

## Wyniki badań makroszczątków roślin z serii witowskiej (południowa Polska)

Stanisław Brud<sup>\*,\*\*</sup>, Grzegorz Worobiec<sup>\*\*\*</sup>

**Results of investigations on plant macroremains found in deposits of the Witów Series (southern Poland).** Prz. Geol., 51: 392–401.

*Summary.* Macroremains of plants (leaves, fruits, shoots) in the Witów Series at Witów as impressions preserved in poorly cemented occur and mudstones. Coniferous plants are represented by *Pinus cf. palaeostrobus* (Ettingshausen) Heer, and other, indeterminate remains. Remains of dicotyledons belong to species *Zelkova zelkovifolia* (Unger) Bük et Kotlaba, genera *Fagus* and *Populus*, and family *Juglandaceae*. There are also some dicotyledonous fossils ("*Leguminosa*" sensu Berger, *Dicotylophyllum*) whose systematic position is unclear. Monocotyledonous plant remains are represented by *Spirematospermum wetzleri* (Heer) Chandler and *Monocotyledonae* gen. et sp. indet. Composition of oryctocoenosis found points to presence of riparian and mesophytic forests, as well as mild, warm temperate climate during the period of origin of the Witów Series. Presence of taxa of *Pinus cf. palaeostrobus*, *Spirematospermum wetzleri*, *Zelkova zelkovifolia* and remains of *Juglandaceae*, as well as results of palynological investigations suggest Younger Neogene (Late Miocene–Pliocene) age of the Witów Series with plant remains.

**Key words:** macroflora, palaeovegetation, palaeoclimate, Witów Series, Carpathian Foredeep, Neogene

„Seria witowska”, określona tak przez Łyczewską (1948) od ponad półwiecza wzbudza niesłabnące zainteresowanie i stanowi przedmiot badań geologów (Drzewicka-Kozłowska, 1963; Gradziński & Unrug, 1959; Kucia-Lubelska, 1966; Dżułyński i in., 1968; Krysiak, 1987, 2000; Lindner, 1980, 1988; Lindner & Siennicka, 1994; Lindner & Siennicka-Chmielewska, 1995, 1998; Sobolewska, 1963; Lindner & Nowakowski, 1996; Nawrocki & Wójcik, 1990; Radzki i in., 1992; Rutkowski, 1987a, 1987b, 1995, 1998; Tyczyńska, 1978; Zuchewicz, 1995). Są to słabozwięzłe piaskowce, żwiry i mułki zalegające na łożach miocenich i przykryte różnymi litologicznie utworami czwartorzędu. Występują one w międzyrzeczu Wisły i Szreniawy od okolic Nowego Brzeska po Witów (ryc. 1). Dotychczasowe poglądy co do wieku i genezy tej serii są zróżnicowane: od utworów morskich miocenu (Łyczewska, 1948; Tyczyńska, 1978), przez eoplejstocen (Dżułyński i in., 1968; Rutkowski, 1987a, 1987b, 1995, 1998) po zlodowacenie narwi (Lindner & Siennicka, 1994; Lindner & Siennicka-Chmielewska, 1995, 1998; Lindner & Nowakowski, 1996; Nawrocki & Wójcik, 1990).

Znalezienie na początku 2002 r. przez pierwszego z autorów oznaczalnych makroszczątków roślin dało możliwość uzyskania pierwszych pewnych danych o roślinności związanej z okresem formowania się osadów serii witowskiej oraz stało się okazją do dyskusji nad jej wiekiem.

### Charakterystyka obszaru badań

Przedmiotem pracy są tylko klasyczne odsłonięcia w Witowie (ryc. 2), gdzie znaleziono oznaczalne szczątki makroflory. Profil sondowania kartograficznego KB–5 (Radzki i in., 1992) w odsłonięciu Witów D wskazuje na

stopniowy wzrost gradacji ziarna od łoż do mułków i piasków (ryc. 3). Profil ścian odsłoneń Witów C i D potwierdzają tę tendencję — wśród piasków pojawiają się najpierw wkładki żwirów, by następnie dominować w profilu górnej części serii witowskiej.

Cały profil serii witowskiej (ryc. 3) i skład petrograficzny osadów wskazuje na stopniowe zasypywanie zbiornika przez rzekę płynącą z Karpat, a cechy strukturalne osadów widocznych w odsłonięciu świadczą o raczej roztokowym reżimie jej przepływu.

We wszystkich dostępnych obserwacjach odsłonięciach obecne były wkładki mułowców i słabozwięzłych piaskowców ze zwęglonym detrytusem roślinnym, o czym wspominali już Dżułyński i in. (1968). Dokładna eksploracja tych warstw pozwoliła na zebranie wielu okazów makroszczątków roślinnych — pędów, liści oraz owoców. Można wyróżnić dwie zasadnicze oryktocenozy makroszczątków. Ławice słabozwięzłych piaskowców z detrytusem roślinnym, o miąższości dochodzącej do 0,5 m, wykazywały często normalną gradację ziarna w spągu, przechodząc ku górze w piaskowce laminowane horyzontalnie. Obecne w nich szczątki flory są ułożone kierunkowo. W warstwach piaskowców o strukturze masywnej liście są ułożone bezładnie, często poskręcane i porozrywane na fragmenty (por. ryc. 5E, ryc. 6F). Powyższe cechy, przy obecności kieszeni wypełnionych materiałem żwirowym, wskazują na szybką depozycję osadu w warunkach silnego i zmiennego przepływu.

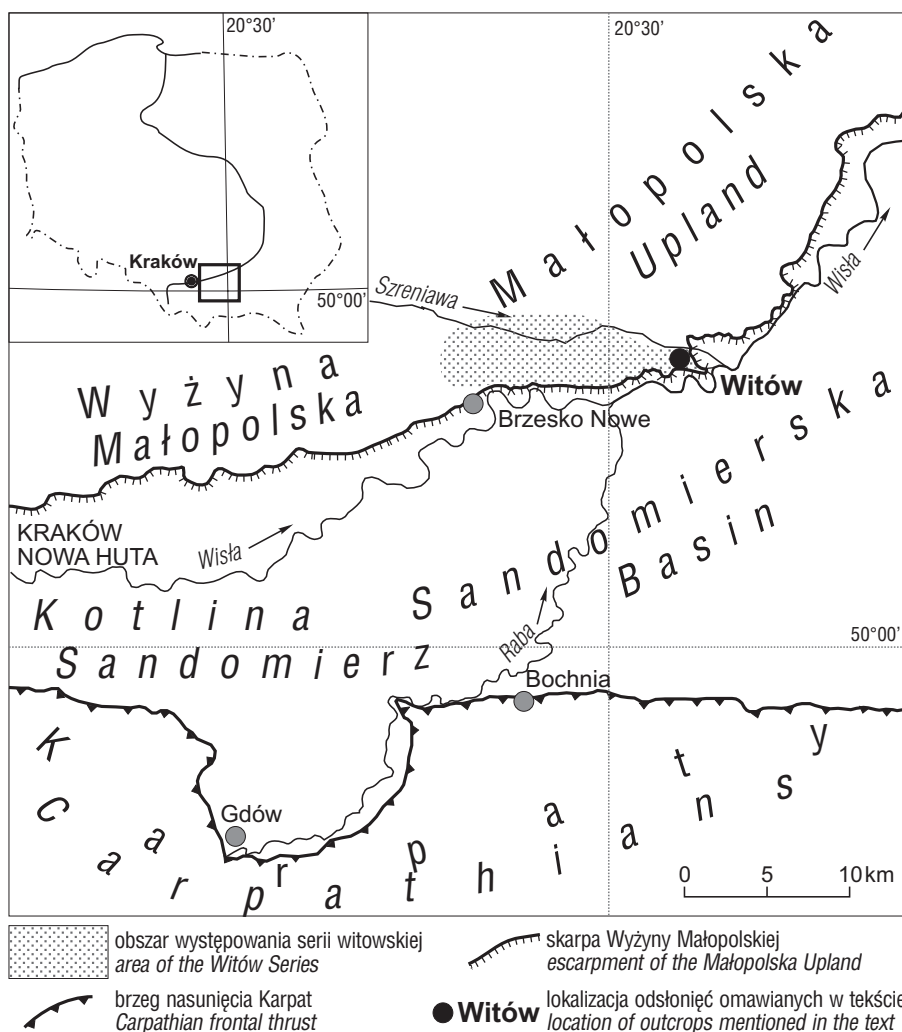
We wkładkach mułowcowych, tworzących kilkunastometrowej rozciągłości soczewki o miąższości do kilkunastu centymetrów, szczątki roślinne były zachowane znacznie lepiej. Dominacja facji mułowcowej i ilastej, przy subtelnej laminacji poziomej, wskazuje na środowisko pozakorytowe. Liście ułożone są poziomo, bez wyraźnego ukierunkowania, co wskazuje na ich powolne, spokojne opadanie i pogrzebanie w drobnoziarnistym osadzie pozwalającym na zachowanie nawet stosunkowo delikatnych struktur.

