
ANNALS
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. LXVI, 1

SECTIO B

2011

* Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie, Wydział Turystyki i Nauk o Zdrowiu
Katedra Geografii, 35-225 Rzeszów, ul. Sucharskiego 2, piotrbica@wsiz.rzeszow.pl

** Tarnowskie Wodociągi Sp. z o.o., 33-100 Tarnów, ul. Narutowicza 37, wojtal@tw.tarnow.pl

PIOTR GĘBICA*, GRZEGORZ WOJTAL**

*Młodoholoceńska akumulacja i fazy powodzi
w małych dolinach na brzegu Karpat*

Neoholocene river accumulation and flood phase in small valleys mar the Carpathian margin

Słowa kluczowe: akumulacja rzeczna, fazy powodzi, małe doliny, neholocen, brzeg Karpat

Key words: river accumulation, flood phases, small river valleys, Neoholocene, the Carpathians margin

WSTĘP

Prezentowane w artykule nowe profile i wyniki datowań radiowęglowych nawiązują do zapisu zdarzeń powodziowych rejestrowanych w osadach stożków napływowych i równin zalewowych u stóp progu Pogórza lub w małych dolinach rozcinających strefę lessowego Przedgórze Karpat (Kalicki 1998; Starkel i in. 1999; Starkel 1999; Mamakowa, Wójcik 1999; Brud, Mamakowa 2001; Łanczont i in. 2001; Łanczont i in. 2006).

Osady akumulowane u stóp progu Pogórza przez mniejsze potoki o powierzchni zlewni od kilkunastu do około 100 km² (np. Uszwica, Wątok, Wielopolka i Mlecza) reprezentują przeważnie okres mezo- i neholocenu. Datowane w osadach pozakorytowych przewarstwienia organiczne i aluwia korytowe pochodzą najczęściej z pogranicza okresów atlantyckiego i subborealnego lub młodszych faz ożywienia działalności rzek znanych z doliny Wisłoki i Wisły (Alexandrowicz i in. 1981; Starkel 1996; Kalicki 1991, 1996). Na stożku napływowym Uszwicy, w rejonie Szczurowej,

neoholocenska akumulacja pozakorytowa nałożona jest na późnoglacialną, nierozcięta pokrywą aluwialną (Gębica 1995).

U wylotów małych dolinek rozcinających strefę progów Pogórza i Przedgórze Karpat (np. potoków Maga, Ostra, Budzisz, Bystrzyca, Słocina i Rada) pod madami ostatnich tysiącleci znajdujemy zapis faz ożywienia działalności wód powodziowych znanych z większych dolin. Jest to niekiedy zapis pojedynczych zdarzeń, reprezentujących często krótką stratygraficznie fazę akumulacji powodziowej albo sekwencje reprezentujące znaczną część holocenu. Na przykład na równinie zalewowej stożka potoku Budzisz koło Sędziszowa warstwa mułków ze żwirkami złożona przez powódź została wydатовana na 5020 BP, co dobrze koresponduje z fazą uaktywnienia działalności fluwialnej Wisły na wschód od Krakowa (Kalicki 1991; Starkel i in. 1991). Na stożku potoku Słocina w Rzeszowie datowane na 4370–4160 lat BP mułki organiczne z drewnkami leżące pod warstwą żwirków znaczą fazę związaną z częstymi wylewami potoku lub wysokim poziomem wód gruntowych (Starkel 1960, 1996; Starkel i in. 1999). W dolinie Rady koło Radymna pochodzącą z ostatnich tysiącleci serię antropogenicznych mad fosylizują gleby kopalne datowane na 3670 i 1760 (Kalicki 1998). Podobne zapisy zdarzeń powodziowych znamy z późnego wistulianu w przypadku potoku Ostra (Alexandrowicz, Klimek 1985) i stożka Serafy (Kalicki 1997) lub z pogranicza okresu borealnego i atlantyckiego (stożek potoku Maga koło Podgrodzia – Starkel [w:] Alexandrowicz i in. 1981; Niedziałkowska i in. 1977; Czyżowska 1997).

Teren objęty badaniami obejmuje stanowiska aluwii położone w prawobrzeżnej części dorzecza Białej Tarnowskiej (dopływ Dunajca) i doliny Uszwicy. Doliny te rozcinają brzezną strefę Pogórza Karpackiego. Badane próbki drewna zostały pobrane w latach 1999–2006 w trakcie prowadzonych badań geotechnicznych gruntu i przekazane do analiz laboratoryjnych przez firmę Geogrunt Sp. z o.o. z Tarnowa. Analizowane próbki były pobrane z doliny Wątoka (prawobrzeżny dopływ Białej) na terenie bazy PKS w Tarnowie, doliny Białej Tarnowskiej w miejscowości Tuchów oraz doliny Uszwicy w Brzesku. Jedna próbka drewna została pobrana w 2005 roku w trakcie wiercenia studni na potrzeby ujęcia gminnego z aluwii niewielkiej dolinki w zlewni Wątoczka, lewobrzeżnego dopływu rzeki Wątok w miejscowości Łękawica (ryc. 1). Analizowane szczątki drewna i pnie pochodzą z aluwii facji pozakorytowej i starorzecznej. Występują na głębokości 3–6 m. Pod nimi zalegają osady korytowe o miąższości nieprzekraczającej kilku metrów, spoczywające na iłach mioceńskich lub podłożu skał fliszowych.

