

Krzysztof J. Wójcicki, Halina Pawelec, Jolanta Burda, Beata Woskowicz-Ślęzak, Daniel Gawior

Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec, Polska;
e-mail: krzysztof.wojcicki@us.edu.pl; halina.pawelec@us.edu.pl; jolanta.burda@us.edu.pl;
beata.woskowicz-slezak@us.edu.pl; danielgawior@gmail.com

GENEZA I ZASIĘG VISTULIAŃSKIEGO ZESPOŁU TERASOWEGO ODRY-OSOBŁOGI POD KRAPKOWICAMI

Войцицки К. Й., Павелец Г., Бурда Й., Воскович-Слензак Б., Гавиор Д. **Происхождение и ареал вистульянского террасного комплекса р. Одры и Особлоги возле г. Крапковице.** В окрестностях г. Крапковице, на склонах долины р. Одры и ее притока Особлоги (Южная Польша), имеется система морфологических ступеней, генезис, ареал и возраст которых уже с 1930-ых годов являются предметом оживленной научной дискуссии. Геоморфологический анализ подтвердил флювиальный генезис данных ступеней. На основании данных LIDAR были определены точные высоты и проверка ареалов отдельных речных террас, возвышающихся над днищем долины по абсолютной высоте 166 м (более или менее 6 м над руслом Особлоги/Одры), 168 м (8 м), 172 м (12 м), 174 м (14 м), 181 м (21 м). Датирование отложений террасы 172 м методом OSL-SAR дало результат $87,7 \pm 5,7$ ka (GdTL-2820). Так, терраса относится к последнему холодному периоду плейстоцена. Поверхность террасы сформировалась под влиянием песчано-гравийной многорусловой реки, функционирующей на аллювиальном субстрате, связанном с периодом интенсивной аградации дна долины.

Wójcicki K. J., Pawelec H., Burda J., Woskowicz-Ślęzak B., Gawior D. **The origin and range of the Vistulian terrace set of the Odra and Osobłoga Rivers at Krapkowice.** The system of morphological levels occurs on the slopes of the Odra and Osobłoga valleys in the vicinity of Krapkowice, southern Poland. Their genesis, range and age have been the subject of lively scientific discussion since the 1930s. Geomorphological analysis confirmed the fluvial origin of these flats. The use of LIDAR data allowed for precise height determination and revision of the range of individual river terraces, which rise above the valley bottom to a height of about 166 m a.s.l. (more or less 6 m above the Osobłoga/Odra channel), 168 m a.s.l. (8 m), 172 m a.s.l. (12 m), 174 m a.s.l. (14 m) and 181 m a.s.l. (21 m) respectively. The dating of sediments building the terrace elevated to 172 m a.s.l. using the OSL-SAR method gave a result of 87.7 ± 5.7 ka (GdTL-2820) indicating that it originated from the last cold stage of the Pleistocene. The terrace surface was shaped by a sand-gravel braided river, which has developed on the substratum of the alluvium documenting the period of intense valley-floor aggradation.

Słowa kluczowe: rzeźba fluwialna, aluwia rzeki roztokowej, późny czwartorzęd, OSL, Kotlina Raciborska
Ключевые слова: флювиальный рельеф, аллювий многорусловой реки, поздний квартал, OSL метод, Рациборский бассейн

Key words: fluvial landforms, braided-river alluvium, Late Quaternary, OSL, Racibórz Basin

Zarys treści

W okolicach Krapkowic, na zboczach doliny Odry i uchodzącej do niej Osobłogi występuje system stopni morfologicznych, których geneza, zasięg i wiek budzą od lat 30. XX wieku ożywioną dyskusję naukową. Analiza geomorfologiczna potwierdziła fluwialną genezę tych spłaszczeń. Wykorzystanie danych

LIDAR pozwoliło na precyzyjne ustalenie wysokości i rewizję zasięgu poszczególnych teras rzecznych wznoszących się ponad dno doliny na wysokość dochodzącą do około 166 m n.p.m. (mniej więcej 6 m ponad koryto Osobłogi/Odry), 168 m n.p.m. (8 m), 172 m n.p.m. (12 m), 174 m n.p.m. (14 m) i 181 m n.p.m. (21 m). Datowanie osadów terasy wzniesionej na 172 m n.p.m. metodą OSL-SAR dało wynik

87,7 ± 5,7 ka (GdTL-2820) wskazujący, że pochodzi ona z ostatniego piętra zimnego plejstocenu. Powierzchnia terasy ukształtowana została przez piaszczysto-żwirową rzekę roztokową, rozwiniętą na podłożu aluwiiów dokumentującym okres intensywnej agradacji dna doliny.

WPROWADZENIE

Badania teras rzecznych znajdują szerokie zastosowanie w rozwiązywaniu problemów m. in. z zakresu geomorfologii, tektoniki, paleogeografii lub archeologii środowiskowej. Dla przykładu w dorzeczu górnej Odry analiza teras rzecznych umożliwiła ocenę natężenia ruchów neotektonicznych (KOWALCZYK, 1964; DYJOR i in., 1977; KOTLIKA, 1981), zmian układu sieci rzecznej (WALCZAKÓWNA, BARANOWSKA, 1964; LEWANDOWSKI, KAZIUK, 1982) czy tendencji do erozji/akumulacji rzecznej w nawiązaniu do późnoczwartorzędowych wahań klimatycznych i działalności człowieka (SZCZEPANKIEWICZ, 1974; KLIMEK, 2002; WÓJCICKI, MARYNOWSKI, 2012). Badaniom rzeźby dolin w Niece Kozielskiej, począwszy od momentu ich zainicjowania przez autorów niemieckich (SCHUBERT, KURTZ, 1930; ASSMANN, 1934), towarzyszą kontrowersje wynikające z braku datowań bezwzględnych osadów budujących wyższe terasy Odry i jej dopływów. Problem ten dotyczy m. in. stopnia morfologicznego położonego na wysokości około 170–172 m n.p.m., tj. wznoszącego się przeciętnie 10–12 m ponad średnie stany Odry i Osobłogi w rejonie Krapkowic. Poziom ten odpowiada terasie III w opracowaniu LEWANDOWSKIEGO (1988) oraz terasie IV – SZCZEPANKIEWICZA (1974) i WAGI (1994). W kwestii zasięgu, genezy i wieku rozpatrywanego poziomu, mającego kluczowe znaczenie dla zrozumienia ewolucji systemu fluwialnego górnej Odry, toczy się wieloletnia dyskusja. Nawiązując do schematu ASSMANNA (1934) i uwzględniając zaobserwowane różnice litologiczne, WALCZAKÓWNA i BARANOWSKA (1964) uznały, że składają się na niego dwie różnowiekowe terasy. Wiek warciański autorki przypisały fragmentowi spłaszczenia rozpościerającemu się w dolinie Odry na wschód i południowy-wschód od Żywocic, podczas gdy położony na tej samej wysokości poziom na lewo- i prawobrzeżu Osobłogi ma – ich zdaniem – pochodzić ze starszej części vistulianu. Zasięg teras odmiennie zinterpretowali WRÓŃSKI i KOŚCIÓWKO (1982) uznając, że na zachodnich zboczach doliny Osobłogi zachowała się jedynie terasa ze zlodowacenia środkowopolskiego, pod-

czas gdy na prawobrzeżu występuje terasa vistuliańska. Kolejną modyfikację wprowadził TRZEPLA (1999), stwierdzając, że osady na lewobrzeżu Osobłogi są wodnolodowcowe i tym samym kwestionując występowanie plejstocenijskich teras rzecznych w okolicach Steblowa. Różnice wysokościowe pomiędzy poziomem teras określanym jako vistuliańska i warciańska koło Krapkowic dostrzegli natomiast SZCZEPANKIEWICZ (1974) i WAGA (1994), umiejscawiając je odpowiednio na wysokości około 10 m (10–12 m) oraz około 12 m (15–18 m) ponad poziom Odry.

