

Makroskopowe szczątki roślinne z czwartorzędowych osadów odkrywki *Belchatów*, środkowa Polska

Władysław Pyszyński¹, Dariusz Krzyszkowski²



W. Pyszyński

D. Krzyszkowski

Macroscopic plant remains from Quaternary deposits of the *Belchatów* outcrop, Central Poland. *Prz. Geol.*, 59: 785–792.

Abstract. The paper presents results of studies on macroscopic remains of wood, herbs and sporophyte plants found in Quaternary deposits of the *Belchatów* outcrop. Their taxonomic position was defined along with condition of wood remains in relation to type of deposits. In Pliocene/Pleistocene (*Praetiglian*) sand deposits, the large and well-preserved fragment of poplar wood and in *Pilica Interstadial* (*Chojny series*) sands pine branches were discovered. In the latter the compression wood was very well preserved, whereas the normal wood appears highly pressed and the regular ray rows were remaining only in the late wood. Many small fragments of alder wood were also found in *Vistulian/Holocene peats* and juniper and spruce – in *Holocene deposits*. Generative and vegetative remains of herbs from *Vistulian/Holocene peat deposits* were also investigated. In *Vistulian/Holocene deposits* small fragments of alder wood (*Alnus Mill.*) were found and in *Holocene deposits* – small fragments of scotsch pine (*Pinus sylvestris L.*), common spruce (*Picea abies Karst.*), common juniper (*Juniperus communis L.*) and alder wood (*Alnus Mill.*). Besides, some sedge (*Carex L.*) and buckbean (*Menyanthes trifoliata L.*) were discovered in these deposits.

Keywords: *Quaternary, Belchatów outcrop, macroscopic plant remains*

W badaniach czwartorzędowych osadów odkrywki *Belchatów* (ryc. 1) natrafiano na liczne organiczne szczątki roślinne i zwierzęce. Pod względem botanicznym prowadzone były badania palinologiczne (Goździk & Jastrzębska-Mamełka, 1982; Janczyk-Kopikowa, 1982, 1985, 1987a, b, c; Krzyszkowski & Kuszell, 1987; Kuszell, 1991a, b, c; Krzyszkowski, 1991a, b, 1995, 1996, 1998; Krzyszkowski i in., 1993; Krzyszkowski & Nita, 1993, 1995; Krzyszkowski & Szuchnik, 1995; Kasse i in., 1998; Bałwierz i in., 2006, 2008), makroszczątków roślinnych, których drewna opisano z aluwialnych osadów rzecznych interstadiu Czyżów (Pyszyński, 1991), natomiast makroszczątki roślin zielnych – ze środkowego pleniglacjału vistulianu (Krzyszkowski i in., 1993). Wykonano również badania diatomologiczne (Marciniak, 1991).

Wprawdzie w analizach flor kopalnych i ustalaniu stratygrafii osadów czwartorzędowych opieramy się głównie na badaniach palinologicznych, jednak celowe jest prowadzenie badań makroszczątków roślinnych w postaci owoców i nasion, a także elementów wegetatywnych, takich jak drewna, które świadczą przede wszystkim o lokalnym pochodzeniu materiału. Również wegetatywne szczątki organów roślin zielnych (łodygi i korzenie) oraz tkanki (szczególnie epidermy) mogą reprezentować lokalną florę. Zarówno ziarna pyłku, jak i drewna mogą wykazywać (Kwiatkowski & Lubliner-Mianowska, 1957) różny stopień trwałości, zależny od ich struktury anatomicznej (Grzeźczyński & Surmiński, 1962; Pyszyński & Brański, 1995) oraz od warunków środowiska, w jakim zostały zdeponowane (Krzysik, 1974; Grzeźczyński & Surmiński, 1962; Pyszyński, 1994b). I tak na przykład na podstawie badań makroszczątków drewna z Czyżowa stwierdzono, że najlepiej zachowały się drewna zdeponowane w piaskach, natomiast

drewna, które zalegały w mułkach, były zachowane słabo. Podobne dane uzyskano w badaniach z różnych stanowisk w Polsce Zachodniej (Brański i in., 1994; Krzyszkowski i in., 1994; Pyszyński & Winnicki, 1990; Pyszyński, 1992, 1994a, b; Pyszyński i in., 1991; Pyszyński & Brański, 1995). W związku z tym w niniejszej pracy podjęto się zadania polegającego nie tylko na samej identyfikacji systematycznej obiektów roślinnych, ale i na określeniu stanu ich zachowania w zależności od właściwości strukturalnych szczątków i typu osadów, w których zalegały. Stratygrafię Rowu Kleszczowa w odkrywce *Belchatów* przedstawiono na rycinie 2. Wyniki analizy plejstoceńskich makroszczątków z odkrywki *Belchatów* opisanych w tym artykule i we wcześniejszych publikacjach (Pyszyński, 1991; Krzyszkowski i in., 1993) zestawiono w tabeli 1.