Wkładki z makroszczątkami znaleziono w dolnej części odsłonięcia Witów D do wysokości 6–8 m ponad dnem wyrobiska oraz w całym profilu odsłonięcia Witów C — stropowe soczewki mułków z fragmentami liści występują

\*Instytut Nauk Geologicznych Uniwersytet Jagielloński, ul. Oleandry 2a, 30-063 Kraków; stbrud@ing.uj.edu.pl

\*\*Przedsiębiorstwo Geologiczne SA, al. Kijowska 14, 30-070 Kraków;

\*\*\*Zakład Paleobotaniki, Instytut Botaniki im. Władysława Szafera, Polska Akademia Nauk, ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków; worobiec@ib-pan.krakow.pl



Ryc. 1. Lokalizacja terenu badań na tle głównych jednostek geomorfologicznych  
 Fig. 1. Location of the study area against the background of main geomorphological units

w żwirach ok. 2 m poniżej czwartorzędowych mułków lesopodobnych (ryc. 3). W odsłonięciach Witów A oraz F szczątki były nieoznaczalne. Badania składu petrograficznego żwirów bez wątpienia wskazują na jednolitość ich składu w całej sekwencji (oczywiście z wyłączeniem plejstocenijskich żwirów w nadkładzie), potwierdzając obserwacje Rutkowskiego (1987b, 1998).

### Materiał i metody

Szczątki roślin znalezione w osadach serii witowskiej zachowały się wyłącznie w postaci odcisków, przeważnie jako małe fragmenty w słabozwięzłych piaskowcach, piaszczystych mułowcach oraz w mułowcach. W cienkich przewarstwieniach ilastych nie natrafiono na żadne szczątki roślin. Odciski są przeważnie zabarwione na brązowo, rzadziej mają żółtordzawy kolor. Stan zachowania struktur morfologicznych (np. brzeg liścia, nerwacja) zależy od rodzaju osadu. W osadach gruboziarnistych (piaski, piaszczyste mułowce) okazy są na ogół zachowane dużo gorzej niż w drobnoziarnistych mułowcach. Zbadano 47 okazów. Całość materiału jest przechowywana w Muzeum Paleobotanicznym Instytutu Botaniki im. W. Szafera PAN w Krakowie pod numerami KRAM-P 239/1–47. Szczątki roślin były oznaczane wyłącznie metodą morfologiczną.

no-porównawczą. Większość oznaczonych szczątków roślin pochodzi z odsłonięcia D (ryc. 2).

Próbkę osadów z odsłonięcia C w Witowie (ryc. 2) poddano szlamowaniu celem oddzielenia ewentualnych makroszczątków karpologicznych (owoców i nasion), jednak w badanym materiale nie stwierdzono żadnych szczątków roślin.

Kilka próbek skał z serii witowskiej zbadano metodą analizy pyłkowej, a wyniki uwzględniono przy dyskusji nad jej wiekiem.

### Wyniki badań makroszczątków roślin z serii witowskiej

W osadach badanej części serii witowskiej stwierdzono występowanie następujących makroszczątków roślin iglastych oraz roślin okrytozalążkowych.

**Pinophytina (= Coniferophytina, Iglaste) Pinaceae.**  
***Pinus cf. palaeostrobus* (Ettingshausen) Heer (ryc. 5B).**  
 Cztery okazy odcisków pędów wraz z igłami oraz izolowane krótkopędy i pojedyncze igły. Dwa najlepiej zachowane okazy to bliźniacze odciski gałązki wraz z igłami, 7 cm długości i ok. 0,4 cm szerokości. Igieł po 5 w krótkopędzie, nasada krótkopędu jest otoczona pochwą o długości do 0,9 cm i 0,2–0,3 cm szerokości przy nasadzie. Zachowane fragmenty igieł mają do 10 cm długości (w całości igły na

pewno były dłuższe) oraz 0,05–0,09 cm szerokości. Igły są najprawdopodobniej całobrzegie i mają trójkątny przekrój poprzeczny.

Ze względu na stan zachowania okazów oznaczenie przynależności gatunkowej szczątków sosny z Witowa jest tylko prawdopodobne, bowiem nie można zbadać budowy anatomicznej igieł (metodą analizy kutykularnej ani wykonać przekroju poprzecznego). Morfologia krótkopędów (liczba igieł, ich długość oraz kształt) wskazuje, że omawiana sosna zapewne należy do podrodzaju *Haploxyylon* Koehne oraz, być może do sekcji *Strobus* Sweet ex Spach. Sosny z tej sekcji, podobnie jak okaz z Witowa charakteryzują się obecnością pięciu przeważnie długich igieł w krótkopędzie. Najbardziej przypomina ona kopalny gatunek sosny *Pinus palaeostrobus* (Ettingshausen) Heer. Pod tą nazwą gatunkową są opisywane spotykane w trzeciorzędzie szczątki sosen mające po 5 igieł w krótkopędzie, należące do sekcji *Strobus* oraz *Cembra* Spach (por. Mai & Walther, 1978). Makroszczątki sosen z sekcji *Strobus* są często znajdowane w osadach trzeciorzędowych, przeważnie neogeńskich (por. Němejc, 1968). Morfologicznie bardzo podobna do sosny z Witowa jest *Pinus strobus* L., czyli sosna wejmutka, współcześnie wchodząca w skład rozległych lasów w północno-wschodnich stanach USA oraz w Kanadzie (Seneta, 1987). Ma ona zbliżoną długość oraz trójkątny przekrój igieł, lecz różni się m.in. brakiem podobnie wykształconych pochwów krótkopędów. Pewne podobieństwo morfologiczne do sosny z Witowa wykazuje także *Pinus peuce* Griseb, czyli sosna rumelijska, reprezentująca sekcję *Strobus*, której szczątki zostały znalezione w osadach plioceńskich z Krościenka (Szafer, 1947) oraz w mioceńskich z Huby (Szafer, 1954). *Pinus peuce* Griseb różni się jednak wyraźnie krótszymi igłami.

## Coniferae incertae sedis

**Coniferae sp. 1 (*Abies?*, *Taxus?*, *Tsuga?*) — ryc. 5C.** Znaleziono dwa bliźniacze okazy będące odciskiem fragmentu gałązki drzewa iglastego o długości 5,5 cm z wyraźnym pękiem szczytowym. Igły są pojedyncze, luźno rozmieszczone, w większości obłamane, nieco łukowato zakrzywione ku wierzchołkowi pędu. Zachowane fragmenty igieł osiągają 1,6 cm długości i 0,13–0,18 cm szerokości.

Wśród współczesnych roślin iglastych podobny pokrój pędów mają głównie przedstawiciele rodzajów *Abies* Mill. (jodła), *Taxus* L. (cis) oraz *Tsuga* Carr. (choina). Słaby stan zachowania tego okazu uniemożliwia rozstrzygnięcie o przynależności omawianego szczątku do któregoś z wymienionych rodzajów.

**Coniferae gen. et sp. indet. (ryc. 5A).** Bliźniacze odciski małego (1,5 cm długości) fragmentu gałązki drzewa iglastego z zachowanymi kilkoma małymi (do 0,55 cm długości i 0,05–0,08 cm szerokości), gęsto osadzonymi (co 0,1–0,2 cm) igłami.

Przynależności systematycznej omawianego szczątku rośliny iglastej nie udało się określić. Wykazuje on tylko ogólne podobieństwo morfologiczne do młodego krótkopędu cypryśnika (*Taxodium* Richard).