Próbki drewna zostały datowane w latach 2006–2008 metodą radiowęglową w Laboratorium Radioizotopów Politechniki Śląskiej w Gliwicach (1 próbka) oraz Laboratorium w Kijowie na Ukrainie (3 próbki). Wykaz datowanych próbek, ich konwencjonalny wiek radiowęglowy i kalibrowany BP przedstawia tab. 1.



Ryc. 1. Położenie badanych stanowisk w dolinach brzeżnej strefy Pogórza Karpackiego
 Fig. 1. Localization of studied sites in valleys of the margin zone of the Carpathian Foothills

Tab. 1. Zestawienie profili datowanych metodą radiowęglową w małych dolinach
 dorzecza Białej Tarnowskiej i Uszwicy

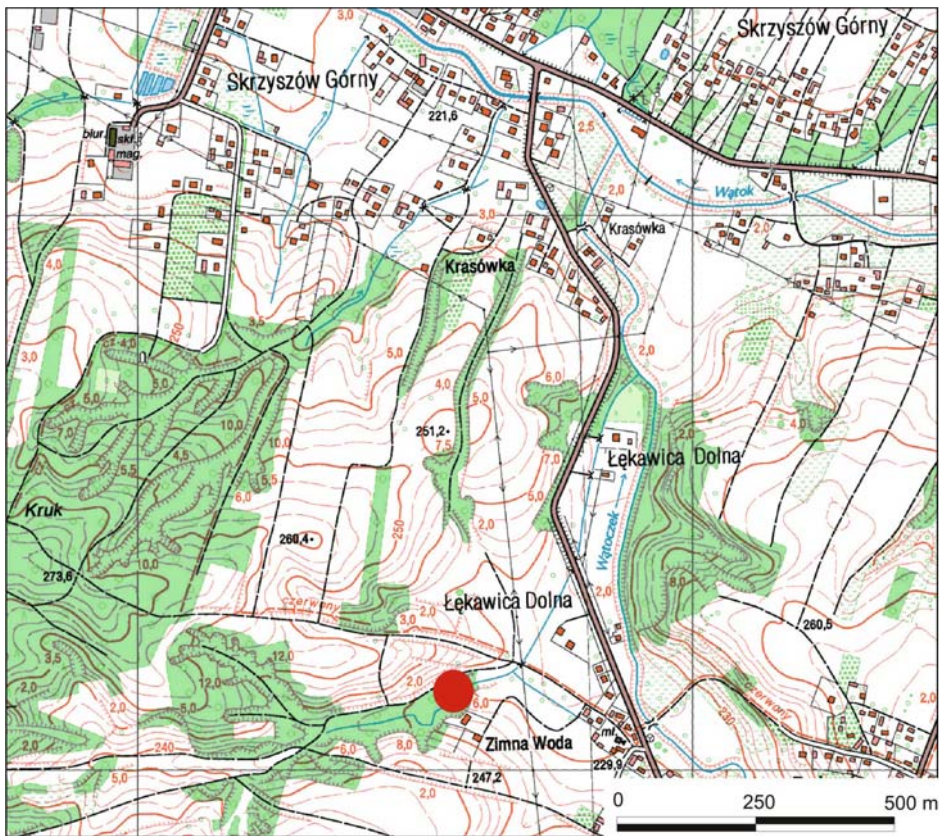
Table 1. List of ¹⁴radiocarbon method dated sites in small valleys in Biała Tarnowska
 drainage basin and Uszwica

Stanowisko Nr profilu	Rzeka	Rodzaj materiału	Głębokość [m]	Wiek radio- węglowy BP	Nr labor.	Wiek kalibrowany
Łękawica Lek K-4/1	Wątoczek	pień drzewa	3,0÷3,4	3440±80	Ki-13365	1880–1680 BC
Tarnów Gumniska	Wątok	drewno (czarny dąb)	6,0	990±50	Ki-13398	990–1050 AD
Tuchów 10/1	Biała Tarnowska	szczątki organiczne z fragmentami drewna	5,5÷5,6	2500±55	Gd-12907	800–480 BC
Brzesko Brz 1/1	Uszwica	szczątki organiczne z fragmentami drewna	2,7÷4,0	5220±50	Ki-14851	4050–3960 BC

CHARAKTERYSTYKA STANOWISK I WYNIKI DATOWAŃ RADIOWĘGLOWYCH

STANOWISKO ŁĘKAWICA

Profil otworu studziennego zlokalizowany został w miejscowości Łękawica (ryc. 2a), w dnie doliny płaskodennej, będącej lewobrzeżnym dopływem Wątoczka, uchodzącego w Skrzyszowie do Wątoka. Wątok, wraz z lewobrzeżnymi dopływami, drenuje próg Pogórza Ciężkowickiego o wysokości dochodzącej do 378,9 m n.p.m. (Góra św. Marcina) oraz wąską strefę Przedgórze Pilzneńskiego (220–250 m n.p.m.), przykrytego lessem.