Material i metody badań

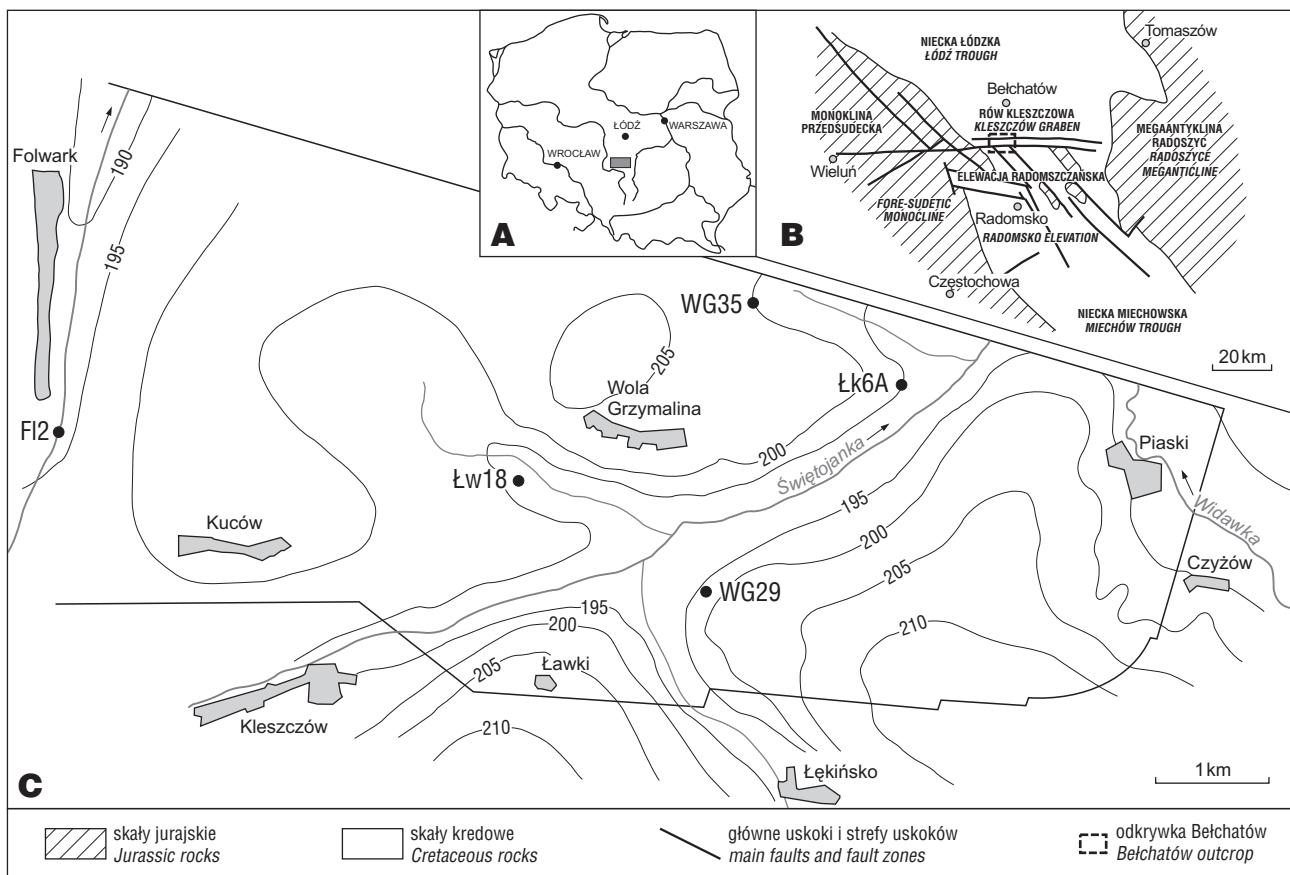
Ogólna charakterystyka materiału zamieszczona jest w tabeli 1.

Duży fragment drewna o wymiarach: 21 cm (podłużny) × 11 cm (styczny) × 6 cm (promieniowy) pochodzi z osadów pretegeleńskich (stanowisko Łw 18 Ławki) (ryc. 1–3, tab. 1). Barwa tego fragmentu jest szara. Obiekt jest dość zwarty i nie rozpada się przy dotyku. Kilka fragmentów gałęzi z osadów formacji Chojny ma kolor jasnobrunatny (ryc. 1, 2, 4, tab. 1, stanowisko Łk 6A). Z kolei w torfach z przełomu vistulianu i holocenu i z holocenu fragmenty drewna są bardzo drobne, a ich wymiary nie przekraczają kilku milimetrów (stanowisko F 12) (ryc. 1, 2, tab. 1).

Ze względu na zróżnicowany stan zachowania materiału stosowano różne techniki sporządzania preparatów i różne techniki mikroskopowe.

¹Institut Biologii Roślin, Uniwersytet Wrocławski, ul. Kanonia 6/8, 50-328 Wrocław; instbot@biol.uni.wroc.pl.

²Institut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski, ul. Cybulskiego 30, 52-205 Wrocław; dariusz.krzyszkowski@ing.uni.wroc.pl.



Ryc. 1. Lokalizacja odkrywki *Belchatów*. **A** – ogólne położenie w Polsce; **B** – położenie odkrywki *Belchatów* i Rowu Kleszczowa na tle głównych (alpejskich) jednostek tektonicznych; **C** – lokalizacja stanowisk

Fig. 1. Location of the *Belchatów* outcrop. **A** – general location in Poland; **B** – location of the *Belchatów* outcrop and Kleszczów Graben within the main (Alpine) tectonic units; **C** – location of sites

W celu uzyskania drobnego materiału z torfu próbki gotowano w wodzie z dodatkiem KOH, a następnie przesiewano przez sito o średnicy oczek wynoszącej 1 mm. Fragmenty dużych próbek przygotowywano do obserwacji mikroskopowych następująco (w zależności od stopnia zachowania drewna): szczątki gotowano w wodzie z dodatkiem gliceryny bądź w mieszaninie alkoholu z gliceryną, a następnie krojono ręcznie na skrawki poprzeczne, styczne i promieniowe, zgodnie z procedurą stosowaną w przypadku drewna drzew współczesnych. Niektóre szczątki nie nadawały się do krojenia ręcznego, wówczas stosowano metodę parafinową albo metodę przełupów.

Badania mikroskopowe prowadzono w świetle odbitym i przechodzącym (zwykajnym i spolaryzowanym). Używano mikroskopów stereoskopowych MBS-1 i OLYMPUS SZ-X9 oraz mikroskopu ze światłem przechodzącym OLYMPUS BX-50. Fotografie wykonywano z użyciem każdego z wymienionych typów mikroskopów.

W mikroskopach z oświetleniem „epi” oraz stereoskopowych obserwowano powierzchnie przełupów. Przełupy obiektów zmineralizowanych traktowano kwasem solnym, następnie płukano i po wysuszeniu powierzchni prowadzono obserwacje.

Podczas oznaczania materiału posługiwano się kluczami do oznaczania drewna (Greguss, 1945, 1955; Schweingruber, 1990), nasion i owoców (Bertsch, 1941), a także mchów (Szafran, 1961; Kac i in., 1977).

Wyniki badań i dyskusja

Najstarsze szczątki omawiane w niniejszej pracy pochodzą z pretegelenu i należą do topoli (*Populus* L.) (ryc. 1–3, stanowisko Łw 18). Stan zachowania tego dużego, zwartego fragmentu drewna (ryc. 3A) jest dość dobry, jednakże świecenie ścian w mikroskopie polaryzacyjnym przy skrzyżowanych niolach było bardzo słabe, co wiąże się z bardzo niską zawartością celulozy. O przynależności drewna do tego gatunku świadczy układ naczyń w szeregach promieniowych (ryc. 3B) z płytami perforacyjnymi prostymi (ryc. 3D) i kanciastymi jamkami (ryc. 3E). Promienie jednorzędowe (ryc. 3C) oraz homogenne promienie z komórkami leżącymi o dużych jamkach są szczególnie dobrze widoczne w komórkach marginalnych (ryc. 3F).

