoziarnistych osadów aluwialnych facji pozakorytowych, lessów i osadów lessopodobnych oraz wapnistych pokryw stokowych, osadów jaskiniowych, w tym utworów deponowanych w niewielkich formach krasowych rozwiniętych na powierzchni skał węglanowych (Łożek, 1964, 1972; Alexandrowicz, 1987; Alexandrowicz, Alexandrowicz, 2011).

Przeprowadzone badania miały na celu rekonstrukcję zmian środowiska na podstawie zespołów mięczaków występujących w wypełnieniach małych form krasowych rozwiniętych w obrębie skałek wapiennych w okolicach Jerzmanowic i Alwerni w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Głównym przedmiotem prowadzonych badań były wypełnienia wraz z ich zawartością malakologiczną znalezione na kilku izolowanych formach skałkowych: Witkowe Skały, Wilisowe Skały, Chochołowe Skały, Sokołowe Skały i Ostatnia Skała w Jerzmanowicach, a także Gaudynowskie Skały w okolicach Alwerni.

Materiał badawczy został pobrany z wybranych stanowisk. Badania terenowe objęły lokalizację profili oraz wyselekcjonowanie ich spośród innych, niezbadanych dotąd pod kątem malakologicznym formacji wapiennych. Brano pod uwagę występowanie szczątków mięczaków, wykształcenie osadów i miąższość potencjalnych profili w celu pozyskania jak najbardziej reprezentatywnego materiału muszlowego. Spośród licznych małych form krasowych występujących na skałkach należało wybrać te z największym potencjałem na występowanie atrakcyjnego pod kątem badań materiału. Próbkę o masie 1-2 kg zostały pobrane w ścisłym nawiązaniu do cech litologicznych i ich zmienności w poszczególnych profilach.

Obróbka laboratoryjna materiałów polegała na szlamowaniu próbek, następnie przesiewaniu przez sito 0.5 mm, suszeniu materiału przez 24 godziny w temperaturze 60°C w suszarce

laboratoryjnej. Po wykonaniu tych czynności, przystąpiono do wybierania skorupek mięczaków (wszystkich całych okazów oraz ułamków skorup możliwych do oznaczenia).

Oznaczenia gatunków mięczaków zostały wykonane na podstawie specjalistycznego klucza (Wiktor, 2004). We wszystkich próbkach określono liczebność każdego z taksonów, a następnie ich udziały procentowe. Każdy z oznaczonych gatunków został zaliczony do właściwej grupy ekologicznej i zoogeograficznej (Alexandrowicz, Alexandrowicz, 2011). Udziały procentowe poszczególnych grup ekologicznych i zoogeograficznych wykorzystano do stworzenia diagramów malakologicznych. Diagramy te były kluczowym elementem dla przeprowadzonych rekonstrukcji paleośrodowiskowych.

Na podstawie oznaczeń muszli mięczaków, stworzono diagramy malakologiczne w nawiązaniu do grup ekologicznych oraz zoogeograficznych, przedstawiających występowanie poszczególnych grup ekologicznych malakofauny w danym przekroju geologicznym. Grupy ekologiczne, które reprezentują ślimaki we wszystkich próbkach to: gatunki leśne ( $F_F$ ), gatunki prześwietlonych lasów i stref krzewiastych ( $F_B$ ), gatunki cieniolutne i wilgociolubne ( $F_H$ ), gatunki kserotermiczne ( $O_X$ ), gatunki środowisk otwartych ( $O_O$ ), gatunki mezofilne środowisk suchych ( $M_D$ ), gatunki mezofilne ( $M_I$ ), gatunki mezofilne środowisk wilgotnych ( $M_H$ ) oraz gatunki higrofilne ( $H$ ). Grupy zoogeograficzne podzielono na: gatunki holoarktyczne ( $HI$ ), gatunki palearktyczne ( $PI$ ), gatunki europejskie ( $Ep$ ), gatunki środkowoeuropejskie nizinno-wyżynne ( $Me$ ), gatunki górskie ( $Ma$ ), gatunki północnoeuropejskie i arktyczne ( $En$ ), gatunki wschodnioeuropejskie ( $Ee$ ), gatunki południowoeuropejskie ( $Em$ ), gatunki zachodnioeuropejskie ( $Ew$ ), gatunki borealno-alpejskie ( $Ba$ ). Klasyfikacja ta została zapoczątkowana przez Łożka (1964) z dalszymi modyfikacjami (Alexandrowicz, Alexandrowicz, 2011). Analizy statystyczne wykonane zostały przy pomocy programu PAST (Paleontological Statistics).