Magnoliophytina (= Angiospermae, Okrytozalążkowe)  
Magnoliopsida (= Dicotyledones, Dwuliścienne)

Ulmaceae  
*Zelkova zelkovifolia* (Unger) Bük et Kotlaba (ryc. 4A, ryc. 6A)



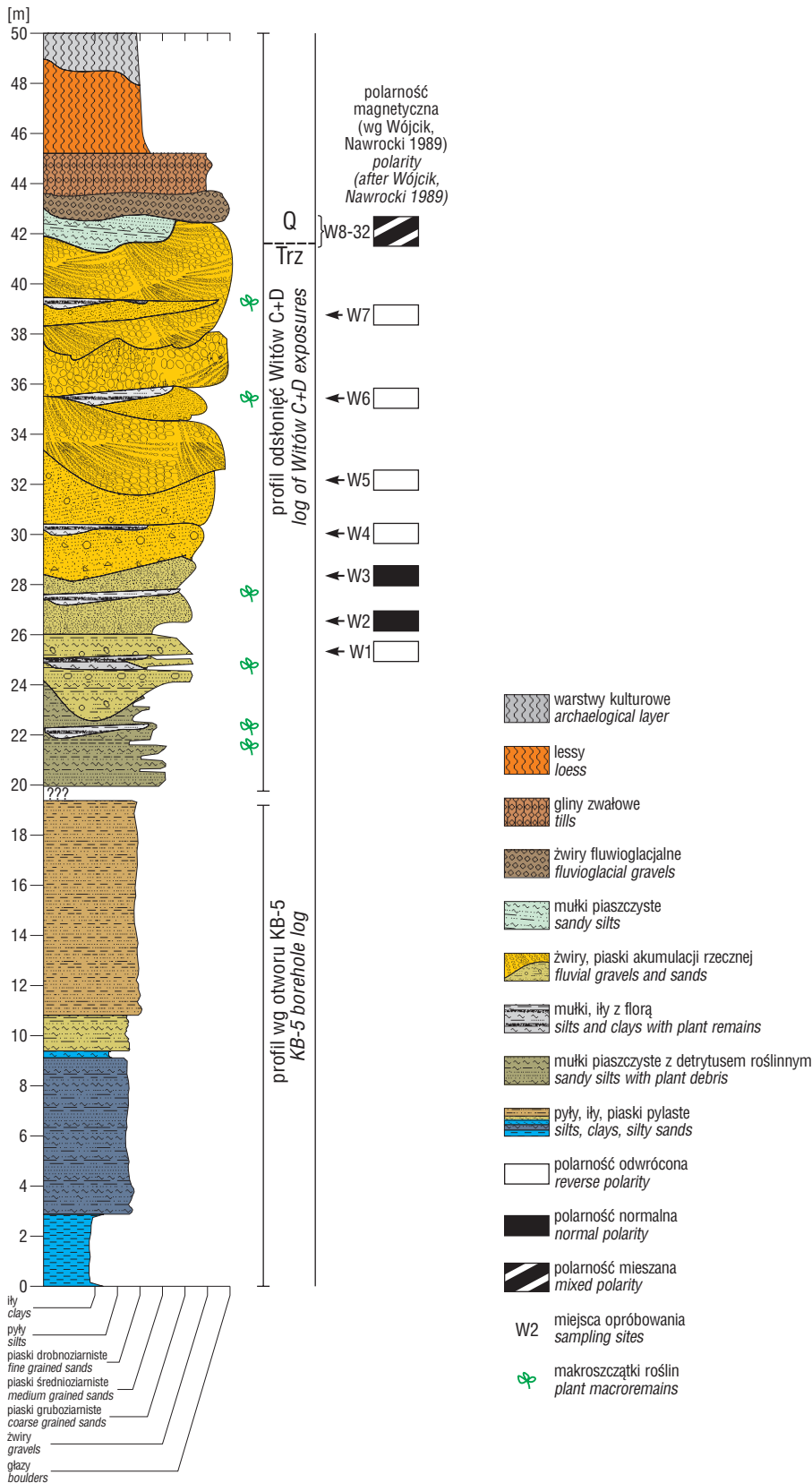
Ryc. 2. Lokalizacja stanowisk i otworu kartograficznego w odsłonięciu w Witowie

Fig. 2. Location of the investigated sites and cartographic borehole at the Witów outcrop

**A** aktualny przebieg skarp w odsłonięciu w Witowie, litery oznaczają kolejne stanowiska  
present course of escarpment at the Witów outcrop, letters denote successive sites

**KB-5** lokalizacja otworu kartograficznego KB-5  
location of the cartographic borehole KB-5



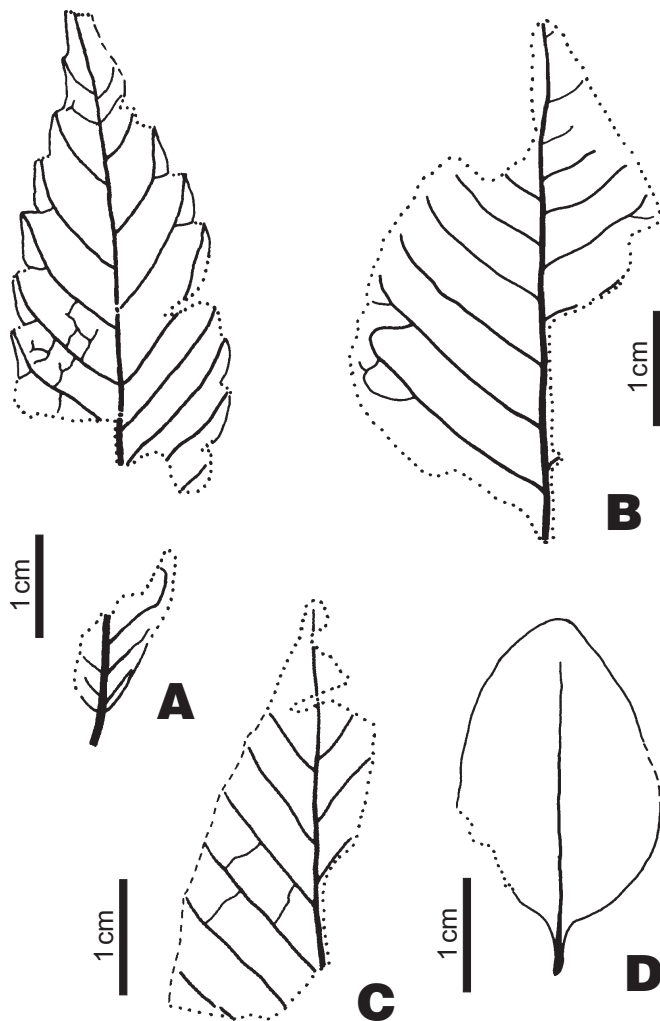


**Ryc. 3.** Syntetyczny profil serii witowskiej zestawiony z odsłoneń w Witowie i sondy KB-5  
**Fig. 3.** Synthetic log of the Witów series compiled from sections of the Witów outcrops and cartographic borehole KB-5

Bliźniacze odciski liścia, którego długość wraz z ogonkiem wynosi 7,2 cm, a szerokość w najszerszym miejscu u całego liścia oszacowano na ok. 2 cm. Nasada jest klinowata, wierzchołek ostry i bardzo wydłużony, brzeg liścia piłkowany z dużymi ząbkami (nasady ząbków mają do 0,5 cm szerokości) mającymi ostre szczyty. Liść ma nerwicę pierzastą, kraspedodromową prostą. Od nerwu głównego odchodzi pod kątem ok. 50° w odstępach 0,4–0,7 cm 11 par nerwów bocznych. Końce nerwów bocznych wchodzą do ząbków i kończą się u ich szczytu. Od nerwów bocznych oddzielają się odgałęzienia dochodzące do wcięć pomiędzy ząbkami. Nerwy trzeciego rzędu tworzą mało regularną sieć wzajemnych zespołań.