Szczątki z piaszczystych osadów serii Chojny, z okresu zlodowacenia środkowopolskiego (Saale, Riss), z interstadiału pilicy, należą z kolei do sosny zwykajnej (*Pinus sylvestris* L.) (ryc. 1, 2, 4, stanowisko Łk 6A). O przynależności do tego gatunku świadczą następujące cechy: obecność podłużnych i poprzecznych cienkościennych kanałów żywicznych (ryc. 4B i C), jamki okienkowe występujące na polach krzyżowych i ząbkowanie ścian w cewkach promieni (ryc. 4F). Ekscentryczny układ przyrostów i drewno reakcyjne wskazują, że są to gałęzie (ryc. 4B). Z anatomicznego punktu widzenia i pod względem mechaniki drewna na szczególną uwagę zasługuje fakt, że drewno reakcyjne jest zachowane najlepiej. Komórki w nim

| | | Litostratygrafia <i>Lithostratigraphy</i> | | | Biostratygrafia <i>Biostratigraphy</i> | Chronostratygrafia <i>Chronostratigraphy</i> | | | |
|--|--|--|---|--------|---|--|---|---|--|
| piętro „górne” niezdeformowane “Upper” not deformed stage | fm. Widawki <i>Widawka Fm.</i> | fm. Szerokie <i>Szerokie Fm.</i> | | | ■ FI2 ■ WG35 | holocen <i>Holocene</i> | | | |
| | formacja Piaski <i>Piaski Formation</i> | | | a | | ■ Łk6A | zlodowacenie wisy <i>Weichselian</i> | górne <i>Upper</i> | |
| | | | | b | | | | środkowe <i>Middle</i> | |
| | | | | c | | | | | |
| | | | | d | | | | | |
| | formacja Karolów <i>Karolów Formation</i> | | | e | dolne <i>Lower</i> | | | | |
| | formacja Aleksandrów <i>Aleksandrów Formation</i> | | | | | intergl. eemski <i>Eemian intergl.</i> gleba kopalna? <i>palaeosol?</i> | | | |
| | formacja Rogowiec (glacialna) <i>Rogowiec Formation (glacial)</i> | | | A | | saale <i>Saalian</i> | eem <i>Eemian</i> | | |
| | | | | B | | | stadiał warty 2 <i>Wartanian 2</i> | | |
| | | | | C | | | interstadiał? <i>interstadial?</i> | | |
| formacja Chojny <i>Chojny Formation</i> | | | A | | stadiał warty 1 <i>Wartanian 1</i> | | | | |
| | | | B | | stadiał pilicy <i>Pilician</i> | | | | |
| | | | | | ? | | | | |
| fm. Stawek (glacialna) <i>Stawek Fm. (glacial)</i> | | | | | stadiał odry <i>Odranian</i> | | | | |
| formacja Ławki (glacialna) <i>Ławki Formation (glacial)</i> | | | | | ? | | | | |
| formacja Rokity (glacialna) <i>Rokity Formation (glacial)</i> | | | | | | | | | |
| piętro belchatowskie <i>Belchatów Stage</i> | formacja Czyżów <i>Czyżów Formation</i> | | | A | ■ WG29 | | interstadiał Podlesia <i>Podlesia interstadial</i> | | |
| | | | | C | | a | interstadiał Czyżowa <i>Czyżowa interstadial</i> | | |
| | | | | | | b | interglacjał ferdynandowski* <i>Ferdynandovian interglacial*</i> | | |
| | | c | interglacjał mazowiecki <i>Mazovian interglacial</i> | | | | | | |
| | F | a | B | a | | gleba kopalna? <i>palaeosol?</i> | | | |
| | | b | D | b | | | | | |
| | | | | c | | | | | |
| | formacja Kuców (glacialna) <i>Kuców Formation (glacial)</i> | | | E | | | eistera <i>Eistertian</i> | kompleks Czyżowa <i>Czyżów Complex</i> | |
| | formacja Folwark (glacialna) <i>Folwark Formation (glacial)</i> | | | | | | | stadiał sanu <i>Sanian</i> | |
| | fm. Łękińsko <i>Łękińsko Fm.</i> | | | | | | | stadiał nidy <i>Nidanian</i> | |
| | | | | ■ Łw18 | pretegelen <i>Praetiglian</i> | | | | |
| | | | | | dolny plejstocen <i>Lower Pleistocene</i> | | | | |
| | | | | | pliocen <i>Pliocene</i> | | | | |

*Według niektórych autorów (np. Albrycht i in., 1997) interglacjał ferdynandowski jest starszy od interglacjału mazowieckiego.

*According to some authors (Albrycht et al., 1997) Ferdynandovian Interglacial is older than Mazovian Interglacial.

Ryc. 2. Stratygrafia plejstocenu Rowu Kleszczowa w odkrywcze Belchatów

Fig. 2. Stratigraphy of the Pleistocene sequence in the Kleszczów Graben, Belchatów outcrop

utrzymują regularne szeregi promieniowe, a ściany wtórne wykazują silne świecenie celulozy w mikroskopie polaryzacyjnym w całym przyroście rocznym, natomiast po stronie drewna normalnego szeregi promieniowe są zawichrowane, a silniejsze świecenie obserwować można tylko w ścianach drewna późnego (ryc. 4D).

Z poziomów najwyższych, tj. schyłku zlodowacenia wisy i holocenu i z samego holocenu, w torfach stwierdzono obecność makroszczałków drewna należących do iglastych i liściastych. W torfach z przełomu vistulianu i holocenu znaleziono fragmenty drewna olszy (*Alnus Mill.*). Z torfów holocenijskich zanotowano wystąpienia drewna świerka (*Picea abies Karst.*), jałowca (*Juniperus L.*) i sosny (*Pinus L.*), a spośród liściastych – olszy (tab. 1).

Jeśli chodzi o rośliny zarodnikowe, zidentyfikowano listki mchów, a z zielnych okrytozalążkowych – makroszczałki generatywne bobrka (*Menyanthes trifoliata L.*) (ryc. 5A, tab. 1) i turzycy (*Carex L.*) (ryc. 5B, tab. 1), a także liczne szczałki wegetatywne roślin związanych ze środowiskiem wodnym bądź wilgotnym.

Makroszczałki drewna wszystkich rodzajów znalezionych w Belchatowie znane są z różnych pięter plejstocenu wielu regionów Polski (Pyszyński, 1994a, b). Były one znajdowane w osadach zarówno jeziornych, jak i rzecznych. Część próbek glebowych, opisanych w niniejszej pracy, analizowanych pod względem makroszczałków była również przebadana palinologicznie: z pretegelenu (Krzyszowski & Szuchnik, 1995), interstadiału pilicy