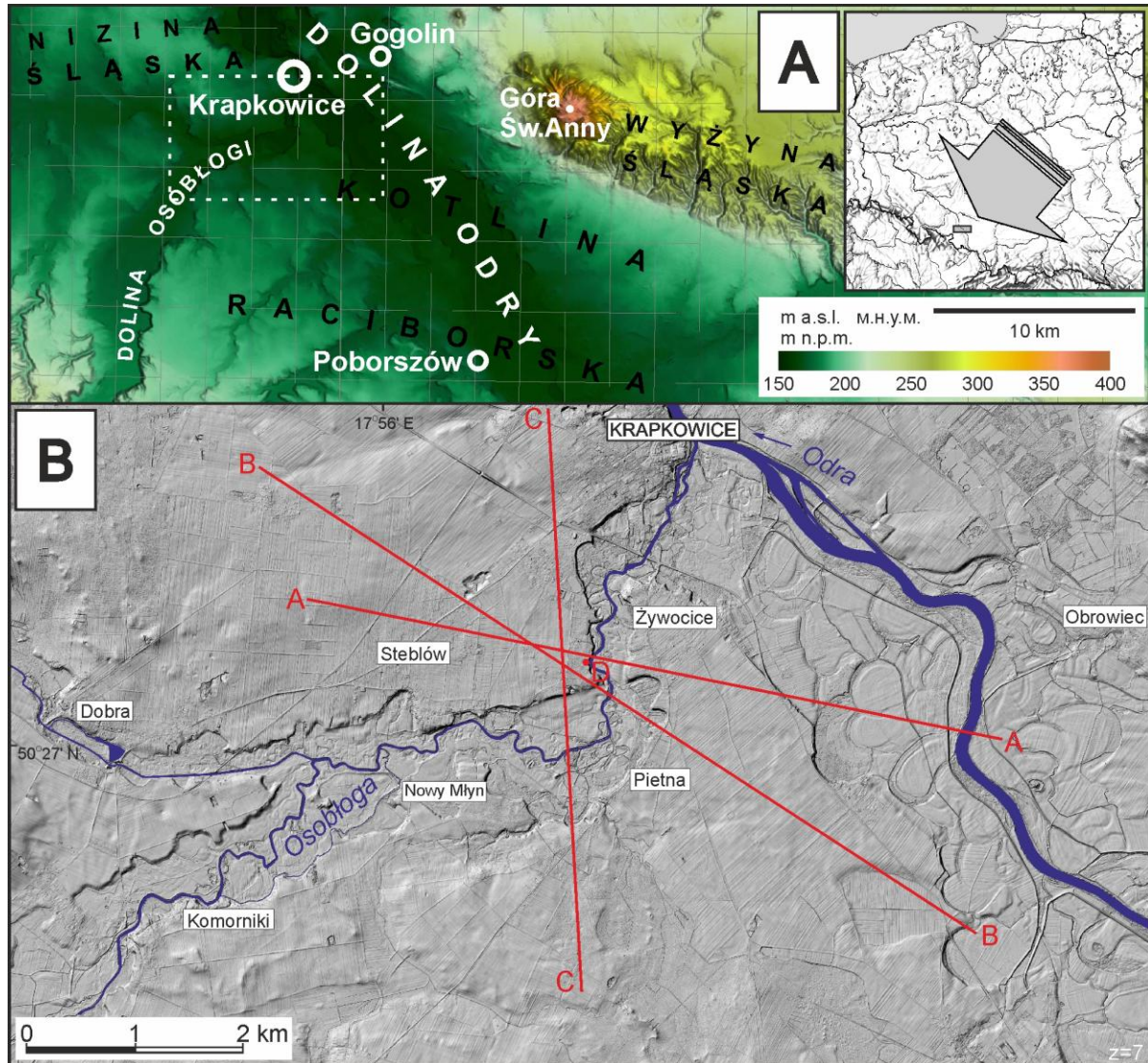
Nawiązując do naświetlonych wyżej kontrowersji, celem badań referowanych w niniejszym artykule było wyznaczenie zasięgu, rekonstrukcja środowiska depozycji oraz określenie wieku sedymentacji osadów budujących rozpatrywany poziom morfologiczny na tle systemu teras rzecznych Odry/Osobłogi w sąsiedztwie Krapkowic. Wiek znajdujących się w kręgu zainteresowania osadów po raz pierwszy został określony za pomocą datowania bezwzględnego.

TEREN I METODY BADAŃ

Analiza geomorfologiczna objęła północno-zachodni fragment rozległej powierzchni ciągnącej się w lewobrzeżnej części doliny Odry na odcinku około 14 km od miejscowości Poborszów koło Koźła po przełom krapkowicki, stanowiący naturalne zamknięcie Kotliny Raciborskiej od północy (rys. 1A). Interesująca nas powierzchnia występuje w postaci zwartej listwy o szerokości do 3 km, wzniesionej ponad tereny zalewowe Odry na wysokość od około 4–5 m na południu do około 8–10 m w okolicach Krapkowic. Jej pochodzenie należy zatem odnosić do relatywnie krótkiej historii rozwoju doliny górnej Odry. Przebieg kopalnych dolin rzecznych z pliocenu i eoplejstocenu, w dużym stopniu niepokrywający się z obecnym układem sieci hydrograficznej wskazuje, że historia ta została zapoczątkowana dopiero w mezoplejstocenie (DYJOR i in., 1977). Do przebudowy systemu rzecznego doszło w efekcie akumulacji glacialnej, fluwioglacjalnej i fluwioperyglacialnej towarzyszącej kolejnym nasunięciom lądolodu na obszar Polski. Przyjmuje się, że erozja interglacjalna mazowieckiego przywróciła jeszcze po części eoplejstocenijskie stosunki hydrograficzne. Współczesna sieć dolin rozwinęła się ostatecznie na powierzchni zasypania zlodowacenia odry, nawiązując do kierunków odpływu ekstraglacialnego (LEWANDOWSKI, KAZIUK, 1982).

Według WAGI (1994) podczas deglacjacji łądολου odry oraz w okresach wzmożonej akumulacji/erozji towarzyszącej młodszym wahaniom klimatycznym późnego czwartorzędu doszło do wykształcenia w obrębie Niecki Kozielskiej kilku poziomów fluwioglacjalnych (na wysokości od około 280 do 200 m n.p.m.), oraz systemu sześciu teras rzecz-

nych wzniesionych na wysokość od 1,5 do 20–25 m ponad poziom Odry. Analizę przestrzennego układu i wysokości tych spłaszczeń na zboczach doliny Odry i Osobłogi przeprowadzono za pomocą numerycznego modelu terenu oraz profili topograficznych bazujących na danych LIDAR o wysokiej rozdzielczości.