Opisany wyżej okaz jest na tyle dobrze zachowany i charakterystyczny, że możliwe było jego pewne oznaczenie. Jest to odcisk liścia przedstawiciela rodzaju *Zelkova* Spach (brzostownica) z rodziny Ulmaceae (wiązowatych), pochodzący od rośliny należącej do gatunku *Zelkova zelkovifolia* (Unger) Bũ ek et Kotlaba. Świadczy o tym budowa brzegu liścia (charakterystyczne ząbki) oraz wzór nerwacji. Kopalny gatunek *Zelkova zelkovifolia* charakteryzuje się dużą zmiennością morfologii liści, co znajduje potwierdzenie także u okazu z Witowa. Ma on bowiem bardzo wydłużony wierzchołek, charakterystyczny dla morfotypu opisywanego niekiedy pod osobną nazwą gatunkową jako *Zelkova praelonga* (Unger ex Ettingshausen) Berger (por. Worobiec, 1994).

Liście *Zelkova zelkovifolia* były często znajdowane we florach kopalnych neogenu z obszaru środkowej Europy, w tym także z terenu Polski (Zastawniak i in., 1996). Natomiast, jak dotychczas, nie natrafiono na makroszczątki brzostownicy we florach czwartorzędowych Polski. W czwartorzędzie Europy zasięg rodzaju *Zelkova* w jednostkach glacialnych był ograniczony tylko do położonych daleko na południu



**Ryc. 4.** Liście kopalnych roślin z serii witowskiej: A — *Zelkova zelkovifolia* (Unger) Bů ek et Kotlaba; B — *Dicotylphyllum* sp.; C — *?Fagus* sp., D — „*Leguminosae*” sensu Berger

**Fig. 4.** Fossil leaves from the Witów Series: A — *Zelkova zelkovifolia* (Unger) Bů ek et Kotlaba; B — *Dicotylphyllum* sp.; C — *?Fagus* sp., D — „*Leguminosae*” sensu Berger

refugiów. W czasie interglacjałów brzoźstowica mogła migrować z powrotem na północ, ale ze względu na jej niewielką zdolność do rozsiewania nasion tempo tej ekspansji było bardzo powolne (Wang i in., 2001). Ta cecha rodzaju *Zelkova* oraz przeszkoda w postaci górskiej bariery Karpat czynią mało prawdopodobną możliwość jej powrotu w czasie interglacjałów na obszar Polski.

Współcześni przedstawiciele rodzaju *Zelkova* to drzewa rosnące na obszarach o klimacie umiarkowanym ciepłym i podzwrotnikowym. W Europie żyją dwa gatunki brzoźstowicy (*Zelkova abeliacea* (Lam.) Boiss. na Krecie oraz *Z. sicula* Pasquale, Garfi & Quezel na Sycylii), na Zakaukaziu oraz w północnym Iranie jeden (*Z. carpinifolia* (Pall.) K.Koch), a w Chinach i Japonii po jednym gatunku: (*Z. serrata* (Thunb.) Mak. w Japonii i *Z. sinica* Schneid. w Chinach (Krüssmann, 1978; Di Pasquale i in., 1992). *Zelkova zelkovifolia* jest porównywana z kilkoma współczesnymi gatunkami (*Z. carpinifolia*, *Z. abeliacea*, *Z. serrata*, Zastawniak, 1980). Liść z Witowa morfologicznie jest najbardziej zbliżony do dalekowschodnich gatunków, szczególnie jak się wydaje, do *Zelkova sinica*. Występowanie

brzoźstowicy w Witowie wskazuje na łagodny, umiarkowany ciepły klimat okresu formowania się osadów, w których znaleziono omawiany takson.

#### Juglandaceae

***Juglans* L. vel *Carya* Nutt. (ryc. 5D).** Jest to niewielki fragment odlewu endokarpu nibypestkowca z rodzaju *Juglans* L. lub *Carya* Nutt. Średnica owocu jest szacowana na 1,8 cm. Pod względem morfologicznym omawiany okaz jest podobny do współczesnych i kopalnych przedstawicieli wymienionych rodzajów z rodziny Juglandaceae, jednak zły stan zachowania okazu uniemożliwia pewne oznaczenie rodzajowe. Owoce rodzajów *Juglans* oraz *Carya* są spotykane we florach kopalnych trzeciorzędu Polski (Zastawniak i in., 1996), natomiast nie są znane z osadów czwartorzędowych Polski. Przedstawiciele wymienionych rodzajów to zwykle okazałe drzewa rosnące głównie na obszarach o klimacie umiarkowanym ciepłym w Ameryce Północnej i Środkowej oraz w Azji (Seneta, 1987).

#### Salicaceae

***Populus* sp. (ryc. 5E, 5F).** Znaleziono trzy okazy liści rodzaju *Populus* L. (topola), przeważnie źle zachowane. Jeden z nich (ryc. 5E) to odcisk mocno zdeformowanego fragmentu zapewne dużego liścia (szerokość całego liścia oszacowano na ok. 8 cm) wraz z częścią grubego (0,12 cm) nerwu głównego, nerwami bocznymi oraz bardzo małym odcinkiem brzegu liścia, na którym widoczne są zaokrąglone ząbki. Drugi okaz to odcisk fragmentu liścia o wymiarach 4,5 x 4 cm, który również ma zachowany fragment brzegu z ząbkami. Ostatni szczątek (ryc. 5F) to mały fragment brzegu liścia z trzema dobrze zachowanymi zaokrąglonymi, haczykowatymi ząbkami.

Zaokrąglone ząbki, jakie stwierdzono u wszystkich opisanych wyżej okazów są charakterystyczne dla liści rodzaju *Populus*. Stan zachowania okazów uniemożliwia jednak ich oznaczenie gatunkowe. Makroszczątki topoli są znane zarówno z trzeciorzędowych, jak i czwartorzędowych flor kopalnych z terenu Polski (Środoń, 1973; Zastawniak i in., 1996). We współczesnej florzce Polski występują 3 gatunki topoli: *Populus alba* L., *P. nigra* L. oraz *P. tremula* L. Dwa pierwsze gatunki są składnikami roślinności lasów łągowych, natomiast *P. tremula* L., czyli osika rośnie w borach mieszanych (Seneta, 1987).

#### ? Fagaceae

**? *Fagus* sp. (ryc. 4C).** Znaleziono jeden odcisk fragmentu liścia o charakterystycznie pofalowanej blaszce, mający 3,6 cm długości. Nerwacja pierzasta, kraspedodromowa. Od stosunkowo cienkiego nerwu głównego odchodzi pod kątem 40–50° w odstępach 0,5–0,7 cm 7



zachowanych par nerwów bocznych. Nerwy trzeciego rzędu biegną poprzecznie pomiędzy nerwami bocznymi, a skośnie do nerwu głównego.

Ślady charakterystycznego pofalowania blaszki liścia oraz układ nerwacji (szczególnie wzór nerwacji trzeciego rzędu) pozwalają z dużą dozą prawdopodobieństwa zaliczyć omawiany szczątek do rodzaju *Fagus* L. (buk). Ponieważ u okazu z Witowa nie da się ustalić, czy zachował się brzeg liścia, nie jest możliwe potwierdzenie przynależności rodzajowej oraz ewentualne oznaczenie gatunku. Kopalne liście buka są częstym składnikiem kopalnych flor neogenu Polski (Zastawniak i in., 1996).