● Lokalizacja miejsca poboru próbki Łękawica

Ryc. 2a. Stanowisko Łękawica
Fig. 2a. Łękawica study site

W profilu wiercenia K-4 stwierdzono na głębokości 0,0÷2,6 m pozakorytowe piaski pylaste, szare, przechodzące niżej (2,6÷3,0 m) w piaski drobne (ryc. 3). Na głębokości

3,0÷3,4 m przebito warstwę żwiru akumulowanego podczas powodzi, w stropie którego występowały konary i fragmenty drewna. Poniżej osadów korytowych, na głębokości 3,4÷5,5 m, stwierdzono występowanie piasków drobnych i średnich, lokalnie pylastych, barwy szarej. Poniżej piasków, na głębokości 5,5÷5,8 m, występowały pozakorytowe mułki (pyły), barwy szarej, w spągu żółto-szarej, a pod mułkami żwiru korytowe, na głębokości 5,8÷7,9 m zalegające na łożach miocenu. Datowanie radiowęglowe próbki drewna pochodzącej ze żwirów z głębokości 3–3,4 m dało wiek 3440 ± 80 lat BP (Ki-13365) (tab. 1). Oznacza to, że około 3440 lat BP nastąpił, związany z wezbraniem, katastrofalny powal drzew i akumulacja powodziowa warstwy żwirów w dnie doliny. Podobny epizod powodziowy zarejestrowano w dolinie małego potoku w Markowej, dopływie Mleczy (Wysoczyzna Kańczucka), gdzie pod madami z ogniwa piasków z węgielkami drzewnymi pochodzi data 3450 lat BP (Mamakowa, Wójcik 1999). Zdarzenie to dobrze koreluje z datowaną między 3590 a 3260 lat BP piaszczystą wkładką, złożoną podczas powodzi w profilu organicznego wypełnienia zakola Wisły w Zabierzowie Bocheńskim (Kalicki i in. 1996). W dolinie Rady koło Radymna gleba kopalna datowana na 3670 BP przykryta jest pylastymi aluwiami pozakorytowymi (Kalicki 1998).

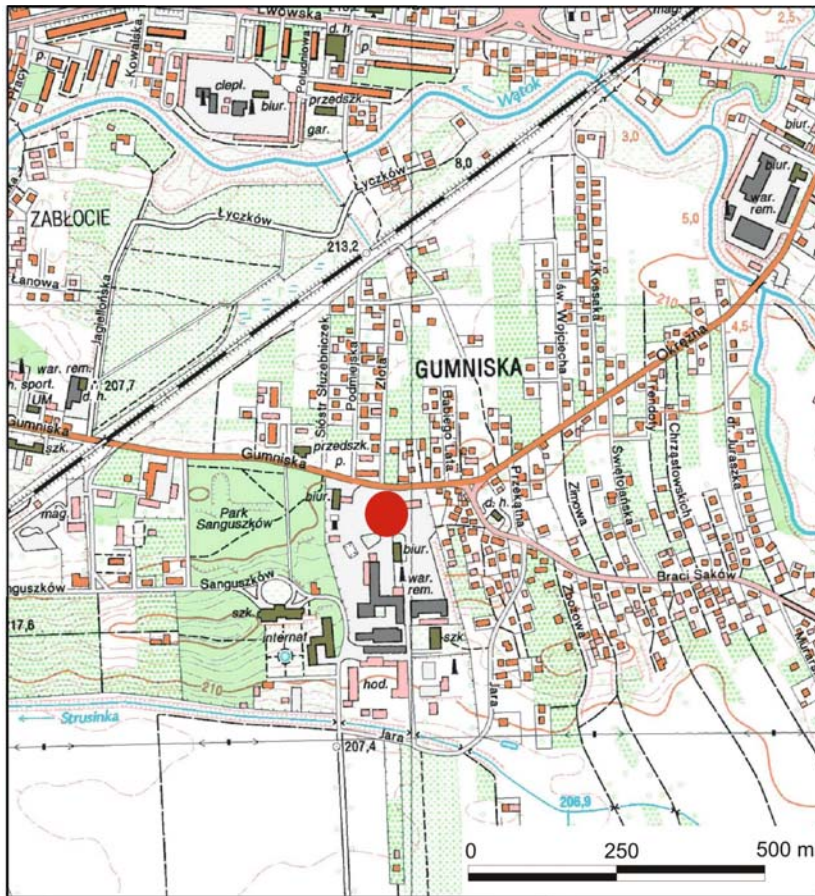
STANOWISKO TARNÓW – GUMNISKA

Wiercenie zlokalizowano w obrębie holocenijskiej terasy nadzalewowej Wątoka (4,5–5,5 m n.p.rz.), w odległości 600 m na południe od współczesnego koryta, na wysokości 211,7 m n.p.m., na terenie zajezdni autobusowej PKS przy ul. Gumniszkiej w Tarnowie (ryc. 2b). W dolnym biegu rzeki, na granicy progu Pogórza i Wysoczyzny Tarnowskiej (między Skrzyszowem Dolnym a Tarnowem), Wątok wykorzystuje fragment Rynny (Pradoliny) Podkarpackiej wypełnionej utworami fluwioglacjalnymi (Pulit 1957). Na południe od doliny Wątoka istnieje szerokie obniżenie erozyjne, utworzone prawdopodobnie wskutek działalności rzecznej, wykorzystywane dziś przez potok o nazwie Strusinka. Pierwsze opisy profili i datowanie palinologiczne M. Wąsa szczątków organicznych wskazywały na późnoglacialny i holocenijski wiek aluwii doliny Wątoka (Starkel 1960).