Rys. 1A. Położenie obszaru badań, 1B – mapa cieniowana rzeźby okolic Krapkowic: AA-BB-CC – położenie profili morfologicznych (zob. rys. 2), D – lokalizacja odsłonięcia osadów

Рис. 1А. Местоположение исследуемой территории, 1В – карта теневого рельефа окрестностей г. Кrapkovic: AA-BB-CC – локализация морфологических профилей (см. рис. 2), D – обнажение отложений

Fig. 1A. Location of study area, 1B – shaded relief map of Krapkowice neighborhood: AA-BB-CC – location of cross-profile transects (see Fig. 2), D – location of sediment exposure

W celu rozpoznania budowy wewnętrznej analizowanej powierzchni wykonano odsłonięcie zlokalizowane w naturalnym podcięciu erozyjnym na lewym brzegu Osobłogi pomiędzy Stebłowem a Krapkowicami (50°27'27,0"N 17°57'27,5"E). W te-

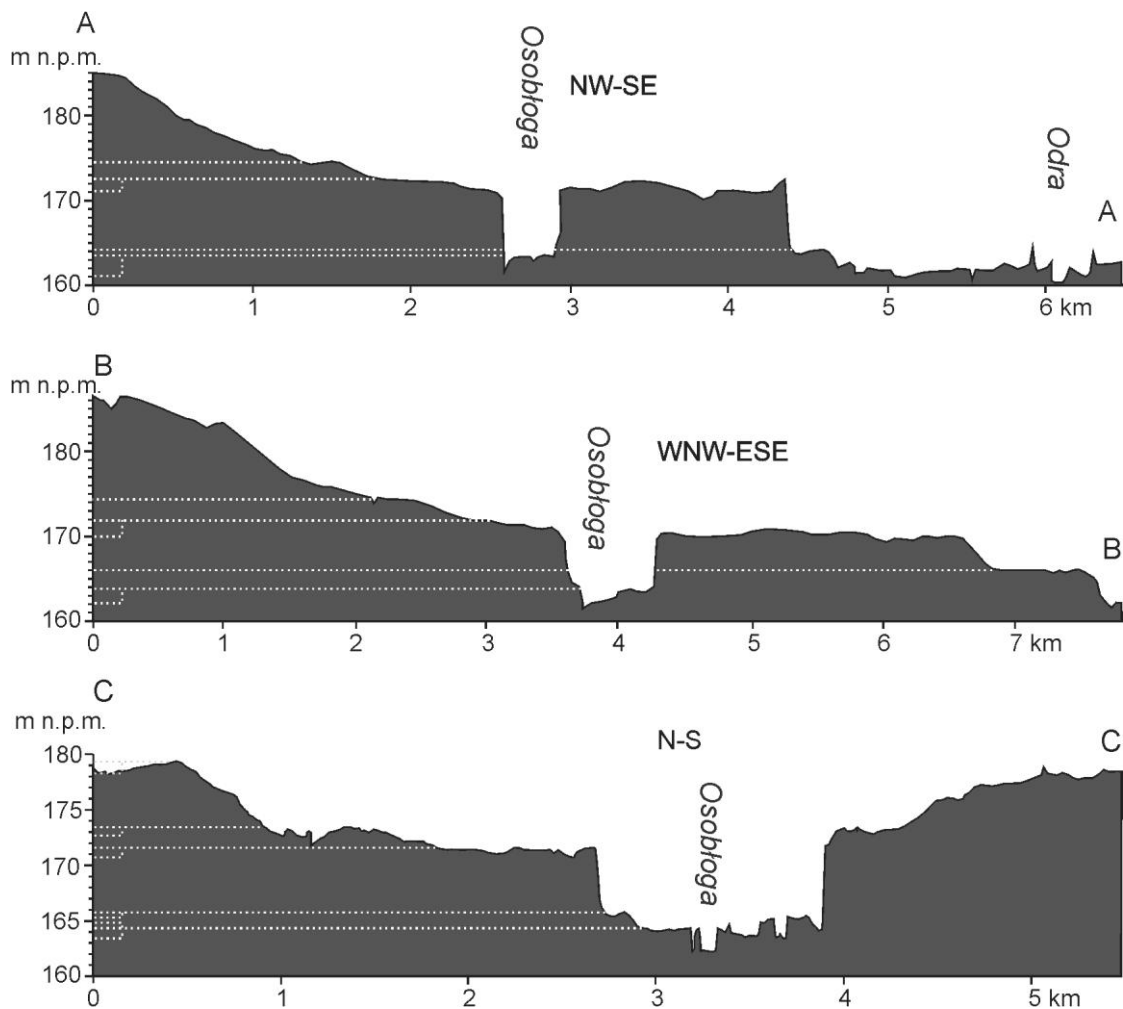
renie przeprowadzono sedymentologiczną analizę osadów do głębokości 310 cm oraz pobrano próbki do badań laboratoryjnych. Analizę granulometryczną wykonano metodą sitową, a dla utworów zawierających – oprócz piasku – frakcje drobniej-

sze – metodą kombinowaną (MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO, 1995). W celu wzmocnienia wnioskowania litodynamicznego, dla uzyskanych rozkładów uziarnienia wyliczono wartości pierwszego percentyla C i mediany M oraz wskaźniki według wzorów FOLKA, WARDA (1957). Analiza petrograficzna objęła osady grubożwirowe (frakcja 20–60 mm) pobrane z głębokości 150–180 cm. Dodatkowo, wobec braku frakcji grubożwirowej w głębszych partiach profilu, wykonano ekspertyzę dla osadów frakcji średniożwirowej (4–10 mm) próbki pobranej z głębokości 280–292 cm. Spektrum petrograficzne określono za pomocą mikroskopu stereoskopowego i 10% HCl dla 300 ziaren z każdej próbki, uwzględniając zalecenia metodyczne dotyczące statystycznie reprezentatywnej liczby ziaren (np. TREMBACZOWSKI, 1961, 1967). Datowanie ziaren kwarcu frakcji 90–125 μm wykonano w Laboratorium Datowania Luminescencyjnego Instytutu Fizyki Politechniki

Śląskiej w Gliwicach metodą optycznie stymulowanej luminescencji, odtworzeniową pojedynczych porcji OSL-SAR (SAR – *Single Aliquot Regenerative-dose*). CAM (*Central Age Model*) opracowano dla 13 naważek.

STOPNIE MORFOLOGICZNE NA ZBOCZACH DOLINY ODRY I OSOBŁOGI

Profile poprzeczne zostały poprowadzone przez dolinę Osobłogi i lewobrzeżną część doliny Odry (rys. 1B). Wykazały one obecność kilku spłaszczeń zawieszonych ponad dnem dolin: od słabo zaznaczonej wąskiej listwy wznoszącej się na zboczach doliny Osobłogi na wysokość około 165,5 m n.p.m. (164–166 m n.p.m. w dolinie Odry), po rozległe powierzchnie rozbudowujące się na wysokości 170–172, 173–174,5 oraz 179–181,5 m n.p.m. (rys. 2).



Rys. 2. Profile morfologiczne przez dolinę Osobłogi (lokalizacja profilów na rys. 1B)

Рис. 2. Морфологические профили через долину р. Особлогои (локализация профилей – см. рис. 1B)

Fig. 2. Cross profiles of the Osobłoga valley (for the location of the profiles see Fig. 1B)

Współczesne dno doliny Osobłogi, złożone z szeregu włożeń aluwialnych rzeki meandrującej, jest niewyrównane i w okolicach Żywocia osiąga wysokość 162–164 m n.p.m. Równina zalewowa Osobłogi charakteryzuje się znacznym spadkiem: od około 170 m n.p.m. w rejonie Komornik do niespełna 160 m n.p.m. w Krapkowicach (średnio 1,34 m/km). Spłaszczenie stanowiące główny przedmiot badań w niniejszej publikacji jest jednocześnie najrozleglejszym stopniem morfologicznym w dolinie Osobłogi. Szczegółowa analiza profilów wskazuje, że w rejonie Krapkowic powierzchnia ta została pierwotnie założona na wysokości nieznacznie przekraczającej 172 m n.p.m. Z biegiem czasu została lokalnie obniżona do około 170 m n.p.m. W górę doliny Odry, najwyżej położone fragmenty tej terasy w okolicach Poborszowa wzniesione są na wysokość około 175 m n.p.m., co daje nieznaczny spadek analizowanej powierzchni rzędu 0,25 m/km pomiędzy Poborszowem a Krapkowicami. Równinny charakter ma także stopień morfologiczny wzniesiony na wysokość 173–174,5 m n.p.m. W odróżnieniu od niego, stopień którego powierzchnia wzniesiona jest na 179–181,5 m n.p.m., jest silnie rozczłonkowany przez sieć głęboko wciętych dolinek i występuje w postaci rozległych, lecz izolowanych płatów.