Tab. 1. Makroszcątki roślinne z czwartorzędowych osadów odkrywki Belchatów
 Table 1. Macroscopic remains of plant from Quaternary deposits of the Belchatów outcrop

| Rodzaj(gatunek) Genus (species) | Typ osadów Type of deposits | Rodzaj makroszcątków (organy, fragmenty) Type of macrofossils (organs, fragments) | Stan zachowania drewna State of wood preservation | Barwa makroszcątków drewna Color of wood macrofossils | Świecenie ścian drewna w mikroskopie polaryzacyjnym Luminosity of wood cell walls in polarizing microscope | Stanowisko, numer próbki Locality, sample number | Chronostratygrafia Chronostratigraphy | Źródło References |
|------------------------------------|---|--|--|--|---|---|---|--|
| <i>Pinus sylvestris</i> L. | torf/peat | drobne fragmenty drewna small fragments of wood | zły bad | brunatna brown | slabe weak | F12 Folwark 1263a | holocen Holocene | ta praca this paper |
| <i>Picea abies</i> Karst | j.w. | j.w. | j.w. | j.w. | j.w. | 1263c | j.w. | j.w. |
| <i>Juniperus</i> L. | j.w. | j.w. | j.w. | j.w. | j.w. | 1263c | j.w. | j.w. |
| <i>Alnus</i> Mill. | j.w. | j.w. | j.w. | j.w. | j.w. | 1263c | j.w. | j.w. |
| <i>Alnus</i> Mill. | j.w. | j.w. | j.w. | j.w. | j.w. | 1264, 1265, 1266 | j.w. | j.w. |
| <i>Carex</i> L. | j.w. | owoce/fruits | n.d. | n.d. | n.d. | 1267a | j.w. | j.w. |
| <i>Menyanthes</i> L. | j.w. | nasiono/seed | n.d. | n.d. | n.d. | 1267b | j.w. | j.w. |
| <i>Fungi</i> | | strzępki/hyphae | | | | | | |
| <i>Musci</i> | j.w. | drobne fragmenty organów wegetatywnych hyphae, small fragments of vegetative organs | n.d. | n.d. | n.d. | F12 Folwark | holocen/vistulian Holocene/Weichselian | j.w. |
| <i>Sphagnum</i> L. | torf peat | fragmenty liści leaf fragments | n.d. | n.d. | n.d. | F12 Folwark | holocen/vistulian Holocene/Weichselian | ta praca this paper |
| <i>Pinus sylvestris</i> L. | j.w. | drobne fragmenty drewna small fragments of wood | zły bad | brunatna brown | slabe/weak brak świecenia no luminosity | j.w. | j.w. | j.w. |
| <i>Alnus</i> Mill. | j.w. | fragmenty łodyg i korzeni fragments of stems and roots | n.d. | n.d. | n.d. | j.w. | j.w. | j.w. |
| <i>Poaceae</i> | j.w. | j.w. | n.d. | n.d. | n.d. | j.w. | j.w. | j.w. |
| <i>Cyperaceae</i> | j.w. | j.w. | n.d. | n.d. | n.d. | j.w. | j.w. | j.w. |
| <i>Drepanocladus</i> L. | j.w. | łodyżki, liście stems, leafs | n.d. | n.d. | n.d. | WG35 Wola Grzymalina 1074 | vistulian środkowy pleniglacial/Weichselian Middle Pleniglacial | Krzyszowski i in. (1993) Krzyszowski et al. (1993) |
| <i>Calliergon</i> | j.w. | j.w. | n.d. | n.d. | n.d. | j.w. | j.w. | j.w. |
| <i>Carex hudsonii</i> | j.w. | pecherzyki perigynia | n.d. | n.d. | n.d. | j.w. | j.w. | j.w. |
| <i>Carex gracilis</i> | j.w. | j.w. | n.d. | n.d. | n.d. | j.w. | j.w. | j.w. |
| <i>Graminae</i> | j.w. | łodygi, korzenie stems, roots | n.d. | n.d. | n.d. | j.w. | j.w. | j.w. |
| <i>Drepanocladus</i> L. | wilgotna gleba gliniasta humic loam | łodyżki, liście stems, leafs | n.d. | n.d. | n.d. | 1066 | j.w. | j.w. |
| <i>Calliergon</i> | j.w. | j.w. | n.d. | n.d. | n.d. | j.w. | j.w. | j.w. |
| <i>Equisetum</i> L. | j.w. | łodygi, korzenie stems, roots | n.d. | n.d. | n.d. | j.w. | j.w. | j.w. |
| <i>Carex</i> L. | j.w. | pecherzyki perigynia | n.d. | n.d. | n.d. | j.w. | j.w. | j.w. |
| <i>Graminae</i> | j.w. | owoc/fruit | n.d. | n.d. | n.d. | j.w. | j.w. | j.w. |

| | piaski <i>sands</i> | galezie <i>branches</i> | dobry <i>good</i> | jasnobrunatna <i>light brown</i> | jasne <i>brigt</i> | formacja Chojny <i>Chojny Formation</i> Łk 6A | interstadial pilicy <i>Pilica Interstadial</i> | ta praca <i>this paper</i> |
|----------------------------------|---|--|---------------------------------|-------------------------------------|--|---|--|-------------------------------|
| <i>Pinus sylvestris</i> L. | torf <i>peat</i> | drobne fragmenty drewna <i>small fragments of wood</i> | zły <i>bad</i> | brunatna <i>brown</i> | slabe <i>weak</i> | WG29 Wola Grzymalina 843 | interstadial czyżów <i>Czyżów Interstadial</i> | Pyszyński (1991) |
| <i>Pinus sylvestris</i> L. | j.w. | drobne fragmenty drewna, fragmenty komórek <i>small fragments of wood, cell fragments</i> | j.w. | j.w. | j.w. | 840 | j.w. | j.w. |
| <i>Pinus sylvestris</i> L. | ziemia okrzem- kowa/diatomaceous <i>earths</i> | j.w. | j.w. | j.w. | brak świecenia <i>no luminosity</i> | 838 | j.w. | j.w. |
| <i>Alnus</i> Mill. | czarne, ilasty muł telna tyczny/black, <i>clayey telmatic mud</i> | j.w. | j.w. | j.w. | j.w. | 836 | j.w. | j.w. |
| <i>Alnus</i> Mill. | szare piaski <i>grey sands</i> | duże fragmenty pni i szczytki młodych łodyg <i>large fragments of trunks and remains of young stems</i> | dobry <i>good</i> | brunatna <i>brown</i> | slabe <i>weak</i> | 834 | interstadial czyżów <i>Czyżów Interstadial</i> | Pyszyński (1991) |
| <i>Juniperus communis</i> L. | j.w. | j.w. | j.w. | jasnobrunatna <i>light brown</i> | dobrze <i>good</i> | 831, 875 | j.w. | j.w. |
| <i>Pinus sylvestris</i> L. | j.w. | j.w. | j.w. | j.w. | j.w. | j.w. | j.w. | j.w. |
| <i>Populus</i> L. | piaski <i>sands</i> | duży fragment pnia <i>big block of trunk</i> | dość dobry <i>quite good</i> | szara <i>grey</i> | slabe <i>weak</i> | Łw 18 Ławki | zlodowacenie pretegeleńskie <i>Pretegelien Glacial</i> | ta praca <i>this paper</i> |

j.w. – jak wyżej/as before; n.d. – nie dotyczy/not applicable

(seria Chojny) (Krzyszowski & Nita, 1993), osadów rzecznych Czyżowa (Kuszell, 1991b) oraz pleniglacjału środkowego vistulianu (Krzyszowski i in., 1993).