Z równiny zalewowej Wątoka pochodzi 6-metrowy profil aluwii, w stropie którego do głębokości 2,2 m występowały gliny aluwialne, od 2,2 do 4,5 m mułki piaszczyste, a od głębokości 4,4 do 5,0 m mułki organiczne datowane na 8380 ± 160 lat BP (Mamakowa, Brud 1999). Analiza palinologiczna K. Mamakowej wskazuje, że osady organiczne były deponowane w obniżeniu popowodziowym w młodszej części okresu borealnego i starszej części okresu atlantyckiego (Brud, Mamakowa 2001).

Wiercenie wykonane przez firmę Geogrunty było położone około 400 m na południowy zachód od datowanego na 8380 lat BP stanowiska z torfem (ryc. 3). W profilu wiercenia występował nasyp do głębokości 3,2 m; od 3,2 do 5,5 m starorzeczne mułki ciemnobrunatne i jasnoszare z otoczkami oraz częściami organicznymi, a także mułki piaszczyste jasnożółte i niebiesko-szare. Na głębokości 5,5 do 7,0 m występują piaski pylaste i piaski drobnoziarniste barwy ciemnoszarej. W obrębie tych piasków na głębokości około 6,0 m napotkano pień czarnego dębu, z którego pobrano próbkę

drewna do datowania. Wiek radiowęglowy próbki drewna wynoszący 990 ± 50 lat BP (Ki-13398) oznacza akumulację aluwii korytowych na przełomie X i XI wieku AD. Dobrze to koreluje z wydzielaną w dolinie Wisły koło Krakowa fazą powalną pni datowaną od 900 do 1150 AD (Kalicki, Krapiec 1992) oraz podobnie datowaną fazą powodzi w dolinie Wisłoki w Strzegonicach (Starkel 1995).



 Lokalizacja miejsca poboru próbki Tarnów

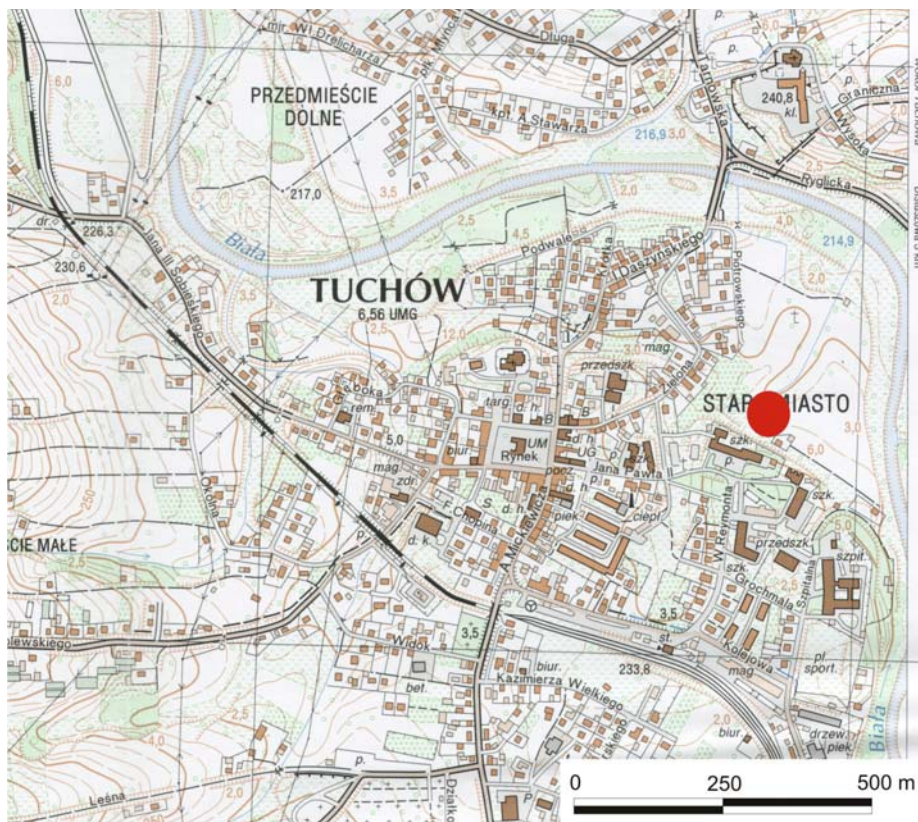
Ryc. 2b. Stanowisko Tarnów – Gumniska (baza PKS w Tarnowie)
Fig. 2b. Tarnów – Gumniska study site (PKS base in Tarnów)


W 2009 roku pobrano z odsłonięcia nad Wątokiem w Skrzyszowie Dolnym, z głębokości 4,7 m, mułek starorzeczny z detrytusem roślinnym i fragmentami drewniak, który zawierał ziarna pyłku jodły, graba i buka oraz sosny, olszy i lipy, wskazujące, według K. Szczepanka, na starszą lub środkową część okresu subatlantyckiego przed

fazą intensywnego oddziaływania człowieka. Wzrost akumulacji powodziowej oraz nagromadzenie licznych pni czarnych dębów w aluwialnych korytach, wśród których występują pnie ze śladami ścinania, świadczą o postępującym wylesianiu równin zalewowych. Okres wylesiania w diagramach pyłkowych zaznacza się malejącym udziałem pyłku drzew, znanym m.in. z profilu osadów powodziowych w Brzeźnicy nad Wisłoką (Starkel i Mamakowa [w:] Alexandrowicz i in. 1981).