OSADY BUDUJĄCE STOPIEŃ MORFOLOGICZNY WZNIESIONY NA WYSOKOŚĆ 170–172 M N.P.M. POMIĘDZY STEBLOWEM A KRAPKOWICAMI

Sedymentologiczny opis osadów

Przedmiotem analizy był profil osadów o miąższości 310 cm (rys. 3):

- 310–295 cm – piasek warstwowany poziomo (*Sh*),
- 295–273 cm – piasek żwirowy, masywny (*SGm*), żwir o średnicy do 2 cm,
- 273–252 cm – piasek warstwowany poziomo (*Sh*),
- 252–235 cm – piasek żwirowy, masywny (*SGm*), żwir o średnicy do 2 cm,
- 235–210 cm – naprzemianległe, cienkie warstwy drobnoziarnistego piasku o laminacji poziomej oraz mułu masywnego (*Sh/Fm*). Występują deformacyjne struktury pierzaste (*flame*) o miąższości do 2 cm,
- 210–190 cm – piasek żwirowy, masywny (*SGm*), żwir o średnicy do 5 cm. Występują deformacyjne

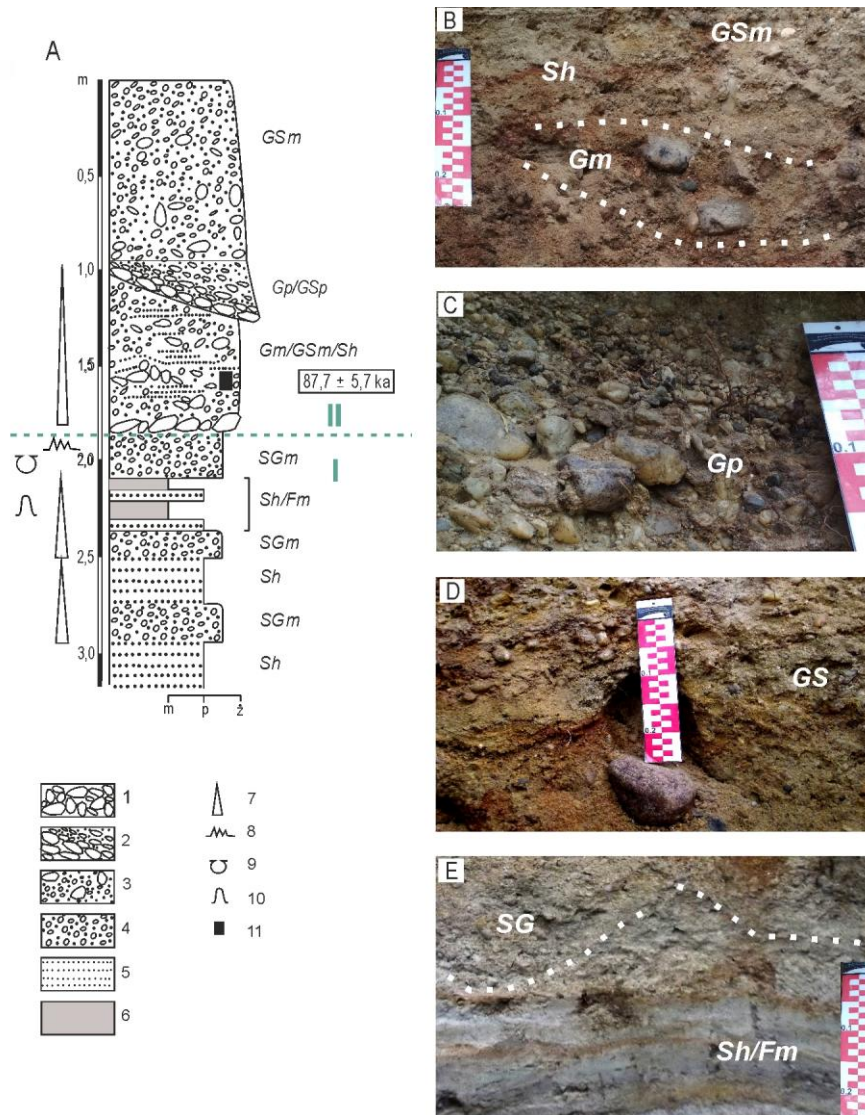
struktury obciążeniowe (*load casts*) o miąższości do 10 cm,

- 190–175 cm – powierzchnia erozyjna z brukiem korytowym, złożonym z imbrykowanych żwirów o średnicy do 15 cm,
- 175–92 cm – zestaw litofacji złożony z pakietów żwirów (o średnicy do 14 cm) o zwartym szkielecie ziarnowym, masywnych (*Gm*), żwirów piaszczystych, masywnych (*GSm*) oraz piasków warstwowanych poziomo (*Sh*). W obrębie tej litofacji występuje rozmycie erozyjne wypełnione żwirem o zwartym szkielecie ziarnowym, normalnym uziarnieniu frakcjonalnym oraz płaskim warstwowaniu przekątnym (*Gp*) o kierunku upadu lamin zgodnym z kierunkiem przepływu.
- 92–0 cm – żwir piaszczysty, masywny (*GSm*) o rozproszonym szkielecie ziarnowym, zawierający żwiry o średnicy do 12 cm. Osad silnie zmieniony przez postsedymentacyjne procesy mrozowe (struktury „wyrastających kamieni”) oraz glebowe (dobrze rozwinięta gleba brunatna).

SKŁAD GRANULOMETRYCZNY OSADÓW

Wyniki analizy uziarnienia zestawiono w tab. 1. Rozpatrując skład mechaniczny osadów można najogólniej wydzielić występującą do głębokości 190 cm serię osadów gruboziarnistych oraz zalegającą poniżej serię zdominowaną przez materiał piaszczysto-mułkowy. Ogniwo dolne (seria I, rys. 3A), złożone z poziomych warstw i zestawów lamin, wykazuje rytmiczną zmienność cech teksturalnych (naprzemienność osadów piaszczysto-żwirowych i bardzo drobnoziarnistych). Najdrobniejszy materiał złożony w blisko $\frac{3}{4}$ z frakcji pylastej i ilastej występuje w laminach na głębokości 235–210 cm ($Mz = 6,7 \text{ phi}$), z kolei na głębokości 295–273 cm oraz 210–190 cm zalegają piaski gruboziarniste z domieszką drobnego żwiru. Podstawową masę osadu stanowią zestawy lamin piaszczystych z domieszką drobniejszych frakcji obecne na głębokości 273–235 cm (piaski grubo- i średnioziarniste: $Mz = 1,04\text{--}1,67 \text{ phi}$) oraz 310–295 cm (piaski drobnoziarniste: $Mz = 2,80\text{--}2,89 \text{ phi}$).