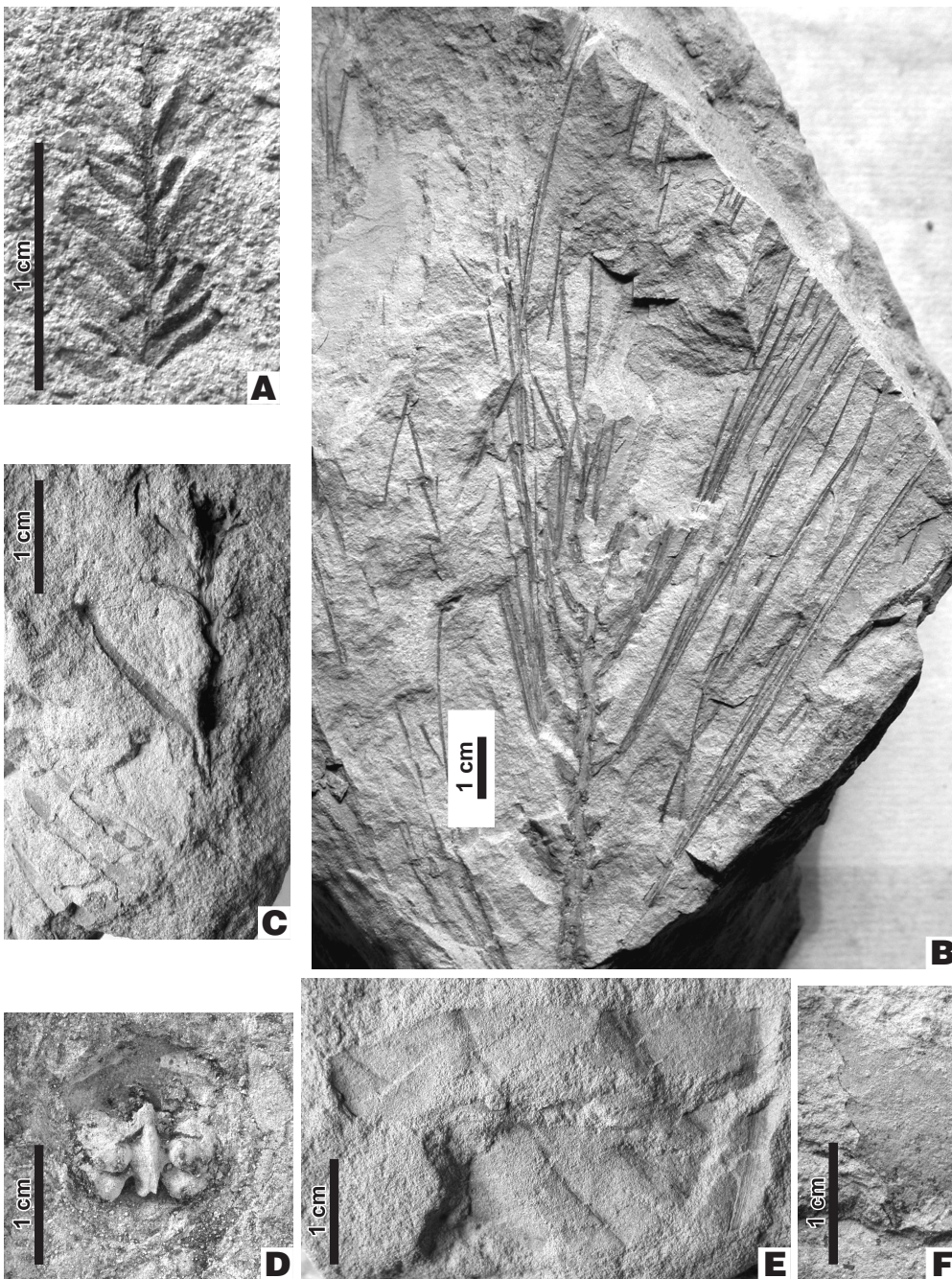
Wszystkie współczesne gatunki rodzaju *Fagus* to drzewa wchodzące w skład mezofilnych lasów obszarów północnej półkuli o umiarkowanym lub umiarkowanym

ciepłym klimacie (Seneta, 1987). W Polsce występuje współcześnie jeden gatunek, *Fagus sylvatica* L., tworzący przeważnie własny zespół leśny — buczynę (Seneta, op. cit.).

#### Dicotyledonae incertae sedis

#### „Leguminosae” sensu Berger (ryc. 4D, ryc. 6H).

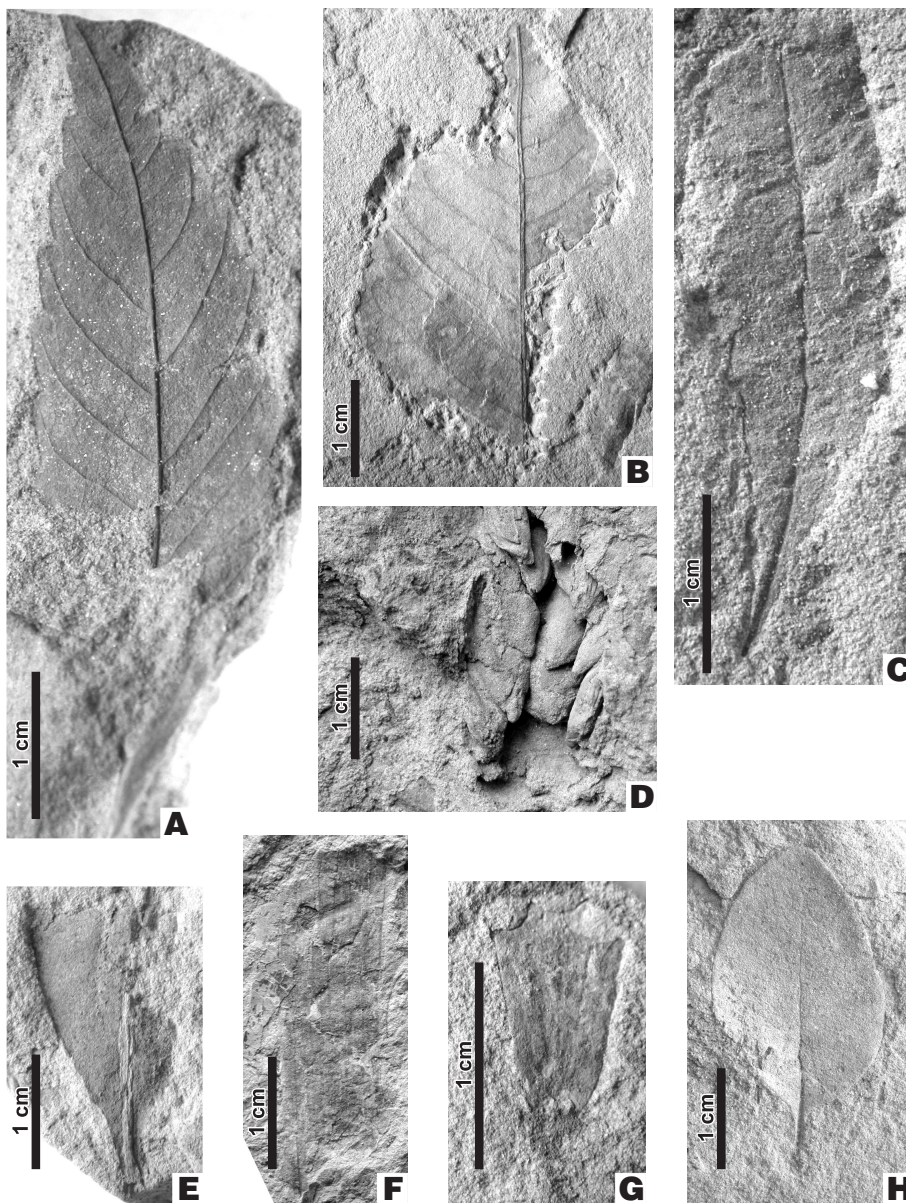
Dwa bliźniacze odciski całobrzegiego (brzeg był prawdopodobnie nieco podwinięty ku dolnej stronie liścia), jajowato-eliptycznego, nieco asymetrycznego liścia (lub listka liścia złożonego) z ogonkiem. Ma on wymiary 3,1 x 1,8 cm, nieco zaokrąglony wierzchołek oraz zaokrągloną, zbiegającą po ogonku nasadę. Nerw główny jest prosty, gruby u nasady, szybko zwężający się ku wierzchołkowi,



**Ryc. 5.** Makroszczątki roślin z serii witowskiej: A — Coniferae gen. et sp. indet.; B — *Pinus* cf. *palaeostrobis* (Ettingshausen) Heer; C — Coniferae sp. 1 (*Abies?*, *Taxus?*, *Tsuga?*); D — *Juglans* L. vel *Carya* Nutt.; E, F — *Populus* sp.

**Fig. 5.** Plant macroremains from the Witów Series: A — Coniferae gen. et sp. indet.; B — *Pinus* cf. *palaeostrobis* (Ettingshausen) Heer; C — Coniferae sp. 1 (*Abies?*, *Taxus?*, *Tsuga?*); D — *Juglans* L. vel *Carya* Nutt.; E, F — *Populus* sp.