STANOWISKO TUCHÓW

Profil otworu położony był na równinie zalewowej Białej Tarnowskiej, na lewym brzegu rzeki, w odległości 250 m od współczesnego koryta, na wysokości 221,6 m n.p.m., na terenie Tuchowa (ryc. 2c). W wierceniu do głębokości 3,6 m stwierdzono występowanie pozakorytowych pyłów (mad) barwy brązowej i brązowo-szarej; od 3,6



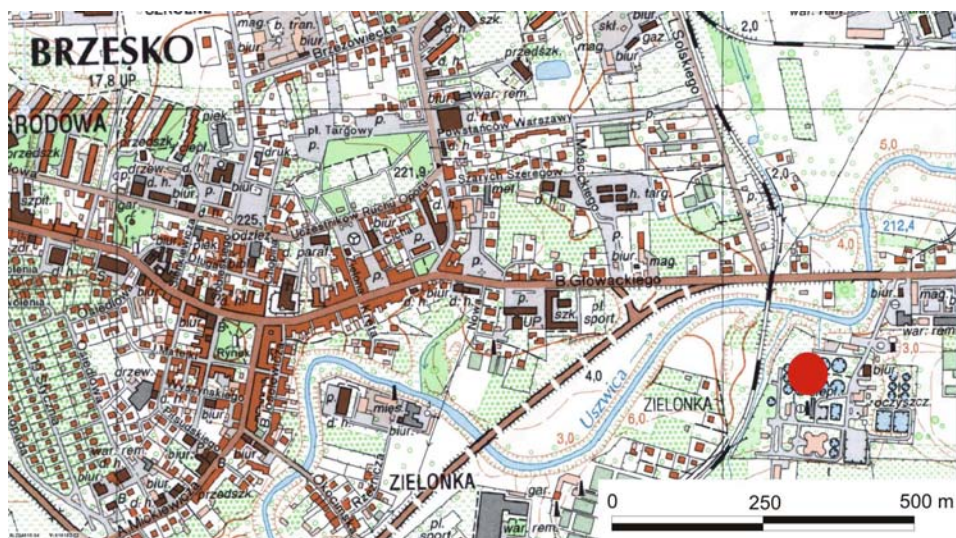
 Lokalizacja miejsca poboru próbek Tuchów

Ryc. 2c. Stanowisko Tuchów
Fig. 2c. Tuchów study site

do 4,7 m pyły szaro-rdzawe, przewarstwiane drobnym, szarym piaskiem (ryc. 3). Od 4,7 do 6,1 m występowały mułki barwy szarej, z wkładkami piasku drobnego, w których stwierdzono na głębokości 5,5–5,6 m liczne szczątki organiczne z fragmentami drewna, spoczywające na piaskach ze żwirami barwy ciemnordzawej. Datowanie fragmentów drewna z głębokości 5,5–5,6 m dało wiek 2500 ± 55 lat BP (Gd-12907), wskazujący na akumulację powodziową na początku okresu subatlantyckiego. Ten epizod powodziowy reprezentują też makroszczątki z ogniwa żwirowego, datowane w Grabinach nad Wisłoką na 2420 ± 55 lat BP (Awiuk i in. 1980). Wzrost akumulacji powodziowej można by wiązać ze zwilgotnieniem klimatu na początku okresu subatlantyckiego, ale również może on oznaczać wzrost ekspansji osadnictwa i wylesianie obszaru pogórskiego w późnym okresie epoki brązu.

STANOWISKO BRZESKO

Profil otworu zlokalizowany został na równinie aluwialnej Uszwicy, w prawobrzeżnej części doliny, w odległości 120 m na południe od obecnego koryta, na wysokości 221 m n.p.m., na obszarze miasta Brzeska (ryc. 2d). Do głębokości 1,7 m stwierdzono nasyp, poniżej zalegały gliny aluwialne (mady pylaste) i mułki pylasto-gliniaste brązowo-szare i szaro-niebieskie wypełniające starorzecze, w obrębie których na głębokości 2,7–4,0 m stwierdzono występowanie dużej ilości szczątków organicznych z fragmentami drewna, z których pobrano próbki do analizy radiowęglowej.



Lokalizacja miejsca poboru próbki Brzesko

Ryc. 2d. Stanowisko Brzesko
Fig. 2d. Brzesko study site

Na głębokości 4,0÷6,4 m przebito pyły i pyły piaszczyste starorzeczne barwy jasnoszarej, a poniżej piasek średni, przechodzący na głębokości 7,1 m w piaski ze żwirami barwy szaro-niebieskiej. Próbką drewna pobrana z głębokości 2,7 m została wydatowana na 5220±50 lat BP (Ki-14851), co wskazuje na to, że odcięcie starorzecza i sedimentacja powodziowa w starorzeczu miały miejsce na przełomie okresów atlantyckiego i subborealnego. Data ta dobrze koreluje zarówno ze złożeniem w mułkach wkładki żwirkowej z drewnkami datowanymi na 5020±110 lat BP w małej dolinie potoku Budzisz, dopływu Wielopolki koło Sędziszowa Małopolskiego (Starkel i in. 1999), jak i z opuszczeniem koryta Wisły w Lesie Grobla, 40 km poniżej Krakowa (Gębica, Starkel 1987; Starkel i in. 1991).