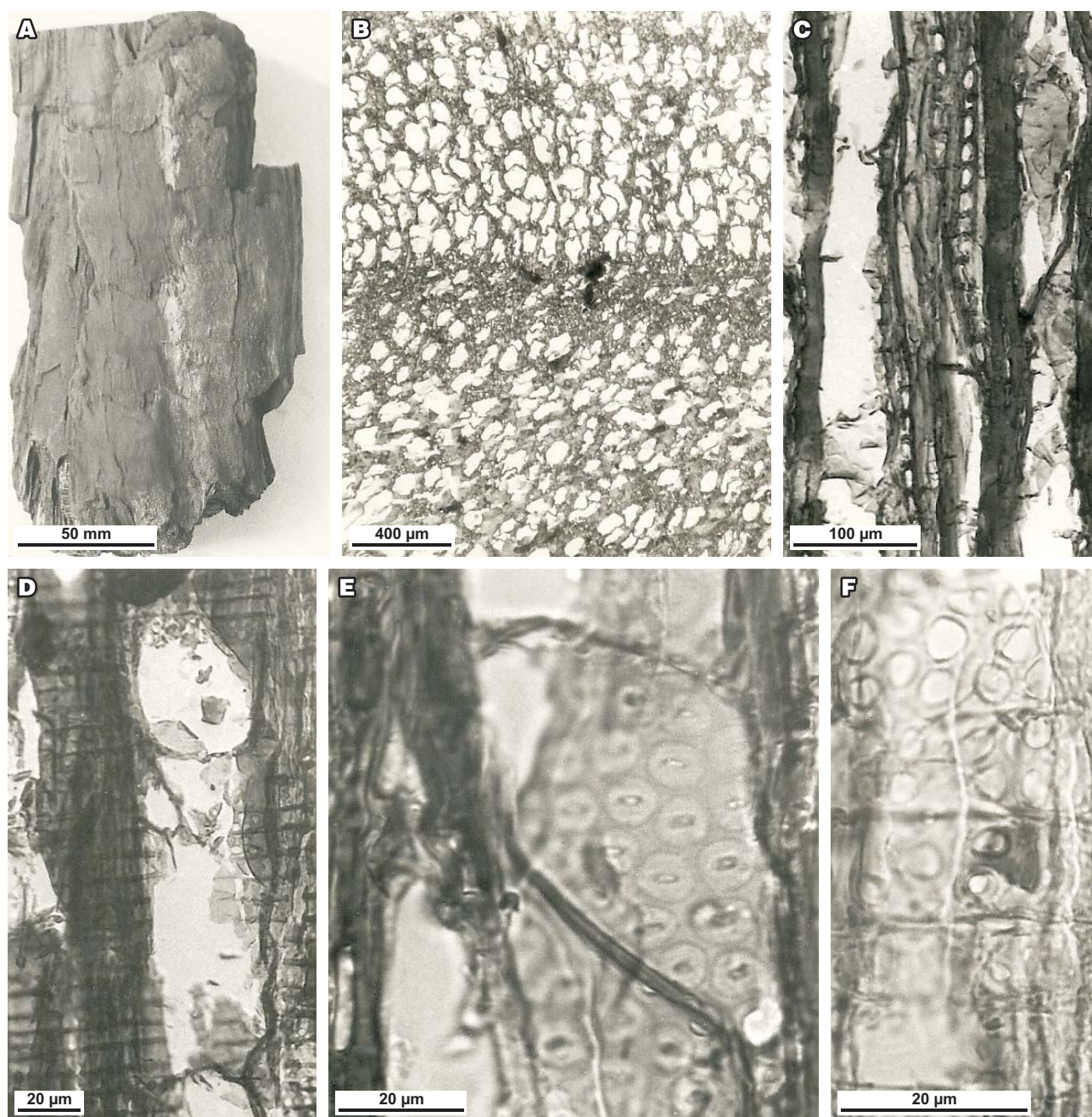
W osadach z Czyżowa istnieje wyraźna zgodność między obecnością makroszczałków drewna i obecnością ziarn pyłku w przypadku *Pinus* i *Alnus*, natomiast jeśli chodzi o *Juniperus*, ziarn pyłku nie stwierdzono, a drewno występowało i było zachowane w dobrym stanie. W osadach pretegeleńskich, w których odkryto dość dobrze zachowany duży fragment pnia *Populus*, nie znaleziono ziarn pyłku tego rodzaju. Potwierdza to małą trwałość pyłków jałowca (*Juniperus*) i topoli (*Populus*) (Dyakowska, 1959; Faegri & Iversen, 1978).

Stan przebadanych szczytków drewna opisanych w niniejszym opracowaniu dostarczył interesujących obserwacji dotyczących potencjału fosylizacyjnego różnych gatunków drzew. I tak drewno *Populus*, zachowane w postaci dużej bryły, sprawiało kłopoty podczas sporządzania preparatów, nawet gdy zastosowano metodę parafinową, a świecenie ścian było słabe, co świadczy o dużej degradacji celulozy. Należy podkreślić, że ściany komórkowe niektórych znacznie starszych obiektów (*Taxodioxylon* i *Quercocoxylon*), pochodzących z młodopioceńskich osadów ilastych z Gozdniczy na Dolnym Śląsku (Pyszyński, 1992), były bardzo dobrze zachowane i wykazywały jasne świecenie (ściany wtórne), szczególnie w pobliżu komórek miękiszowych zawierających substancje żywiczne u *Taxodioxylon* i substancji garbnikowych u *Quercocoxylon* (Pyszyński, 1992). Nie ulega wątpliwości, że w grę wchodzi trwałość drewna. Drewno topoli współczesnej w porównaniu z iglastymi czy dębem wykazuje znacznie niższe parametry mechaniczne i trwałość (Grzeczynski & Surmiński, 1962; Krzysik, 1974), co prawdopodobnie jest też powodem gorszego stanu zachowania tego drewna w stanie kopalnym. Innych ciekawych spostrzeżeń dokonano, badając fragmenty gałęzi *Pinus sylvestris* L. znalezione w piaskach z interstadiału pilicy (seria Chojny). Drewno reakcyjne tych gałęzi jest znacznie lepiej zachowane niż drewno normalne. Świadczy to o dużej odporności drewna reakcyjnego na działanie destrukcyjnych czynników biologicznych i mechanicznych (ściskanie), wynikającej z odpowiedniej struktury chemicznej (duża ilość ligniny, która jest czynnikiem antyseptycznym, chroniącym celulozę) i tekstury ścian komórkowych (Grzeczynski & Surmiński, 1962; Krzysik, 1974).