Badania malakologiczne przeprowadzone na podstawie dziesięciu profili wypełnień małych form krasowych w rejonie południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej skłaniają do wysnucia kilku wniosków:

1. Poszczególne profile zawierają wyraźnie zróżnicowane zespoły mięczaków, co wskazuje, że tworzące je osady były deponowane w różnych okresach holocenu cechujących się odmiennymi warunkami klimatycznymi i obecnością zróżnicowanych formacji roślinnych.
2. Za najstarsze należy uznać osady występujące w spągowych odcinkach pierwszych profili Witkowych Skał, w obrębie których stwierdzono obecność zimnolubnych gatunków typowych dla późnego glacjału i wczesnego holocenu (*Semilimax kotulae*, *Vertigo geyeri*, *Columella columella*, *Vertigo ronnenbyensis*). Poza pierwszym z wymienionych taksony te nie występują współcześnie na badanym terenie. Młodsze osady reprezentujące prawdopodobnie wczesny holocen zostały znalezione w stropowych interwałach profili z pozostałych stanowisk i charakteryzują się licznym występowaniem *Discus ruderatus*. Osady reprezentujące środkowy holocen i cechujące się dominacją gatunków leśnych w tym także form o wysokich wymaganiach termicznych (*Discus perspectivus*) zostały znalezione w profilach WS-IV i WS-VI. Osady późnego holocenu, a także wypełnienia deponowane w okresie historycznym wykazują znaczne zróżnicowania faunistyczne. W profilach położonych na zboczach o ekspozycji północnej przeważają taksony cieniolutne, podczas gdy na stokach południowych dominują ślimaki suchych środowisk otwartych.
3. Obserwowane zróżnicowanie ekologiczne i wiekowe malakocenozy pozwala na rekonstrukcję zmian środowiska omawianego obszaru w czasie schyłku późnego glacjału i holocenu. Początkowo dominowały siedliska otwarte o dość znacznej wilgotności zasiedlane przez zespoły o dużym udziale gatunków zimnolubnych. We wczesnym holocenie rozpoczęła się ekspansja

lasów. Początkowo były to zbiorowiska iglaste typowe dla chłodnego kontynentalnego klimatu. Z tym okresem wiąże się występowanie zespołu z dużym udziałem *Discus ruderatus*. W miarę ocieplania klimatu i wzrostu wpływów oceanicznych mas powietrza nastąpiła zmiana charakteru zbiorowisk leśnych. Pojawiły się lasy mieszane i liściaste. Jednocześnie malakocenozy zostały wzbogacone w taksony ceniolubne oraz gatunki o wysokich wymaganiach ekologicznych (*Discus perspectivus*). Reprezentują one okres środkowoholocenijskiego optimum klimatycznego. W późnym holocenie pogorszenie warunków rozwoju lasów, a szczególnie pewne osuszenie klimatu umożliwiło znaczne zróżnicowanie siedlisk uzależnione od ekspozycji zboczy. Na słabiej oświetlonych stokach północnych i zachodnich utrzymały się zbiorowiska leśne i w konsekwencji malakocenozy zdominowane przez taksony ceniolubne. Na zboczach o ekspozycji południowej i we wschodniej zaznaczył się zanik lasów, a w ich miejsce pojawiły się otwarte biotopy trawiaste oraz odkryte ściany skalne. Nie można wykluczyć także wpływu człowieka przejawiającego się w postępującym odlesieniu obszaru, szczególnie w okresie średniowiecza.

4. Malakocenozy i ich zróżnicowanie w obrębie poszczególnych form skałkowych wskazuje na istnienie wielu mikrosiedlisk, często sąsiadujących ze sobą, ale znacznie się od siebie różniących. Za główny czynnik różnicujący należy uznać ekspozycję stanowisk zarówno w skali makro (całych ścian skalnych) jak i mikro (formacji skalnych rozwiniętych w obrębie ścian).
5. Przeprowadzone badania i wynikające z nich wnioski wskazują na potrzebę ich kontynuacji. Należy zauważyć, że o ile duże jaskinie występują zazwyczaj pojedynczo, to małe formy krasowe pojawiają się powszechnie i są obecne na każdej praktycznie powierzchni ścian skalnych. Potencjalnie umożliwia to pozyskiwanie bardzo zróżnicowanych materiałów malakologicznych.

## LITERATURA

ALEXANDROWICZ S. W. 1987. Malakofauna późnego Vistulianu i holocenu środkowej części Wyżyny Małopolskiej. Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego 12: 25–58.

ALEXANDROWICZ S.W., ALEXANDROWICZ W.P., 2011. Analiza malakologiczna - metody badań i interpretacji. Polska Akademia Umiejętności, Kraków

LOŽEK V. 1964. Quartärmollusken der Tschechoslowakei. Rozpravy Ustředního Ústavu Geologického 31: 1–374.

LOŽEK V. 1972. The karst and the mollusca. Československý Kras 21: 7–22.

RIEDEL A. 1988. Ślimaki lądowe - Gastropoda terrestria. Katalog Fauny Polski XXXVI, I. PWN, Warszawa.

STWORZEWICZ E. 1990. Obecny stan poznania malakofauny Ojcowskiego Parku Narodowego. Prądnik. Prace Muzeum im. Szafera 1, s. 41-44.

WIKTOR A., 2004. Ślimaki lądowe Polski. Olsztyn, Mantis.