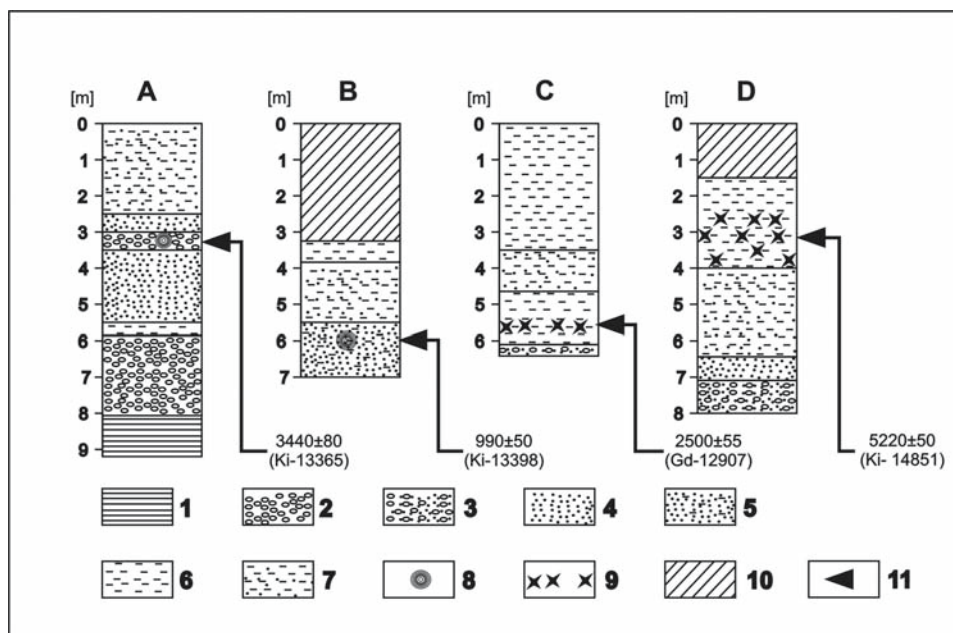
WNIOSKI

W dolinach strefy progu Pogorza datowane profile aluwiów powodziowych reprezentują głównie okres neoholocenu. Najstarsze aluwia z fragmentami drewna, akumulowane w starorzeczu Uszwicy na przełomie okresu atlantyckiego i subborealnego (5200 lat BP), znaczą fazę powodzi datowaną na 5500–4900 BP, z którą wiązane są liczne zmiany i przerzuty koryt rzecznych w dolinie Wisły (Starkel i in. 1991). Podobna faza powodzi została zarejestrowana w dolinie Budzisa koło Sędziszowa i wydatowana na 5020 lat BP (Starkel i in. 1999). Złożenie wkładki żwirowej 3440 lat BP w madach doliny Wątoczka na progu Pogorza Ciężkowickiego należy wiązać z lokalnym zdarzeniem powodziowym, którego zapis rejestrują również datowane na 3450 lat BP aluwia z węgielkami drzewnymi w dolinie Markówki, dopływu Mleczi (Mamakowa, Wójcik 1999). Podobne zdarzenie powodziowe rejestruje wkładka mułków, zdeponowana podczas wezbrania w dnie doliny Mleczi, między 3740 a 3280 lat BP (Łanczont i in. 2001). Akumulacja młodszych aluwiów pozakorytowych z węglami drzewnymi została wydatowana na stanowisku w Markowej na 2800 lat BP (Mamakowa, Wójcik 1999). W dolinie Rady akumulacja powodziowa pylastych mad na glebie kopalnej, datowanej na 3670 i 1760 lat BP, nawiązuje do erozji gleb nalessowych i wylesiania (Kalicki 1998).

Młodsze są aluwia korytowe z fragmentami drewna, datowane na 2500 lat BP, w dolinie Białej Tarnowskiej w Tuchowie, których akumulacja wiąże się ze zwilgoceniem klimatu na początku okresu subatlantyckiego. Akumulacja aluwiów w okresie 3400–2500 ¹⁴C BP przypada na okres szerokiej ekspansji rolnictwa na przykarpackich wysoczyznach lessowych i wylesiania obszarów Pogorza w okresie panowania kultury łużyckiej.

Natomiast dolny odcinek doliny Wątoka rejestruje fazy akumulacji aluwiów, datowane palinologicznie na okres starszego lub środkowego subatlantyku, i aluwia piaszczyste z pniem czarnego dębu, datowane na 990±50 lat BP (Ki-13398), włożone w serię aluwiów z pogranicza okresu borealnego i atlantyckiego (Brud, Mamakowa 2001). Akumulacja powodziowa w okresie średniowiecza (X/XI wiek) dobrze koreluje

z wydzielaną w dolinie Wisły koło Krakowa fazą powału pni datowaną od 900 do 1150 AD (Kalicki, Krąpiec 1992) oraz podobnie datowaną fazą powodzi w dolinie Wisłoki w Strzegonicach (Starkel 1995). Liczne nagromadzenia pni czarnych dębów w aluwiach korytowych w tym czasie, wśród których występują pnie ze śladami ścinania, świadczą o postępującym wylesianiu równin zalewowych. O ile w dużych dolinach mamy stopnie terasowe i wyraźne włożenia aluwiów, rejestrujące zapis dłuższych stratygraficznie okresów ożywienia działalności rzek, o tyle w dolinach progu Pogórza i Przedgórze przeważnie występuje jedna równina z tendencją do agradacji, rejestrująca krótką stratygraficznie fazę akumulacji powodziowej, podobnie jak ma to miejsce w małych dolinach na obszarze wyżyn lessowych (Śnieszko 1985; Ludwikowska-Kędzia 1999).