W obrębie utworów gruboziarnistych (seria II, rys. 3A) można zaobserwować zmianę składu granulometrycznego na głębokości około 92 cm, dzielącą omawianą serię osadów na dwa ogniwa. Człon górny ma charakter bardzo słabo wysortowanego osadu ($\delta_1 = 3,88\text{--}2,67$) ze znaczącym udziałem za-



Rys. 3. Charakterystyka osadów w stanowisku Stablów:

A – profil sedymentologiczny: I, II – wydzielone serie osadów, 1 – żwir masywny (*Gm*), 2 – żwir o płaskim warstwowaniu przekątnym (*Gp*), 3 – żwir piaszczysty, masywny (*GSm*) 4 – piasek żwirowy, masywny (*SGm*), 5 – piasek o laminacji poziomej (*Sh*), 6 – muł masywny (*Fm*), 7 – normalne uziarnienie frakcyjne, 8 – powierzchnia erozyjna, 9 – struktury obciążeniowe (*load casts*), 10 – truktury pierzaste (*flame*), 11 – miejsce poboru próbki do datowania OSL-SAR; B – zespół litofacji *Gm*, *GSm*, *Sh*, C – żwiry *Gp* wypełniające rozmycie erozyjne; D – struktura „wyrastającego kamienia”; E – struktury deformacyjne (*load casts*, *flame*)

Рис. 3. Отложения исследовательской точки Стаблów:

A – седиментологический профиль: I, II – серии отложений, 1 – гравий массивный (*Gm*), 2 – гравий с плоской диагональной ламинацией, 3 – песчаный гравий, массивный (*GSm*), 4 – гравийный песок, массивный (*SGm*), 5 – песок горизонтальной ламинации (*Sh*), 6 – ил массивный (*Fm*), 7 – нормальный фракционный гранулометрический состав, 8 – эрозионная поверхность, 9 – нагрузочные текстуры (*load casts*), 10 – перистые структуры (*flame*), 11 – место отбора образца для датирования OSL-SAR; B – комплекс литофаций *Gm*, *GSm*, *Sh*, C – гравий *Gp*, заполняющий эрозионный канал, D – текстура „вырастающего камня”, E – деформационные текстуры (*load casts*, *flame*)

Fig. 3. The sediments in the Steblów site:

A – sedimentological log: I, II – a separate series of sediments, 1 – massive gravel (*Gm*), 2 – planar cross-stratified gravel (*Gp*), 3 – massive gravel sandy (*GSm*), 4 – massive sand gravelly (*SGm*), 5 – horizontal stratified sand (*Sh*), 6 – massive fines (*Fm*), 7 – normally graded bed, 8 – erosional surface, 9 – load casts, 10 – flame structures, 11 – location of sample for luminescence (OSL-SAR) dating ; B – lithofacies associations (*Gm*, *GSm*, *Sh*); C – gravel (*Gp*) filling erosive channel; D – upfreezing stone structure; E – deformation structures (*load casts*, *flame*)

Tabela 1. Udział frakcji podstawowych i wybrane wskaźniki uziarnienia
 Таблица 1. Доля основных фракций и избранные показатели зернового состава
 Table 1. Proportion of main fractions and selected grain-size parameters

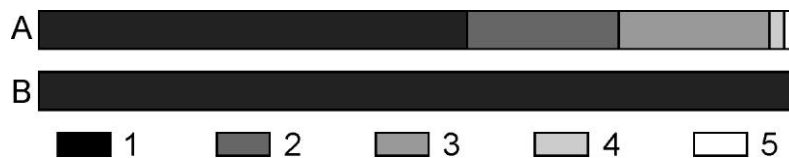
Глубоко́сть [cm]	Фракcje [%]			Wskaźniki FOLKA, WARDA (1957)				C [mm]	M [mm]
	>2,0 mm	2,0-0,1 mm	<0,1 mm	Mz	σ	Sk ₁	K _G		
0–25	26	51	23	0,60	3,88	-0,14	1,09	53,05	0,42
25–48	25	63	12	0,48	2,68	-0,03	1,31	14,29	0,58
48–72	26	60	14	0,55	2,67	-0,03	1,25	31,75	0,60
72–92	31	56	13	0,20	2,81	-0,07	1,06	22,79	0,68
92–125	52	47	1	-1,17	2,05	0,00	0,76	34,49	2,21
125–155	43	57	-	-0,89	1,67	-0,16	0,97	33,94	1,64
155–190	71	28	1	-2,53	2,29	0,23	0,75	66,27	7,17
190–210	40	58	2	-0,60	2,04	-0,22	0,73	15,12	1,14
210–235	-	26	74	6,70	2,96	-0,41	0,56	0,37	0,005
235–252	5	78	17	1,04	2,23	0,63	1,37	2,99	0,83
252–273	1	89	10	1,67	1,31	0,35	2,90	1,96	0,34
273–295	28	58	14	0,32	2,23	0,56	1,64	4,99	1,31
295–300	-	78	22	2,89	1,78	0,38	3,41	1,22	0,15
300–310	-	81	19	2,80	1,57	0,39	3,38	1,16	0,15

równy otoczków, jak i frakcji pylasto-ilastej. Człon dolny to utwory zdominowane przez frakcję żwirową i piasku gruboziarnistego praktycznie bez domieszki pyłu i iłu. Najgrubszy materiał o cechach bruku korytowego zalega na głębokości 190–155 cm bezpośrednio powyżej wyraźnie zaznaczonej powierzchni erozyjnej. Charakterystyczną cechą górnej serii osadów jest tendencja do drobnienia materiału w górę profilu (Mz od -2,53 phi na głębokości 190–155 cm do 0,6 phi w warstwie przypowierzchniowej).

Skład petrograficzny osadów frakcji grubo- i średniożwirowej

W próbce osadów grubożwirowych pobranej z głębokości 150–180 cm dominuje kwarc (57%). Skąły

krystaliczne stanowią 20%, w tym skały magmowe wylewne – 2%, skały magmowe głębinowe – 11% i skały metamorficzne – 7%. Wśród utworów krystalicznych przeważają fennoskandzkie granitoidy i riolitoidy (65%). Pozostałą część stanowią skały metamorficzne (gnejsy, fyllity) pochodzące z Sudetów Wschodnich. Skały osadowe stanowią 21%, w tym bardzo zwięzłe krzemionkowe piaskowce kwarcowe – 16%, piaskowce szarogłazowe – 2% oraz krzemienie – 3%. Są to głównie utwory fennoskandzkie (zwięzłe krzemionkowe piaskowce kwarcowe i krzemienie). Materiał lokalny jest reprezentowany przez piaskowce szarogłazowe. Ze względu na duży stopień zwietrzenia, identyfikacja części klastów była niemożliwa (2%; rys. 4A).



Rys. 4A. Skład petrograficzny osadów grubożwirowych z głębokości 150–180 cm oraz 4B – średniożwirowych z głębokości 235–292 cm:

1 – kwarc, 2 – skały krystaliczne, 3 – piaskowce, 4 – krzemienie, 5 – nieoznaczone.

Рис. 4А. Петрографический состав крупногравийных отложений от глубины 150–180 см и 4В – среднегравийных – от глубины 235–292 см:

1 – кварц, 2 – кристаллические породы, 3 – песчаники, 4 – кремни, 5 – неопределенные

Fig. 4A. Petrographic composition of coarse gravel deposits at the depth of 150–180 cm and 4B – medium gravel deposits at the depth of 235–292 cm:

1 – quartz, 2 – crystalline rock, 3 – sandstone, 4 – flint, 5 – unrecognized

Próbka utworów średniożwirowych, reprezentująca serię osadów z głębokości 235–292 cm, odznacza się bardzo monotonnym składem petrograficznym: występują w niej jedynie otoczaki kwarcu (ryc. 4B).

Wynik datowania osadów

Na głębokości około 150 cm pobrano próbkę do datowania metodą OSL-SAR. Wiek osadów został określony na $87,7 \pm 5,7$ ka (GdTL-2820).