Drobne fragmenty drewna w torfach z Czyżowa oraz z przelomu vistulianu i holocenu i z holocenu na ogół mają dobrze zachowane ściany, z tym że niektóre z nich wykazują znaczny stopień maceracji, podobnie jak w innych znanych przypadkach (Pyszyński, 1994a; Pyszyński & Brański, 2003).

Podsumowanie

W pracy opisano makroszczałki drewna i roślin zielnych z czwartorzędowych osadów odkrywki *Bełchatów* (ryc. 1–5, tab. 1). Przeprowadzono ich analizę



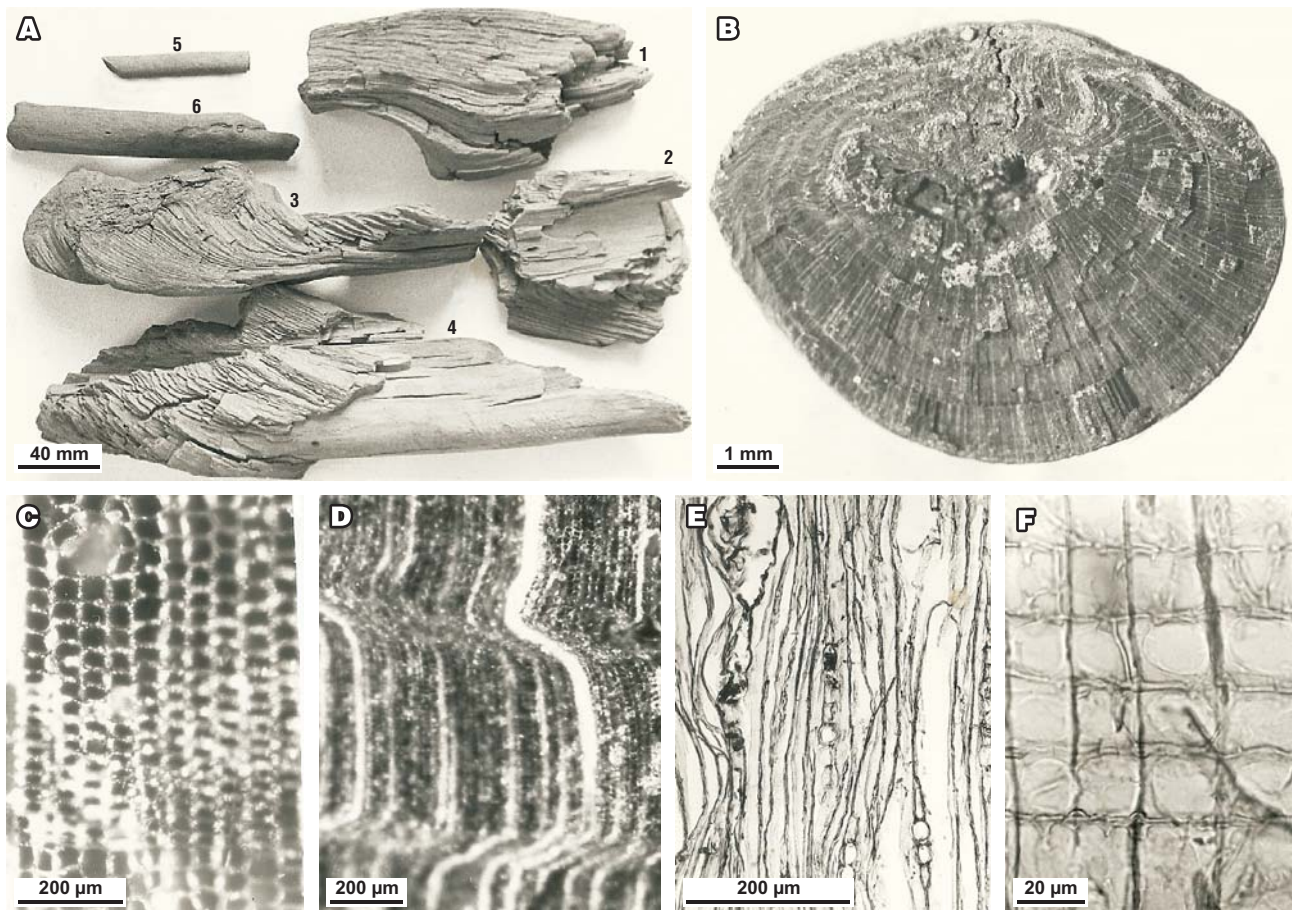
Ryc. 3. Fotografie makro- i mikroskopowe drewna topoli (*Populus L.*) z pretegelenu, formacja Łękińsko. **A** – fragment z dużego pnia; **B** – mikroskopowy przekrój poprzeczny; **C** – przekrój podłużny styczny z naczyniami i promieniami jednorzędowymi; **D–F** – przekroje podłużne promieniowe (**D** – naczynie z płytą perforacyjną prostą; **E** – naczynie z jamkami kanciastymi; **F** – komórki miękiszowe promieni z dużymi, owalnymi jamkami prostymi)

Fig. 3. Macro- and microscopic photographs of poplar woods (*Populus L.*) from Praetigian, Łękińsko Formation. **A** – fragment from big stem; **B** – microscopic transverse section; **C** – tangential longitudinal section with vessel and uniseriate rays; **D–F** – longitudinal radial sections (**D** – vessel with simple perforation plate; **E** – vessel with angular pits; **F** – ray parenchyma cells with great, oval simple pits)

pod względem przynależności systematycznej, a w przypadku makroszczątków drewna również pod względem stanu zachowania w zależności od typu osadów, w których zalegały.

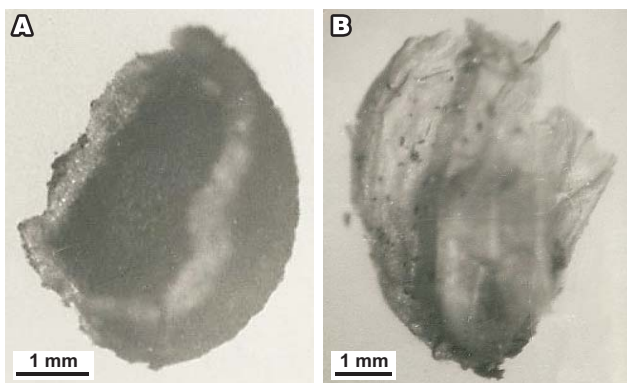
Należy podkreślić, że są to jedyne badania makroszczątków roślinnych z rejonu Bełchatowa, których wyniki dobitnie potwierdzają występowanie flor w osadach czwartorzędowych na różnych poziomach odkrywki. Czasem wskazują one na obecność gatunków, których sporomorfy zachowują się rzadko bądź ulegają całkowitej degradacji po wielu latach (np. ziarna pyłku jałowca czy topoli).