Ryc. 3. Profile wierceń z osadami aluwialnymi datowanymi ^{14}C :

A – dolina Wątoczka (Łękawica), B – dolina Wątoka (Tarnów – Gumniska),

C – dolina Białej Tarnowskiej (Tuchów), D – Dolina Uszwicy (Brzesko)

1 – il mioceni, 2 – żwir, 3 – żwir z piaskiem, 4 – piasek, 5 – piasek pylisty, 6 – pyły,

7 – pyły przewarstwiane piaskiem, 8 – pnie i fragmenty drewna, 9 – makroszczątki,

10 – nasyp, 11 – miejsca datowań radiowęglm ^{14}C

Fig. 3. Boring logs with alluvial sediments dated by radiocarbon method:

A – Wątoczek valley (Łękawica), B – Wątok valley (Tarnów – Gumniska),

C – Biała Tarnowska valley (Tuchów), D – Uszwica valley (Brzesko)

1 – miocene clay, 2 – gravel, 3 – gravel with sand, 4 – sand, 5 – silty sand, 6 – silts,

7 – silts interbedded with sands, 8 – tree trunks and fragments of wood, 9 – macrofossils,

10 – dike, 11 – radiocarbon dates sites

PODZIĘKOWANIA

Dziękujemy właścicielowi firmy Geogrunnt Sp z o.o. panu Leszkowi Bardelowi oraz Urzędowi Gminy Skrzyszów za przekazanie opisów profili wierceń, a także próbek drewna do datowania. Dziękujemy prof. Annie Pazdur z laboratorium Politechniki Śląskiej w Gliwicach, dr. Nikolayowi Kovalyukowi z laboratorium w Kijowie za wykonanie datowań radiowęglowych oraz prof. Kazimierzowi Szczepankowi z Uniwersytetu Jagiellońskiego za wykonaną analizę palinologiczną. Dziękujemy również prof. Leszkowi Starkłowi za dyskusję i cenne uwagi do tekstu artykułu.

Badania były przeprowadzone w ramach własnych badań statutowych, a datowania sfinansowano z grantu KBN nr 2P04E 027 29 „Stratygrafia aluwii i fazy holocentrycznych powodzi w dorzeczu Sanu i górnego Dniestru (w oparciu o metody sedymentologiczne, dendrochronologiczne i radiowęglowe)”.

LITERATURA

- Alexandrowicz S.W., Klimek K., Kowalkowski A., Mamakowa K., Niedziałkowski E., Pazdur M., Starkel L., 1981. The evolution of the Wisłoka valley near Dębica during Lateglacial and Holocene, *Folia Quaternaria* 53, Kraków, 1–91.
- Awsiuk R., Niedziałkowska E., Pazdur A., Pazdur M., Starkel L., Walanus A., 1980. Preliminary results of studies on the age of the Holocene alluvia at the left bank of the Wisłoka river near Dębica. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica* 14, 33–42.
- Brud S., Mamakowa K., 2001. Late Glacial-Holocene evolution of the Wątok stream valley in Tarnów Gumniska site, South Poland. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 35, 81–88.
- Czyżowska E., 1997. Zapis zdarzeń powodziowych na pograniczu boreału i atlantyku w osadach stożka napływowego w Podgrodziu. Dokumentacja Geograficzna 5.
- Gębica P., 1995. Evolution of the Vistula valley and of alluvial fans of the Raba and Uszwica rivers between Uście Solne and Szczurowa in the Vistulian and Holocene, [w:] (red. L. Starkel) Evolution of the Vistula river valley during the last 15000 years, *Geogr. Studies*, part 5, Spec. Issue 8, IGiPZ PAN, 31–50.
- Gębica P., Starkel L., 1987. The evolution of the Vistula valley at the northern margin of the Niepołomice Forest during the last 15000 years, [w:] (red. L. Starkel) Evolution of the Vistula river valley during the last 15000 years, *Geogr. Studies*, part II, Spec. Issue 4, IGiPZ PAN, 71–86.
- Kalicki T., 1991. The evolution of the Vistula river valley between Cracow and Niepołomice in the Late Vistulian and Holocene Times, [w:] (red. L. Starkel) Evolution of the Vistula river valley during the last 15000 years, *Geogr. Studies*, part IV, Spec. Issue 6, IGiPZ PAN, 11–37.
- Kalicki T., 1996. Phases of increased river activity during the last 3500 years, [w:] (red. L. Starkel) Evolution of the Vistula river valley during the last 15000 years, *Geogr. Studies*, part VI, Spec. Issue 9, IGiPZ PAN, 94–101.
- Kalicki T., 1997. The reflection of climatic changes and human activity on sediments of small Forecarpathian tributaries of the Vistula river near Cracow, Poland. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica* 31, 129–141.