**Ryc. 6.** Makroszczątki roślin z serii witowskiej: A — *Zelkova zelkovifolia* (Unger) Bů ek et Kotlaba; B — *Dicotylophyllum* sp.; C, E — Dicotyledonae gen. et sp. indet.; D — *Spirematospermum wetzleri* (Heer) Chandler; F — Monocotyledonae gen. et sp. indet.; G — incertae sedis; H — „*Leguminosae*” sensu Berger

**Fig. 6.** Plant macroremains from the Witów Series: A — *Zelkova zelkovifolia* (Unger) Bů ek et Kotlaba; B — *Dicotylophyllum* sp.; C, E — Dicotyledonae gen. et sp. indet.; D — *Spirematospermum wetzleri* (Heer) Chandler; F — Monocotyledonae gen. et sp. indet.; G — incertae sedis; H — „*Leguminosae*” sensu Berger

wyraźnie wypukły od dolnej strony liścia. Brak zachowanych śladów drobniejszych nerwów oraz podwinięty brzeg liścia wskazuje, że mógł on być skórzasty. Nie jest wykluczone, że może to być liść rośliny zimozielonej.

Oznaczenie przynależności systematycznej opisanego wyżej okazu nie jest możliwe, bowiem podobne liście (lub listki) występują u wielu rodzajów reprezentujących różne rodziny. Ponieważ ten typ morfologiczny liści jest powszechny u rodziny *Leguminosae*, Berger (1955) wprowadził taką nazwę dla znajdujących we florach trzeciorzędowych szczątków liści (lub listków) o zbliżonej morfologii. „*Leguminosae*” sensu Berger z terenu Polski zostały podane z sarmatu obrzeżenia Gór Świętokrzyskich (Zastawniak, 1980) oraz z oligocenu Sobniowa koło Jasła (Zastawniak & Worobiec, 1997). Kserofityczne cechy liścia z Witowa (drobne wymiary oraz skórzastość) wskazują, być może, na okresowy niedobór wody w glebie (suche stanowisko, względnie wyraźnie zaznaczona sezonowość opadów).

***Dicotylophyllum* sp. (ryc. 4B, ryc. 6B).** Bliźniacze odciski wierzchołkowej części liścia (listka?) o długości 4,5 cm oraz szerokości szacowanej na 3,2 cm. Nerwacja

pierzasta, pseudokraspedromowa. Zachowało się 8 par nerwów bocznych odchodzących naprzemianlegle od nerwu głównego pod kątem 55–60° w odstępach 0,3–0,6 cm. Nerwy boczne łączą się zespoleniami w formie pętli.

Liście o podobnej morfologii są spotykane u wielu rodzajów roślin należących do różnych rodzin. Wydaje się, że dość podobny pokrój oraz wzór nerwacji mają liście (lub listki) przedstawicieli rodzin orzechowatych (*Juglandaceae*), głównie z rodzajów *Carya* (orzesznik) i *Juglans* (orzech) oraz różowatych (*Rosaceae*). Stan zachowania okazu (brak brzegu oraz nieznaną wzór nerwacji wyższego rzędu) uniemożliwia jego bliższe oznaczenie.

**Dicotyledonae gen. et sp. indet. (ryc. 6C, 6E).** Do tej grupy szczątków roślinnych zaliczono liczne, przeważnie drobne i źle zachowane fragmenty liści roślin dwuliściennej, których nie można odnieść do żadnej współczesnej lub kopalnej rośliny. Na pewno reprezentują one kilka różnych rodzajów. Okaz zilustrowany na ryc. 6C to lancetowato-równowąski liść z wyraźnym nerwem środkowym, który przypomina nieco liście współczesnego rodzaju *Salix* L (wierzba). Fragment całobrzegi, zapewne skórzatego liścia z odcisniętym bardzo grubym nerwem środkowym

oraz prawdopodobnie podwiniętym ku dolnej stronie blaszki liścia brzegiem (ryc. 6E) być może należał do jakiejś rośliny zimozielonej. Oprócz omawianego liścia także przynajmniej 2 inne okazy mają zbliżone cechy. W trzeciorzędzie podobną morfologią charakteryzowały się liście roślin, tzw. laurolistnych (np. z rodziny wawrzynowatych — Lauraceae). O pozostałych okazach zaliczonych do tej grupy nie da się nic pewnego powiedzieć.

#### Liliopsida (= Monocotyledones, jednoliścienne) Zingiberaceae

***Spirematospermum wetzleri* (Heer) Chandler (ryc. 6D).** Znalaziono odlew pojedynczego owocu z kilkoma (8–9) charakterystycznie ułożonymi nasionami. Nasiona mają ok. 1 cm długości i 0,4–0,5 cm szerokości. Mają one charakterystyczny kształt, są nieco skrócone, na szczycie ostre.

Owoc ten należy do gatunku *Spirematospermum wetzleri* (Heer) Chandler. Jest to wymarła roślina należąca do rodziny imbirowatych (Zingiberaceae), niewątpliwie najbardziej egzotyczny takson wśród roślin dotychczas znalezionych w Witowie. Reprezentuje ona element paleotropikalny we florach kopalnych trzeciorzędu Europy. *Spirematospermum wetzleri* (Heer) Chandler występował od eocenu po pliocen (w pliocenie jest uważany za relik), głównie w oligocenie i miocenie (Zastawniak i in., 1996). Z terenu Polski takson ten jest znany z kilku stanowisk środkowego i górnego miocenu (Zastawniak i in., *op cit.*). Współczesnym odpowiednikiem *Spirematospermum wetzleri* (Heer) Chandler jest *Cenolophon oxymitrum* (Schum.) Holttum z rodziny Zingiberaceae, rosnący nad brzegami zbiorników wodnych w wiecznie zielonych lasach Indochin (Friedrich & Koch, 1970).

**Monocotyledonae gen. et sp. indet. (ryc. 6F).** Omawiany okaz to odcisk fragmentu liścia rośliny jednoliściennej mający 3 cm długości i 0,9 cm szerokości. Zachowało się 7 równolegle biegnących nerwów leżących w odległości 0,13–0,15 cm od siebie. Zły stan zachowania okazu uniemożliwia jego oznaczenie.

**Incertae sedis (ryc. 6G).** Jest to odcisk zagadkowego szczątko roślinnego (?) o długości ok. 1,3 cm i maksymalnej szerokości 0,8 cm. Przypomina on nieco spłaszczony kielich kwiatowy przedstawicieli rodziny wargowych (Lamiaceae) albo fragment pędu kopalnej trzeciorzędowej rośliny iglastej *Tetraclinis salicornioides* (Unger) Kvaček.

Oprócz opisanych wyżej makroszczątków roślin, w osadach serii witowskiej stwierdzono miejscami bardzo obfite nagromadzenia nieoznaczalnego detrytus roślinnego, w tym odcisków pędów, kory, igieł drzew szpilkowych, fragmentów łądy, kłączy roślin zielnych oraz, bardzo rzadko, całkowicie zwietrzałe resztki uwęglonych szyszek.

#### Dyskusja

Wśród szczątków roślin z Witowa gatunek *Spirematospermum wetzleri* jest charakterystyczny dla roślinności bagiennej. Liście rodzaju *Populus* oraz owoc *Juglans* vel *Carya* wskazują na obecność zarośli lub lasów łągowych porastających brzegi rzeki oraz jej równię zalewową. Na występowanie lasów mezofilnych, zajmujących tereny

niedo bardziej wyniesione (wyższe terasy rzeczne lub lokalne wzniesienia na równi zalewowej) wskazują odciski liści *Fagus* i *Zelkova*. Obecność makroszczątków sosny oraz liści typu „*Leguminosae*” sensu Berger świadczy o obecności przynajmniej niewielkich płatów roślinności suchszych siedlisk, być może nawet roślinności kserofilnej.