DYSKUSJA

Geneza poziomu morfologicznego 170–172 m n.p.m. w okolicach Krapkowic

Jak wspomniano we wstępie, pogląd o fluwialnej genezie poziomu morfologicznego 170–172 m n.p.m. (m. in. WALCZAKÓWNA, BARANOWSKA, 1964; WROŃSKI, KOŚCIÓWKO, 1982) został dla lewobrzeża Osobłogi podważony przez TRZEPLĘ (1999), który dopatrywał się jego fluwioglacjalnej genezy. Bieżąca analiza rzeźby dostarczyła jednak szeregu dowodów przemawiających za fluwialnym pochodzeniem tego poziomu morfologicznego (podobne argumenty można przedstawić również dla pozostałych stopni morfologicznych w sąsiedztwie Stebłowa). Po pierwsze bezsporny jest jego związek z dolinami Odry i Osobłogi, w zasięgu których ten poziom występuje w postaci lepiej lub gorzej zachowanych listew po obu stronach rzeki. Po wtóre, rozpatrywana powierzchnia jest nieznacznie nachylona w kierunku północno-zachodnim, zgodnie z biegiem Odry. Z kolei w dolinie Osobłogi rozpatrywane spłaszczenie zaznacza się jedynie w jej dolnym odcinku, już na 11 km biegu rzeki „zanurzając się” pod powierzchnię współczesnego dna doliny. Postępujące obniżanie poziomu lokalnej bazy erozyjnej (na skutek wcinania Odry) doprowadziło więc do rozciągnięcia osadów wypełnienia aluwialnego doliny Osobłogi na odległość nieco ponad 10 km od miejsca połączenia obu rzek. W końcu charakterystyczne dla form fluwialnych są niewielkie deniwelacje w obrębie analizowanej powierzchni. Oberwowane współcześnie obniżenia powstały w większości już po uformowaniu terasy, rozwinęły się bowiem w strefie aktywności niewielkich cieków oraz w strefie przykrawędziowej, gdzie lateralna erozja koryt meandrowych Odry i Osobłogi w połączeniu z antropogenicznym odlesieniem stoków stworzyły

warunki do uaktywnienia procesów denudacyjnych (KLIMEK, 2002; WÓJCICKI, MARYNOWSKI, 2012).

Kolejnych danych na temat genezy omawianego poziomu morfologicznego dostarczył wgląd w jego budowę litologiczną. Teksturalno-strukturalne cechy zbadanych osadów potwierdziły, że są to osady rzeczne. Wyniki analiz petrograficznych wykazały obecność w profilu dwu serii osadów różniących się obszarem alimentacyjnym (serie I i II, rys. 3A). Serie te oddziela, występująca na głębokości 190 cm, wyraźna powierzchnia erozyjna. Zalegające poniżej tej powierzchni monomineralne żwiry kwarcowe są zapisem depozycji materiału, który wcześniej był poddany długotrwałemu wietrzeniu. Natomiast żwiry zalegające ponad powierzchnią erozyjną, zawierające głównie skały fenoskandzkie, są zapisem fluwialnej redepozycji osadów glacygenicznych.

Osady serii I (litofacje *Sh*, *SGm*) powstały w warunkach przepływu nadkrytycznego – górne płaskie dno. W okresach słabnięcia prądu dochodziło do depozycji drobniejszego materiału, co znajduje odzwierciedlenie w wynikach analizy granulometrycznej w postaci dodatnich wartości wskaźnika skośności rozkładów uziarnienia (RACINOWSKI, SZCZYPEK, WACH, 2001). Cienkie wkładki drobnoziarnistego piasku oraz mułu masywnego (*Sh/Em*) są zapisem zahamowania przepływu oraz spokojnej depozycji drobnoziarnistych zawiesin w wodzie stojącej. Ta seria osadów prawdopodobnie reprezentuje aluwia płytkiego koryta charakterystycznego dla silnie agradujących rzek roztokowych. Wskazuje na to obecność litofacji *Sh*, *SGm* występujących w postaci ławic o niewielkiej miąższości (por. ZIELIŃSKI, 2014). Również drobnoziarniste przelawienia (*Sh/Em*), powstałe w warunkach stagnacji przepływu podczas stanu wód niskich, są często spotykane w aluwiach płytkich, agradujących roztok (m. in. THERRIEN, 2006). Ponadto, występujące w analizowanej serii osadów deformacyjne struktury obciążeniowe (*load casts*, *flame*) są uważane za typowe dla silnie agradacyjnego charakteru sedymentacji płytkich roztok (TUNBRIDGE, 1981).

Osady serii II (litofacje *Gm*, *GSm*, *Sh*) powstały w warunkach wysokoenergetycznych przepływów rzeki żwirowej, prawdopodobnie w kanale międzydysypowym. Wskazuje na to sukcesja osadów żwirowych oraz piaszczystych, obecność bruku korytowego, zalegającego na powierzchni erozyjnej (spąg serii II) oraz obecność rozmycia erozyjnego wypełnionego żwirem (*Gp*). Bruki korytowe po-

wstają w warunkach intensywnej redepozycji aluwii w kanałach międzyodsypowych, najczęściej w fazie narastania wezbrania (ZIELIŃSKI, 2014). Rozmycia/wielkoskalowe rynny są erodowane podczas maksimum wezbrania, często w strefie połączenia dwóch kanałów międzyodsypowych a następnie, podczas opadania fali powodziowej, są one wypełniane materiałem transportowanym przydenie (SLATER, 1993).

W świetle przytoczonych argumentów geomorfologicznych i geologicznych analizowany poziom morfologiczny w okolicach Krapkowic ma charakter zespołu terasowego Odry-Osobłogi. Jego powstanie miało związek z fazami agradacji/erozji osadów rzeki roztokowej nawiązującymi do położenia rzędnej ujścia Osobłogi do Odry.