W najstarszych badanych osadach znaleziono dość dobrze zachowany duży fragment drewna topoli (*Populus L.*), który zalegał w osadach piaszczystych pretegelenu, i – w piaskach z interstadiu pilicy (seria Chojny) – bardzo dobrze zachowane gałęzie sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris L.*), w których szczególnie dobrze zachowało się drewno kompresyjne (drewno reakcyjne iglaste), natomiast drewno normalne jest silnie sprasowane, a regularne szeregi promieniowe zostały utrzymane tylko w drewnie późnym (letnim). Stwierdzono również obecność licznych drobnych fragmentów drewna olszy (*Alnus Mill.*) w tor-



Ryc. 4. Fotografie makro- i mikroskopowe drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) z interstadiu pilicy, formacja Chojny. **A** – cztery fragmenty z dużych obiektów i dwie gałązki (1–4 stare pnie; 5, 6 – młode gałązki); **B** – przełam poprzeczny przez gałązkę (A6) z wyraźnymi asymetrycznymi przyrostami rocznymi; **C** – mikroskopowy przekrój poprzeczny przez drewno z kanałem żywicznym; **D** – poprzeczny przełam z zawichrowanym układem szeregów promieniowych wskazujący na sprasowanie drewna; **E** – przekrój podłużny styczny z promieniami jednorzędowymi i z promieniem wrzecionowatym zawierający poprzeczny kanał żywiczny; **F** – przekrój podłużny promieniowy z jamkami okienkowymi na kontakcie z komórkami miękiszowymi promienia i z cewkami promieni o ząbkowanych ścianach

Fig. 4. Macro- and microscopic pictures of scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) wood samples from Pilica Interstadial, Chojny Formation. **A** – four fragments from big stems and two twigs (1–4 – old stems; 5, 6 – young branches); **B** – transverse surface of branch fracture (A6) with visible asymmetrical annual rings; **C** – microscopic transverse section of wood with resin canal; **D** – transversal fractures with disturbed arrangement of wood rays indicating pressing of wood; **E** – tangential longitudinal section with uniseriate rays and with fusiform ray including transversal resin canal; **F** – longitudinal radial section with fenestriform pits in the place of contact with parenchyma cells and dentated cell walls in ray tracheids



Ryc. 5. Fotografie owoców znalezionych w torfie z holocenu. **A** – fragment nasiona bobrka (*Menyanthes trifoliata* L.); **B** – pecherzyk turzycy (*Carex* L.)

Fig. 5. Picture of fruits from the Holocene peat samples. **A** – fragment of buckbean seed (*Menyanthes trifoliata* L.); **B** – the peryginium of sedge (*Carex* L.)

fach z przełomu wistulianu i holocenu oraz jałowca pospolitego (*Juniperus communis* L.) i świerka (*Picea abies* Karst) z holocenu. W torfach z przełomu wistulianu i holocenu oraz z holocenu odkryto również szczątki roślin zielnych, wśród których znaleziono pęcherzyki turzycy (*Carex* L.) i nasiona bobrka (*Menyanthes trifoliata* L.) Skład florystyczny torfów (tab. 1) z różnych okresów wskazuje na ich przynależność do torfów niskich.

Literatura

- ALBRYCHT A., BIŃKA K., BRZEZINA R., DYJOR K., NITYCHORUK J. & PAWŁOWSKAJA I. 1997 – Uwagi o nowych stanowiskach osadów interglacjalnych na tle stratygrafii młodszego czwartorzędu południowego Podlasia. *Prz. Geol.*, 45: 629–633.
BALWIERZ Z., GOŹDZIK J. & MARCINIAK B. 2006 – Palinologiczne i diatomologiczne badania osadów interglacjalnego z odsłonięcia w kopalni Bełchatów. *Prz. Geol.*, 54: 61–67.
BALWIERZ Z., GOŹDZIK J. & MARCINIAK B. 2008 – Geneza misy jeziornej i warunki środowiskowe akumulacji limniczno-bagiennej w