Znalezione w serii witowskiej rodzaje *Zelkova* oraz *Juglans* vel *Carya* są charakterystyczne dla roślinności strefy klimatu umiarkowanego ciepłego, a ich naturalny zasięg występowania przebiega współcześnie daleko na południe od Polski. Wymarły *Spirematospermum wetzleri* był zapewne jeszcze bardziej wymagający pod względem warunków termicznych rośliną. Jego współcześni krewni należący do rodziny Zingiberaceae (rodzaje *Cenolophon*, *Alpinia* także *Zingiber officinale* Roscoe czyli imbir) występują obecnie wyłącznie na obszarach o tropikalnym lub subtropikalnym klimacie (Hutchinson, 1973). Zdaniem Winga i Greenwooda (1993) przedstawiciele rodziny Zingiberaceae, podobnie jak np. sagowce czy paprocie drzewiaste są szczególnie wrażliwe na mróz (np. gatunki z rodzaju *Alpinia* giną już przy temperaturze –2 do –4°C). Na podstawie powyższych przesłanek można wnioskować, że klimat okresu, z którego pochodzą makroszczątki roślin z Witowa był znacznie cieplejszy niż obecny klimat Polski. Jak się wydaje, średnia roczna temperatura mogła być wtedy wyższa o kilka (3–6) stopni Celsjusza od współczesnej średniej temperatury rocznej klimatycznej Dzielnicy Tarnowskiej, na której obszarze leży Witów (średnia roczna w Tarnowie wynosi +8,8°C, Kondracki, 1988). Dużo łagodniejsze były także zimy, z minimalną temperaturą zapewne nie spadającą poniżej –5°C. Ówczesną roślinność można porównać do współczesnej roślinności obszaru Kolchidy i Niziny Tałyskiej na Zakaukaziu oraz lasów środkowych Chin (gdzie obecnie rosną także współcześni krewni brzostownicy z Witowa), którą Podbielkowski (1991) zalicza do podzwrotnikowych lasów wilgotnych z dużym udziałem elementu wiecznie zielonego. Średnia roczna temperatura na Nizinie Kolchidzkiej oscyluje wokół +14°C (por. Podbielkowski, 1987).

Osobnym problemem przy próbie rekonstrukcji warunków klimatycznych panujących w trakcie formowania się serii witowskiej jest ocena wielkości rocznych opadów. Rodzaje roślin stanowiska w Witowie wskazują tylko, że roczna suma opadów była przynajmniej zbliżona do współczesnej dla tego obszaru (739 mm w Tarnowie, Kondracki 1988) mogła jednak być znacznie większa (na co może wskazywać obecność *Spirematospermum wetzleri*).

Dotychczas z terenu Polski nasiona *Spirematospermum wetzleri* oraz liście *Zelkova zelkovifolia* były znane wyłącznie z osadów trzeciorzędowych (Zastawniak i in., 1996), podobnie jak makroszczątki rodzaju *Juglans* vel *Carya*. Fakt ten przemawia za trzeciorzędowym wiekiem tej części serii witowskiej, z której pochodzą omawiane makroszczątki roślin. A analiza palinologiczna próbek pobranych z osadów serii witowskiej, wykonana przez Oszast ([W:] Dżułyński i in., 1968) wykazała, że zachowane w osadach ziarna pyłku są silnie skorodowane, przeważa wśród nich sosna (*Pinus* typ *sylvestris*) oraz wyraźnie



zaznacza się udział drzew trzeciorzędowych (Taxodiaceae, *Carya*, *Tsuga*). Zdaniem Oszast, ziarna pyłku roślin trzeciorzędowych znajdują się na wtórnym złożu, podobnie jak znalezione tam otwornice. Spekttra pyłkowe zbadanych próbek są podobne do siebie, poza jedną, w której znaleziono grudki iłu. Uzyskane z tych iłów spektrum pyłkowe jest, według Oszast, typu czwartorzędowego. Na tej podstawie autorka ta zalicza żwirzy z Witowa do dolnego czwartorzędu. Analiza palinologiczna pobranych na nowo próbek z osadów serii witowskiej, wykonana przez L. Stuchlika oraz E. Worobiec (inf. ustna), wykazała obecność trzeciorzędowych i czwartorzędowych form w badanym materiale oraz potwierdziła, że ziarna pyłku są przeważnie silnie zniszczone (wśród nich dominuje sosna), często trudne do oznaczenia, co wskazuje, że zapewne były one redeponowane. Znaleziono także cysty *Dinophyceae* (dinocysty), świadczące o wpływie środowiska morskiego. Jednak część zbadanego materiału pyłkowego jest dobrze zachowana, co raczej wyklucza jego redepozycję i zdaniem L. Stuchlika, ma charakter młodoneogeński. Na podstawie obecności gatunku *Spirematospermum wetzleri*, którego szczątki na terenie Polski jak dotychczas są znane z środkowego i późnego miocenu, a tylko spoza Polski rzadko z pliocenu (Zastawniak i in., 1996) oraz wyników analizy palinologicznej ostatecznie oceniono wiek osadów serii witowskiej ze szczątkami roślin na późny miocen lub pliocen. Jest więc ona starsza, niż postulowali to Dżułyński i in. (1968), którzy za czas jej powstania uważali Villafranchian. Ze względu na obecność wśród makroszczątków ciepłolubnych taksonów (*Spirematospermum*, *Zelkova*) należy z całą pewnością odrzucić pogląd o pochodzeniu serii witowskiej ze zlodowacenia narwi, a przynajmniej tej jej części, w której znaleziono makroskopowe szczątki roślin (por. Lindner, 1988; Lindner & Siennicka, 1994; Lindner & Siennicka-Chmielewska, 1995, 1998; Lindner & Nowakowski, 1996). Taki wiek cytowani autorzy postulują na podstawie datowania TL oraz badań paleomagnetycznych. Jednak datowanie metodą TL tak starych utworów nie wydaje się być wystarczająco wiarygodne, a interpretacja badań paleomagnetycznych w tym przypadku powinna zostać zweryfikowana. Odcinek profilu, w którym stwierdzono ciepłolubną florę (ryc. 3) nie może być korelowany z epizodem Jaramillo w epoce Matuyama (Nawrocki & Wójcik, 1990; Lindner & Nowakowski, 1996; Lindner & Siennicka-Chmielewska, 1998), który odpowiada zimnemu okresowi zlodowacenia narwi.

Należy stwierdzić, że makroszczątki roślinne, nawet stosunkowo słabo zachowane, lecz dające się oznaczyć są ważnym źródłem informacji dla oceny wieku oraz klimatu, jaki panował w okresie powstawania serii witowskiej. Badania te należy kontynuować. Konieczne są dalsze poszukiwania oznaczalnych szczątków roślinnych, głównie liści oraz owoców i nasion. Szczególną wartość mają całe liście lub ich duże fragmenty. Są one bowiem zawsze równoległe z osadem, w którym się je znajduje, gdyż w takiej postaci nie ulegają one redepozycji. Dalsze znaleziska makroskopowych szczątków roślin powinny umożliwić w przyszłości bardziej precyzyjną ocenę wieku

osadów serii witowskiej. W chwili obecnej są prowadzone szczegółowe badania petrograficzno-litologiczne serii witowskiej, które winny pozwolić na odtworzenie obszarów alimentacji tych osadów.

Autorzy serdecznie dziękują Panu prof. dr. hab. Leonowi Stuchlikowi oraz Pani dr. Elżbiecie Worobiec z Zakładu Paleobotaniki Instytutu Botaniki im. W. Szafera PAN w Krakowie za wykonanie ekspertyzy palinologicznej próbek osadów z Witowa, Panu prof. dr. Dieterowi Maiowi za weryfikację oznaczeń kopalnych szczątków karpologicznych, Panu prof. dr. hab. Witoldowi Zuchiewiczowi z Instytutu nauk Geologicznych UJ oraz Pani prof. dr hab. Ewie Zastawniak z Zakładu Paleobotaniki Instytutu Botaniki im. W. Szafera PAN w Krakowie za krytyczne uwagi do maszynopisu, a Pani Małgorzacie Zurzyckiej z Zakładu Paleobotaniki Instytutu Botaniki im. W. Szafera PAN w Krakowie za przesłanie próbki osadu z Witowa. Część badań będących tematem niniejszego artykułu została wykonana w ramach realizacji projektu badawczego Komitetu Badań Naukowych nr 6 P04D 069 19.