ZASIĘG I WIEK TERAS ODRY-OSOBŁOGI W REJONIE KRAPKOWIC

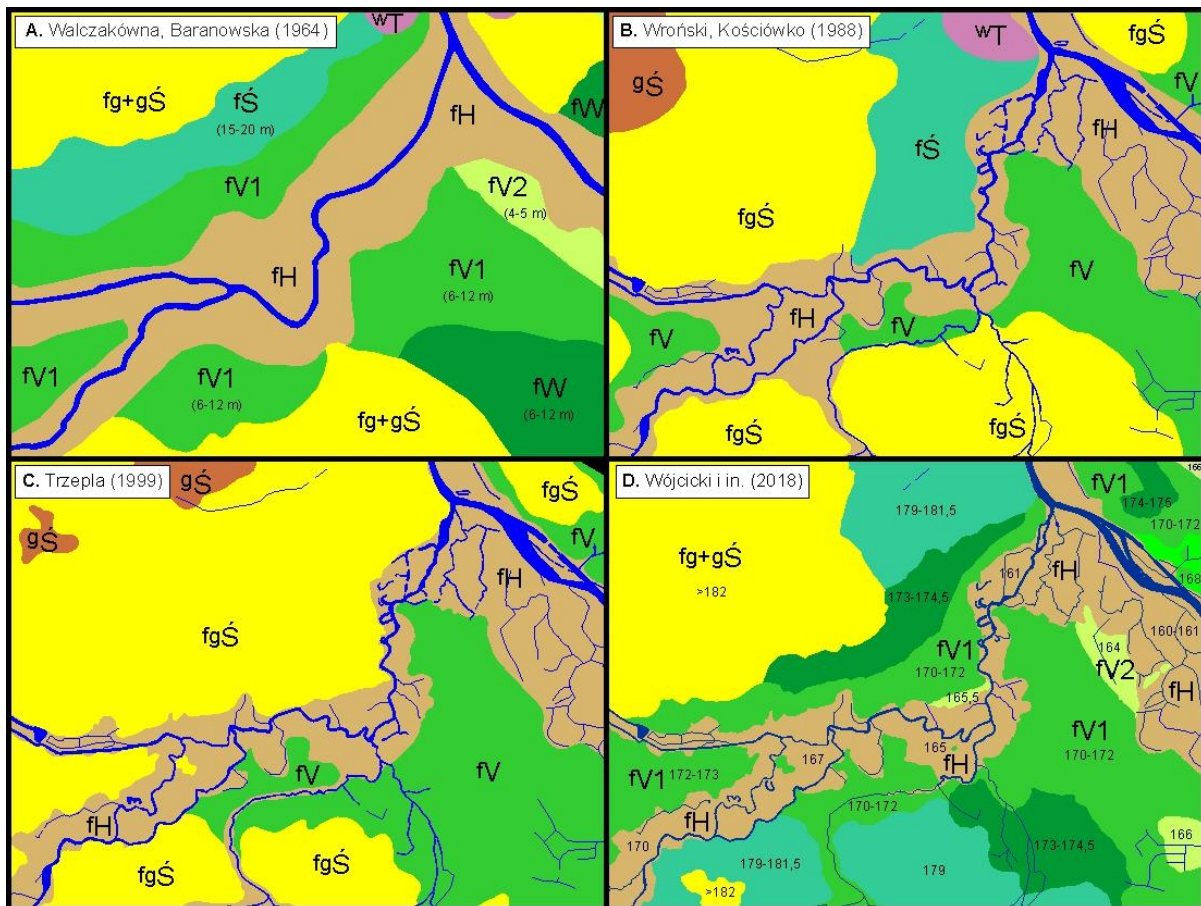
Zestawienie graficzne (rys. 5A–5C) unaocznia różnice zdań w kwestii zasięgu i wieku poszczególnych teras rzecznych w rejonie Krapkowic, wyrażone w pracach WALCZAKÓWNY, BARANOWSKIEJ (1964), WROŃSKIEGO, KOŚCÍÓWKO (1982) oraz TRZEPLI (1999). Bieżące badania pozwoliły na weryfikację tych poglądów. Interpretacja współczesnych map topograficznych oraz danych LIDAR pozwalają na wydzielenie, oprócz poziomu wzniesionego 170–172 m n.p.m., co najmniej 5 przyległych do niego stopni morfologicznych w obrębie doliny Odry i Osobłogi (rys. 5D). Dla występującego w rejonie Obrowca niewielkiego spłaszczenia wzniesionego średnio na wysokość 168 m n.p.m. nie znaleziono wyraźnego odpowiednika na lewobrzeżu Odry.

Najwyraźniejsza granica, manifestowana krawędziami osiagającymi wysokość do 10 m, przebiega pomiędzy terasą wzniesioną na 170–172 m n.p.m. a dnem doliny. Dowodzi to, że od momentu transformacji koryta Osobłogi z układu roztokowego do krętego zasadniczą rolę odgrywać zaczęła erozja boczna, odpowiedzialna za lateralne zredukowanie zasięgu starszych teras plejstocenijskich. W okolicach Pietnej, Osobłoga wciąga się do obecnego poziomu dna doliny jeszcze w późnym vistulianie: nie później niż na początku allerødu (WÓJCICKI, MARYNOWSKI, 2012). Ponad równinę zalewową wznoszą się erozyjne ostańce pagórów meandrowych. Dwa z nich, w rejonie Nowego Młyna i Pietnej w dolinie Osobłogi, nawiązują wysokością do poziomu terasy 170–172 m n.p.m.

Ponad współczesne dno doliny wznosi się nieznacznie terasa o wysokości oscylującej w granicach 164–166 m n.p.m. Na lewobrzeżu Odry występuje fragmentarycznie, podczas gdy na linii Obrowiec – Malnia zachowała się w całości jako jeden z plejstocenijskich szlaków przełamania Odry przez próg środkowotriasowy (WALCZAKÓWNA, BARANOWSKA, 1964). W dolinie Osobłogi przetrwała jedynie wąska listwa tej terasy ze śladami koryt roztokowych na wschód od Steblowa. Relacja do sąsiednich teras sugeruje, że jest to młodsza terasa vistuliańska, formowana najprawdopodobniej w plenivistulianie i rozcięta na początku późnego glacjału. Jej położenie i stopień zachowania wskazuje, że zachodzący w vistulianie proces rozcięcia terasy 170–172 m n.p.m. polegał zasadniczo na wyprzątaniu osadów z osi doliny bez jej lateralnego poszerzenia.

Rozległy stopień terasowy na wysokości 170–172 m n.p.m. jest znacznie lepiej zachowany. Określenie wieku tej terasy ma kluczowe znaczenie dla ustalenia chronologii rozwoju doliny Odry i jej dopływów w Kotlinie Raciborskiej. Już w prekursorskich pracach podejmujących problematykę teras rzecznych Odry w okolicach Krapkowic autorzy przyjęli jej dyluwialny (plejstocenijski) wiek (ASSMANN, 1934; JAHN, PIASECKI, 1952). WALCZAKÓWNA, BARANOWSKA (1964) sprecyzowały jej wiek na starszą część vistulianu. Pogląd ten został po części utrzymany na mapach geologicznych z tym, że na lewobrzeżu Osobłogi rozpatrywany poziom WROŃSKI, KOŚCÍÓWKO (1982) uznali za terasę, zaś TRZEPLA (1999) za poziom wodnolodowcowy ze zlodowacenia środkowopolskiego. Prezentowany w tej pracy wynik datowania metodą OSL-SAR wskazuje, że ostatnia ekspozycja na światło słoneczne osadów korytowych roztokującej Osobłogi mogła mieć miejsce $87,7 \pm 5,7$ ka (GdTL-2820). W związku z tym wiek terasy należy uznać za zgodny z poglądami WALCZAKÓWNY, BARANOWSKIEJ (1964), SZCZEPAKIEWICZA (1974), LEWANDOWSKIEGO (1988) oraz WAGI (1994).

Na razie brak jest datowań pozwalających na sprecyzowanie wieku najstarszych poziomów terasowych na wysokości 173–174,5 oraz 179–181,5 m n.p.m. Stosunki hipsometryczne wskazują na powiązania tej ostatniej ze wschodnim, przebiegającym na linii Gogolin – Góraźdze – Kąty Opolskie szlakiem przełamania Odry przez próg środkowotriasowy.



Rys. 5. Rzeźba i utwory powierzchniowe w okolicach Krapkowic wg: A – WALCZAKÓWNA, BARANOWSKIEJ (1964), B – WRÓŃSKIEGO, KOŚCIÓWKO (1988), C – TRZEPLI (1999), D – autorów niniejszej publikacji: ^wT – wychodne wapieni, margli i dolomitów środkowego triasu, ^gŚ – wysoczyzna glacialna; zlodowacenie odry, ^{fg}Ś – wysoczyzna fluwioglacjalna; zlodowacenie odry, ^fŚ – terasa z okresu zlodowacenia środkowopolskiego, ^fW – terasa warciańska, ^fV1 – terasa vistuliańska starsza, ^fV2 – terasa vistuliańska młodsza, ^fH – terasa zalewowa holocenińska

Рис. 5. Рельеф и поверхностные отложения окрестностей г. Кrapкoвице по: А – WALCZAKÓWNA, BARANOWSKA (1964), В – WRÓŃSKI, KOŚCIÓWKO (1988), С – TRZEPLA (1999), D – авторам настоящей публикации: ^wT – обнажения известняков, мергелей, доломитов среднего триаса, ^gŚ – гляциальная возвышенность; оледенение одры, ^{fg}Ś – флювиогляциальная возвышенность; оледенение одры, ^fŚ – терраса среднепольского оледенения, ^fW – терраса оледенения варты, ^fV1 – терраса вистульская старшая, ^fV2 – терраса вистульская младшая, ^fH – голоценовая пойма