- interglacjale mazowieckim w rowie Kleszczowa (środkowa Polska). Biul. Państw. Inst. Geol., 428: 3–21.
- BERTSCH K. 1941 – Früchte und Samen. Handbücher der praktischen Vorgeschichtsforschung. Verlag Ferdinand Enke Stuttgart, Amsterdam.
- BRAŃSKI S., PYSZYŃSKI W. & SZYNKIEWICZ A. 1994 – Plejstoceńskie makroszczątki drewna jodły (*Abies* Mill.) i wierzy (*Salix* L.) z Ruska k. Strzegomia. Śląskie Spraw. Archeol., 35: 71–77.
- DYAKOWSKA J. 1959 – Podręcznik palynologii. Wyd. Geol., Warszawa.
- FAEGRI K. & IVERSEN J. 1978 – Podręcznik analizy pyłkowej. Wyd. Geol., Warszawa.
- GOŹDZIK J. & JASTRZĘBSKA-MAMEŁKA M. 1982 – Osady eemskie w Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów. [W:] Przewodnik I Sympozjum Czwartorzęd rejonu Bełchatowa. Wyd. Geol., Warszawa: 158–163.
- GREGUSS P. 1945 – The identification of Central-European Dicotyledonous trees and shrubs based on xylotomy. Hungarian Museum of Natural History, Budapest.
- GREGUSS P. 1955 – Identification of living gymnosperms on the basis of xylotomy. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- GRZECZYŃSKI T. & SURMIŃSKI J. 1962 – Z badań nad składem chemicznym i wytrzymałością drewna wykopaliskowego. Folia For. Pol., ser. B: 145–153.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1982 – Flory kopalne rejonu Bełchatowa. [W:] Przewodnik I Sympozjum Czwartorzęd rejonu Bełchatowa. Wyd. Geol., Warszawa: 36–40.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1985 – Analiza pyłkowa osadów z profilu Buczyna II. [W:] Przewodnik II Sympozjum Czwartorzęd rejonu Bełchatowa. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Wrocław: 89–91.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1987a – Flory interglacjalne i interstadialne w kopalni Bełchatów. [W:] Przewodnik II Sympozjum Czwartorzęd rejonu Bełchatowa. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Wrocław: 33–35.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1987b – Wyniki analizy pyłkowej osadów serii Chojny na przykładzie stanowiska Buczyna Północna. [W:] Przewodnik II Sympozjum Czwartorzęd rejonu Bełchatowa. Państw. Inst. Geol., Warszawa–Wrocław: 91–93.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1987c – Opracowanie paleobotaniczne osadów czwartorzędowych nadkładu w kopalni węgla brunatnego Bełchatów. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KAC N.J., KAC S.W. & SKOBIJEWA E. 1977 – Atlas rastitielnych ostatków w torfach. Nedra, Moskwa.
- KASSE C., HUIJZER A.S., KRZYSZKOWSKI D., BOHNCKE S.J.P. & COOPE G.R. 1998 – Weichselian Late Pleniglacial and Late-Glacial depositional environments. Coleoptera and periglacial climatic records from Central Poland (Bełchatów). J. Quat. Sci. 13: 455–469.
- KRZYSIK F. 1974 – Nauka o drewnie. PWN, Warszawa.
- KRZYSZKOWSKI D. 1991a – The Middle Pleistocene polyinterglacial Czyżów formation in the Kleszczów Graben (Central Poland): stratigraphy and palaeogeography. Folia Quat., 61–62: 5–58.
- KRZYSZKOWSKI D. 1991b – Extra-channel muddy sedimentation and soil formation during the Middle Pleistocene Czyżów Interstadial with examples from the Bełchatów outcrop (Kleszczów Graben, Central Poland). Folia Quat., 61–62: 179–213.
- KRZYSZKOWSKI D. 1995 – An outline of the Pleistocene stratigraphy of the Kleszczów Graben, Bełchatów outcrop, Central Poland. Quat. Sci. Rev., 14: 61–83.
- KRZYSZKOWSKI D. 1996 – Climatic control on Quaternary fluvial sedimentation in the Kleszczów Graben, Central Poland. Quat. Sci. Rev., 15: 315–333.
- KRZYSZKOWSKI D. 1998 – Stratigraphy and sedimentology of Weichselian deposits at Folwark, Bełchatów outcrop, Central Poland. Quat. Stud. Pol., 15: 3–25.
- KRZYSZKOWSKI D., BALWIERZ Z. & PYSZYŃSKI W. 1993 – Aspects of Weichselian Middle Pleniglacial stratigraphy and vegetation in Central Poland. Geologie en Mijnbouw, 72: 131–142.
- KRZYSZKOWSKI D. & KUSZELL T. 1987 – Nowe stanowisko interglacjalne ferdynandowskiego w odkrywcze Bełchatów. Przewodnik II Sympozjum Czwartorzęd Rejonu Bełchatowa: 125–134.
- KRZYSZKOWSKI D., KUSZELL T., PYSZYŃSKI W. & LABNO A. 1994 – Osady jeziorne z interglacjalne eemskiego koło Wołowa na Śląsku. Prz. Geol., 42: 539–547.
- KRZYSZKOWSKI D. & NITA M. 1993 – Nowe stanowiska interstadialu Pilicy (formacja Chojny) w odkrywcze Bełchatów. Prz. Geol., 41: 788–797.
- KRZYSZKOWSKI D. & NITA M. 1995 – The intra-Saalian interstadial floras of the Chojny Formation of the Bełchatów outcrop, Central Poland. J. Quat. Sci., 10: 225–240.
- KRZYSZKOWSKI D. & SZUCHNIK A. 1995 – Pliocene–Pleistocene boundary in the Kleszczów Graben (Bełchatów outcrop), Central Poland. J. Quat. Sci., 10: 45–58.
- KUSZELL T. 1991a – Ferdynandovian Interglacial in the Bełchatów outcrop. Folia Quat., 61/62: 75–83.
- KUSZELL T. 1991b – The floral characteristics of the Middle Pleistocene Czyżów Interstadial in the Bełchatów outcrop, Central Poland. Folia Quat., 61–62: 215–222.
- KUSZELL T. 1991c – The floral characteristics of fluvial sediments from the Upper Member of Czyżów Formation (Bełchatów outcrop, Central Poland). Folia Quat., 61–62: 255–257.
- KWIATKOWSKI A. & LUBLINER-MIANOWSKA K. 1957 – Badania składu chemicznego pyłku. II. Badania błon pyłkowych. Acta Soc. Bot. Pol., 26: 501–514.
- MARCINIAK B. 1991 – Diatoms of the Ferdynandovian Interglacial in the Bełchatów region, Central Poland (preliminary report). Fol. Quat., 61/62: 85–92.
- PYSZYŃSKI W. 1991 – Macroscopic remains of wood from alluvial deposits of the Czyżów Interstadial, Bełchatów outcrop, Central Poland. Folia Quat., 61–62: 223–228.
- PYSZYŃSKI W. 1992 – Remains of wood from Gozdnicza–Stanisław profile 2. [W:] E. Zastawniak (red.) The younger Tertiary deposits in the Gozdnicza Region (SW Poland) in the light of recent palaeobotanical research. Pol. Bot. Stud., 3: 46–48.
- PYSZYŃSKI W. 1994a – The Pleistocene wood remains from the interglacial deposits at Rogaczewo and Zbytki, Leszno Lake District, Western Poland, with special reference to their structural features enabling preservation. Folia Quat., 65:247–258.
- PYSZYŃSKI W. 1994b – Drewna kopalne limby (*Pinus cembra* L.) i dębu (*Quercus* L.) ze stanowiska „A” na Oporowie we Wrocławiu. Śląskie Spraw. Archeol., 35: 119–123.
- PYSZYŃSKI W. & BRAŃSKI S. 1995 – Anatomiczna budowa drewnianych obiektów z okresu halsztackiego na stanowisku Rusko 34 koło Strzegomia. Studia Archeol., 26: 179–186.
- PYSZYŃSKI W. & BRAŃSKI S. 2003 – Górnoplejstocieńskie i holoceńskie makroszczątki roślinne z rejonu stanowisk archeologicznych A1 i A2 na osiedlu Oporów we Wrocławiu. Studia Archeol., 33: 97–117.
- PYSZYŃSKI W. & WINNICKI J. 1990 – Plejstocieńskie makroszczątki jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior*) w Trzebnicy koło Wrocławia. Śląskie Spraw. Archeol. 31: 51–56.
- PYSZYŃSKI W., WINNICKI J. & BRAŃSKI S. 1991 – Mezoplejstocieńskie szczątki drewna *Ulmus* i *Populus* w Trzebnicy. Śląskie Spraw. Archeol., 32: 43–52.
- SCHWEINGRUBER F.H. 1990 – Anatomie europäischer Hölzer – Anatomy of European woods. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf (Hrsg.). Haupt, Bern und Stuttgart.
- SZAFRAN B. 1961 – Mchy (*Musci*), Tom II. [W:] Flora Polska. Rośliny zarodnikowe Polski i ziem ościennych. PWN, Warszawa.

Praca wpłynęła do redakcji 31.05.2010 r.

Po recenzji akceptowano do druku 4.05.2011 r.