## Literatura

- BERGER W. 1955 — Neue Ergebnisse zur Klima und Vegetationsgeschichte des Europäischen Jungtertiärs. Ber. Geobot. Forschungsinst. Rübel: 12–29.
- DI PASQUALE G., GRAFI G. & QUEZEL P. 1992 — Sur la presence d'un *Zelkova* nouveau en Sicile sud-orientale (Ulmaceae). Biocosme Mésogéen, 8–9: 401–409.
- DRZEWICKA-KOZŁOWSKA I. 1963 — Uwagi wstępne dotyczące geologii i morfologii okolic stanowiska archeologicznego w Witowie, pow. Kazimierza Wlk. Spraw. z Pos. Kom. Oddz. PAN w Krakowie: 377–384.
- DŻUŁYŃSKI S., KRYSOWSKA-IWASZKIEWICZ M., OSZAST J. & STARKEL L. 1968 — O staroczwartorzędowych żwirach w Kotlinie Sandomierskiej. Stud. Geomorph. Carpatho-Balcanica, 2: 63–74.
- FRIEDRICH W. L. & KOCH B. E. 1970 — Comparison of fruits and seeds of fossil *Spirematospermum* (*Zingiberaceae*) with those of living *Cenolophon*. Bull. Geol. Soc. Denmark, 20: 192–195.
- GRADZŃSKI R. & UNRUG R. 1959 — Geneza i wiek „serii witowskiej”. Roczn. Pol. Tow. Geol., 29: 181–195.
- HUTCHINSON J. 1973 — The Families of Flowering Plants. Clarendon Press, Oxford.
- KONDRACKI J. 1988 — Geografia fizyczna Polski. PWN, Warszawa.
- KRÜSSMANN G. 1978 — Handbuch der Laubgehölze. Band 3. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- KRYSIAK Z. 1987 — Zjawiska tektoniczne w żwirach witowskich [W:] Rutkowski J. (red.) — Trzecio- i staroczwartorzędowe żwirzy Kotliny Sandomierskiej. Mat. Symp. Kom. Badań Czwartorzędu PAN, 22–24 czerwca, AGH, Kraków: 39–41.
- KRYSIAK Z. 2000 — Tectonic evolution of the Carpathian Foredeep and its influence on Miocene sedimentation. Geol. Quart., 44: 137–156.
- KUCIA-LUBELSKA M. 1966 — Wiek serii witowskiej w świetle badań minerałów ciężkich. Roczn. Pol. Tow. Geol., 36: 303–311.
- LINDNER L. 1980 — Zarys chronostratygrafii czwartorzędu regionu świętokrzyskiego. Kwart. Geol., 24: 689–709.
- LINDNER L. 1988 — Jednostki glacialne i interglacialne w plejstocenie Wyżyny Miechowskiej i Niecki Nidziańskiej. Prz. Geol., 36: 140–147.
- LINDNER L. & NOWAKOWSKI A. 1996 — Problem pochodzenia otoczków granitu w osadach serii witowskiej w świetle badań petrograficznych. Prz. Geol., 44: 950–952.
- LINDNER L. & SIENNICKA A. E. 1994 — Osady czwartorzędowe w strefie północnej krawędzi doliny Wisły na wschód od Brzeska Nowego (Wyżyna Miechowska). Prz. Geol., 42: 105–112.
- LINDNER L. & SIENNICKA-CHMIELEWSKA A. E. 1995 — Loesses and their bedrocks in the Southeastern Part of the Miechów Upland (S Poland). Ann. UMCS, ser. B, 50: 75–89.
- LINDNER L. & SIENNICKA-CHMIELEWSKA A. E. 1998 — The Witów series and the problem of the Tertiary/Quaternary boundary in

- South-Eastern Poland. Mededelingen Nederlands Instituut voor Toegestane Geowetenschappen TNO, 60: 287–292.
- ŁYCZEWSKA J. 1948 — Sprawozdanie z badań geologicznych w północno — zachodniej części arkusza Brzesko Nowe (1:100 000). Biul. Państw. Inst. Geol., 42: 47–71.
- MAI D. H. & WALTHER H. 1978 — Die Floren der Haselbacher Serie im Weißelster-Becken (Bezirk Leipzig, DDR). Abh. Staatl. Mus. Mineral. u. Geol. Dresden, 28: 1–200.
- NAWROCKI J. & WÓJCIK A. 1990 — On age of the “Witów series” in the light of palaeomagnetic studies. Stud. Geomorph. Carpatho-Balcanica, 24: 3–9.
- NĚMEJC F. 1968 — Paleobotanika, t. 3, systematická část. Rostliny nahosemne. Academia, Praha.
- PODBIELKOWSKI Z. 1987 — Fitogeografia części świata. T. 1 i 2. PWN, Warszawa.
- PODBIELKOWSKI Z. 1991 — Geografia roślin. WSiP, Warszawa.
- RADZKI P., ŁOPUSIŃSKI L. & WIDZ D. 1992 — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Borzęcin, Wyd. Geol. Warszawa.
- RUTKOWSKI J. 1987a — O niektórych trzecio- i czwartorzędowych żwirach rejonu Krakowa [W:] Rutkowski J. (red.) — Trzecio- i staroczwartorzędowe żwiry Kotliny Sandomierskiej. Mat. Symp. Kom. Badań Czwartorzędu PAN, 22–24 czerwca, AGH, Kraków: 24–26.
- RUTKOWSKI J. 1987b — Uwagi o żwirach witowskich Krakowa [W:] Rutkowski J. (red.) — Trzecio- i staroczwartorzędowe żwiry Kotliny Sandomierskiej. Mat. Symp. Kom. Badań Czwartorzędu PAN, 22–24 czerwca, AGH, Kraków: 33–39.
- RUTKOWSKI J. 1995 — Petrographic composition of the Quaternary gravels of the Carpathians and their foreland. Stud. Geomorph. Carpatho-Balcanica, 29: 77–88.
- RUTKOWSKI J. 1998 — O staroczwartorzędowych żwirach z Witowa. Mat. Konf. Współczesne procesy morfologiczne i ewolucja rzeźby progu Karpat i ich przedpola. Warsztaty Geomorfologiczne w Łazach k/Bochni, wrzesień 1998, Kraków: 90–97.
- SENETA W. 1987 — Dendrologia t. 1 i 2. PWN, Warszawa.
- SOBOLEWSKA M. 1963 — Opracowanie paleobotaniczne prób z Witowa, pow. Kazimierza Wlk. Spraw. z Pos. Kom. Oddz. PAN w Krakowie: 384–386.
- ŚRODOŃ A. 1973 — Karty z historii naszych topoli. [W:] Białobok S. (red.) — Topole (*Populus* L.). Nasze drzewa leśne. Monografie Popularnonaukowe, 12. Zakład Dendrologii i Arboretum Kórnickie PAN. PWN, Warszawa–Poznań: 137–144.
- SZAFER W. 1947 — Flora plioceniska z Krościenka n/Dunajcem. t. 2. Rozpr. Wydz. Mat. Przyr. PAU, B, 72: 1–213.
- SZAFER W. 1954 — Plioceniska flora okolic Czorsztyna i jej stosunek do plejstocenu. Pr. Inst. Geol., 11: 3–238.
- TYCZYŃSKA M. 1978 — Deltę kopalne w Kotlinie Sandomierskiej. Folia Geogr., ser. geogr.-phys., 11: 33–50.
- WANG Y-F., FERGUSON D. K., ZETTER R., DENK T. & GRAFI G. 2001 — Leaf architecture and epidermal characters in *Zelkova*, Ulmaceae. Bot. J. Linn. Soc., 136: 255–265.
- WING S. L. & GREENWOOD D.R. 1993 — Fossils and fossil climate: the case for equable continental interiors in the Eocene. Phil. Trans. R. Soc. London B, 341: 243–252.
- WOROBIEC G. 1994 — Upper Miocene fossil plants from the outcrop of Stare Bystre (Western Carpathians, Poland). Acta Palaeobot., 34: 83–105.
- ZASTAWNIAK E. 1980 — Sarmatian leaf flora from the southern margin of the Holy Cross Mts. (South Poland). Pr. Muz. Ziemi, 33: 39–108.
- ZASTAWNIAK E., ŁAŃCUCKA-ŚRODONIOWA M., BARANOWSKA-ZARZYCKA Z., HUMMEL A. & LESIAK M. 1996 — Flora megasporowa, liściowa i owocowo-nasienna. [W:] Malinowska L. & Piwocki M. (red.) — Budowa Geologiczna Polski, T. 3: Atlas skamieniałości przewodnich i charakterystycznych, cz. 3a, kenozoik, trzeciorząd, neogen. Polska Agencja Ekologiczna, Warszawa: 855–940.
- ZASTAWNIAK E. & WOROBIEC G. 1997 — Szczątki roślin towarzyszące ichtiofaunie w oligoceńskich wapieniach jasielskich w Sobnowie koło Jasła. Prz. Geol., 45: 875–879.
- ZUCHIEWICZ W. 1995 — Selected aspects of neotectonics of the Polish Carpathians. Folia Quatern. 66: 145–204.