Fig. 5. Landforms and lithology in the vicinity of Krapkowice according to: A – WALCZAKÓWNA, BARANOWSKA (1964), B – WRÓŃSKI, KOŚCIÓWKO (1988), C – TRZEPLA (1999), D – authors of the current publication: ^wT – outcrops of limestone, marl and dolomites of the middle Triassic, ^gŚ – glacial plain; Odra Stadial, ^{fg}Ś – outwash plain; Odra Stadial, ^fŚ – Saalian terrace; ^fW – Wartanian terrace, ^fV1 – Vistulian terrace; older, ^fV2 – Vistulian terrace; younger, ^fH – Holocene floodplain

UWAGI KOŃCOWE

System teras rzecznych Odry/Osobłogi powyżej przełomu krapkowickiego jest unikatowym poligonem badawczym dla studiów nad późnocyfrowymi fazami erozji i akumulacji rzecznej w dorzeczu górnej Odry. Udoskonalone techniki pozyskiwania danych topograficznych (w szczególności dane LIDAR), pozwoliły na bardziej precyzyjne niż w przeszłości ustalenie wysokości i znaczącą

rewizję zasięgu poszczególnych teras. W świetle zgromadzonych danych należy zaniechać opisywania teras używając stosowanego w przeszłości szerokiego zakresu wysokości względnych (np. terasa 6–12 m, 20–25 m). Tak znaczące deniwelacje w obrębie jednowiekowej terasy sugerują silne przekształcenie pierwotnej powierzchni terasy pod wpływem późniejszej denudacji. W okolicach Krapkowic, gdzie silniej nachylone stoki zajmują niewielkie powierzchnie i nie doszło do rozwoju form eo-

licznych, powierzchnie teras są stosunkowo płaskie, zazwyczaj w niewielkim stopniu rozczłonkowane i zdenurowane. Pozwala to z dużym prawdopodobieństwem określić ich pierwotną wysokość.

Wynik datowania metodą OSL-SAR okazał się zgodny z dominującym w literaturze poglądem o vistuliańskim wieku terasy wzniesionej na 170–172 m n.p.m. Osady strefy kanałów międzyodspowowych płytkiej rzeki roztokowej jawią się w tym świetle jako materiał użyteczny do datowania luminescencyjnego (w tym środowisku depozycyjnym może dojść do skutecznego wyzerowania luminescencji). Uzyskane wyniki obligują tym samym do podjęcia dalszych wysiłków, w celu uzyskania odpowiedzi na pytania o wiek pozostałych teras plejstocenijskich w sąsiedztwie Krapkowic.

LITERATURA

- Assmann P., 1934: Zur Frage der Terrassenbildung an der oberen Oder. *Der Oberschlesier*, 16: 3–13.
- Dybor S., Dendewicz A., Grodzicki A., Sadowska A., 1977: Neogreńska i staroplejstocenijska sedymentacja w obrębie stref zapadliskowych rowu Paczkowa i Kędzierzyna. *Geologia Sudetica*, 13(1): 31–62.
- Folk R. L., Ward W. C., 1957: Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Jour. Sed. Petrol.*, 27: 3–26.
- Jahn M., Piasecki H., 1952: Zjawiska peryglacialne na terasach Odry. *Czas. Geogr.*, 21/22: 392–402.
- Jersak J., Sendobry K., 1991: Vistulian deposits in the Valley of the Bierawka exemplified by the filling-sand mine in Kotlarnia. W: Jersak J. (red.): *Less i osady dolinne*. UŚ, Katowice: 93–118.
- Klimek K., 2002: Human-induced overbank sedimentation in the foreland of the Eastern Sudety Mountains. *Earth Surface Processes and Landforms* 27: 391–402.
- Kotlicka G. N., 1981: Neotektonika doliny górnej Odry. *Biul. Inst. Geol.*, 321: 165–175.
- Kowalczyk Z., 1964: Analiza wyników badań geodezyjnych nad współczesnymi naturalnymi ruchami powierzchni południowej części Górnego Śląska. *Prace Komisji Nauk Technicznych PAN, Geodezja*, 1. Kraków: 60 s.
- Lewandowski J., 1988: Plejstocen środkowy w strefie doliny górnej Odry: Brama Morawska – Kotlina Raciborska (próba syntezy). *Przeł. Geol.*, 36: 465–474.
- Lewandowski J., Kaziuk H., 1982: Ewolucja kopalnej sieci rzecznej regionu śląsko-krakowskiego. *Kwart. Geol.*, 26(1): 177–190.
- Mycielska-Dowgiałło E., 1995: Wybrane cechy teksturalne osadów i ich wartość interpretacyjna. W: *Badania osadów czwartorzędowych. Wybrane metody i interpretacja wyników*. Wyd. WGiSR UW, Warszawa: 29–105.
- Racinowski R., Szczypek T., Wach J., 2001: Prezentacja i interpretacja wyników badań uziarnienia osadów czwartorzędowych. UŚ, Katowice: 146 s.
- Schubert C., Kurtz H., 1930: Untersuchungen im Wieg-schützer Moor. *Der Oberschlesier*, 12: 430–435.
- Slater T. 1993: Fluvial scour and incision: models for their influence on the development of realistic reservoir geometries. In: *Characterisation of Fluvial and Aeolian Reservoirs*. *Geol. Soc. London, Spec. Publ.*, 73: 33–52.
- Szczepankiewicz S., 1974: Osady i formy czwartorzędowe Opolszczyzny. W: Rutkowski J. (red.): *Przewodnik XLVI Zjazdu PTG w Opolu, 12–14 września 1974 roku*. WG, Warszawa: 69–89.
- Thierrien F., 2006: Depositional environments and fluvial system changes in the dinosaur-bearing Sanpetru Fm. (Late cretaceous, Romania): post-orogenic sedimentation in an active extensional basin. *Sediment. Geol.*, 192: 183–205.
- Trembaczowski J., 1961: Przyczynki do metodyki badań granulometryczno-petrograficznych utworów morenowych. *Annales UMCS, sec. B*, 16(3): 63–95.
- Trembaczowski J., 1967: Granulometryczno-petrograficzna charakterystyka glin zwałowych Wysoczyzny Konińskiej. *Prace Instytutu Geologicznego*, 48: 147–162.
- Trzepla M., 1999: Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1 : 50 000. *Arkusz Krapkowice*. *PIG*, Warszawa.
- Tunbridge I. P., 1981: Sandy high-energy flood sedimentation – some criteria for recognition, with an example from the Devonian of SW England. *Sed. Geol.*, 28: 79–95.
- Waga J. M., 1994: Rzeźba eoliczna na obszarze wschodniej części Niecki Kozielskiej. *Scripta Rudensia*, 2: 127 s.
- Walczakówna M., Baranowska W., 1964: Epigenetyczny przełom Odry pod Krapkowicami. *Czas. Geogr.*, 35(2): 201–212.
- Wroński J., Kościówko H., 1988: Mapa Geologiczna Polski w skali 1 : 200 000. *Arkusz Nysa*. *PIG*, Warszawa.
- Wójcicki K. J., Marynowski L., 2012: The content of organic and mineral matter in deposits infilling floodplain basins; Holocene alluviation record from the Rivers Kłodnica and Osobłoga valleys, southern Poland. *Geomorphology*, 159–160: 15–29.
- Zieliński T. 2014: *Sedymentologia. Osady rzek i jezior*. WN UAM, Poznań: 594 s.

Wpłynął do redakcji: 21 czerwca 2018

Поступила в редакцию: 21 июня 2018

Received: 21 June 2018