- Kalicki T., 1998. Litologia i stratygrafia aluwii w dolinie Rady (Kotlina Sandomierska), [w:] Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych, III Seminarium, Streszczenia referatów i opis posterów, 16–17 XI 1998, Wyd. UAM, Poznań, 51–53.
- Kalicki T., Starkel L., Sala J., Soja R., Ziernickaya V.P., 1996. Subboreal paleochannel systems in the Vistula valley near Zabierzów Bocheński (Sandomierz Basin), [w:] (red. L. Starkel) Evolution of the Vistula river valley during the last 15000 years, Geogr. Studies, part VI, Sp. Issue 9, 129–158.
- Ludwikowska-Kędzia M., 2000. Ewolucja środkowego odcinka doliny rzeki Belnianki w późnym glacie i holocenie, Wyd. Akademickie Dialog, Warszawa.
- Lanczont M., Nogaj-Chachaj J., Klimek K., 2001. Potencjał środowiska naturalnego przykarpackiej wysoczyzny lessowej dla osadnictwa neolitycznego, [w:] (red. J. Gancarski) Neolit i początki epoki brązu w Karpatach polskich, Krosno, 173–199.
- Lanczont M., Nogaj-Chachaj J., Klimek K., 2006. Z badań nad geomorfologicznymi skutkami osadnictwa wczesnośredniowiecznego na Wysoczyźnie Kańczuckiej. Wczesne średniowiecze w Karpatach polskich, Krosno, 338–354.
- Mamakowa K., Brud S. 1999. Ewolucja doliny Wątoka w późnym glacie i holocenie, [w:] VI Konferencja stratygrafii plejstocenu Polski „Czwartorzęd wschodniej części Kotliny Sandomierskiej”, Czudec 31 VIII–4 IX 1999, PiG, Kraków, 47–49.
- Mamakowa K., Wójcik A., 1999. Stanowisko Markowa. Profil utworów rzecznych i jeziornych w rejonie Markowej, [w:] VI Konferencja stratygrafii plejstocenu Polski „Czwartorzęd wschodniej części Kotliny Sandomierskiej”, Czudec 31 VIII–4 IX 1999, PiG, Kraków, 130–141.
- Pulit F., 1975. Paleogeomorfologia i paleohydrografia Pradoliny Podkarpackiej w okolicy Tarnowa. Przegląd Geograficzny, t. 47, z. 2, 345–359.
- Starkel L., 1960. Rozwój rzeźby Karpat fliszowych w holocenie. Prace Geograficzne IG PAN, 22, ss. 239.
- Starkel L., 1995. New data on the Late Vistulian and Holocene evolution of the Wisłoka valley near Dębica, [w:] (red. L. Starkel) Evolution of the Vistula river valley during the last 15000 years, part V, Spec. Issue 8, IGiPZ PAN, 73–90.
- Starkel L., 1999. Akumulacja holocenska na przedpolu progu Pogorza Karpackiego, [w:] VI Konferencja stratygrafii plejstocenu Polski „Czwartorzęd wschodniej części Kotliny Sandomierskiej”, Czudec 31 VIII–4 IX 1999, PiG, Kraków, 62–64.
- Starkel L., Gębica P., Niedziałkowska E., Podgórska-Tkacz A., 1991. Evolution of both the Vistula floodplain and Late glacial-Early Holocene paleochannel systems in the Grobla Forests (Sandomierz Basin), [w:] (red. L. Starkel) Evolution of the Vistula river valley during the last 15000 years, part IV, Geogr. Studies., Spec. Issue 6, IGiPZ PAN, 87–99.
- Starkel L., Gębica P., Kalicki T., Ludwikowska M., Niedziałkowska E., 1999. Chronostratygrafia aluwii i form fluwialnych w południowej Polsce, [w:] (red. A. Pazdur, A. Bluszcz, W. Stankowski, L. Starkel) Geochronologia górnego czwartorzędu Polski w świetle datowania radiowęglowego i luminescencyjnego, Wind J. Wojewoda, Wrocław, 133–155.
- Starkel L., Kalicki T., Krąpiec M., Soja R., Gębica P., Czyżowska E., 1996. Hydrological changes of valley floor in the upper Vistula basin during Late Vistulian and Holocene, [w:] (red. L. Starkel) Evolution of the Vistula river valley during the last 15000 years, part VI, Geogr. Studies., Spec. Issue 9, IGiPZ PAN, 7–128.
- Śnieszko Z., 1985. Paleogeografia holocenu w dolinie Sancygniówki. Acta Geographica Lodziensia 51, 1–124.

S U M M A R Y

The article presents the results of radiocarbon datings of Young Holocene alluvia in the Biała Tarnowska drainage basin and Uszwica valley, situated in the margin zone of the Carpathian Foothills escarpment. Radiocarbon datings 5200 BP, 3440 BP, 2500 BP and 990 BP correlate well with flood phases differed in the Wisłoka river and Vistula river valleys and with records of single flood events recorded at the alluvial cones and floodplains of the small river valleys at the margin zone of the Carpathians. These phases of increase fluvial activity in general coincide with periods of wet climate and phases of intense settlement, deforestation and soil erosion in the loess periCarpathian plateaus and escarpment of the Carpathian Foothills. These events took place particularly during the Lusatian culture (3400–2500 BP) and early Middle Ages (9th–10th c.).